

Abteilung I — Binnenschifffahrt

Frage 3

Maßnahmen zur Sicherung der durchgehenden Schifffahrt bei Tag und bei Nacht und unter allen Wetterbedingungen

Von Dr.-Ing. Hans D a h m e , Oberregierungsbaurat, Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel

Zusammenfassung

Zur Wahl der geeigneten technischen Mittel zur Sicherung der durchgehenden Schifffahrt bei Tag und bei Nacht und unter allen Wetterbedingungen und zur Beurteilung ihres Wertes werden unter Ausnutzung praktischer Erfahrungen aus der Tagesnavigation die zu einer ausreichenden Sicherung der Fahrt auf Binnenschifffahrtstraßen notwendigen Informationen entwickelt, und zwar für die Fahrt nach Sicht, für die Fahrt auf überwachter Strecke und für die Fahrt nach Signal. Für die Fahrt nach Sicht ergeben sich drei Hauptgruppen: Informationen zum Einhalten des Fahrwassers, Informationen über feste Anweisungen und Hinweise und Informationen zur Verhütung von Kollisionen.

Anschließend werden die bisher bekannten optischen, akustischen und funktechnischen Mittel zur Sicherung der Nachtschifffahrt beschrieben, soweit sie geeignet sind, wenigstens einen Teil dieser Informationen zu übertragen.

Wenn auch bei oberflächlicher Betrachtung Reflexstoffe in Verbindung mit Bordscheinwerfern die einfachste und billigste Lösung zu sein scheinen, so müssen bei stärkerem Verkehr die Gefahren durch Blendung, unzureichende Übersicht des Verkehrsraumes und Nichterkennen wichtiger Informationen beachtet werden. Andere optische Mittel wie Befeuerung, Beleuchtung, Lichttagessignale, beleuchtete Verkehrszeichen und Fahrtlichter der Schiffe sind in der Lage, dem Schiffer fast alle benötigten Informationen in guter Qualität, aber nur bei ausreichend sichtigem Wetter darzubieten.

Lautsprecheranlagen können die optischen Mittel an Engpässen (Schleusen) sinnvoll ergänzen, da sie unabhängig von der Sichtweite wirksam bleiben, erfordern aber strenge Sprechdisziplin und unterliegen dem Einfluß des Windes und der Geräusche des eigenen Schiffes. Vertikale und horizontale Echolote sowie Unterwasserschallsignale können in ihrem Wert als Navigationshilfsmittel heute noch nicht beurteilt werden, ihre Zukunft hängt wesentlich von der Entwicklung geeigneter und preiswerter Geräte ab.

Besondere Aufmerksamkeit sollte den funktechnischen Mitteln, insbesondere den Bordradargeräten, den Sicherungsradaranlagen und dem Schiffssicherungsfunk geschenkt werden, die sich in der Küstennavigation seit Jahren ausgezeichnet bewährt haben. Für größere Binnenschifffahrtstraßen (Rhein, Donau) sind geeignete Radargeräte entwickelt und in Serienfertigung verfügbar; eine ausreichende Bezeichnung der Wasserstraßen mit Radarreflektoren ist technisch möglich und nicht allzu aufwendig. Für einen UKW-Schiffssicherungsfunk sind die technischen Voraussetzungen erfüllt und genügend Frequenzen auf internationaler Ebene bereitgestellt. Er bildet zusammen mit ortsfesten Sicherungsradaranlagen ein Sicherungssystem, das fast alle erforderlichen Informationen übermitteln kann und dabei verhältnismäßig geringen Aufwand an Bord erfordert. Funkfeuer- und Decca-Navigation bieten heute noch nicht die nötige Sicherheit, sind aber entwicklungsfähig.

Schließlich werden in Tafelform die einzelnen technischen Mittel zur Sicherung der Nachtschifffahrt navigatorisch bewertet, in ihrer Eignung zur Übertragung der notwendigen Informationen einander gegenübergestellt und Möglichkeiten für eine gemeinsame Verwendung mehrerer Informationsmittel als Sicherungssystem untersucht. Es werden dabei Systeme zusammengestellt, die nur bei sichtigem Wetter wirksam sind, solche, die auch bei Nebel wirksam bleiben, und solche, die bei allmählich eintretender Sichtverschlechterung noch längere Zeit die notwendige Sicherheit bieten können. Eine Zusammenstellung der bisherigen Aufwendungen in der Bundesrepublik Deutschland zur Sicherung der Nachtschifffahrt auf Binnenschiffahrtsstraßen — insgesamt rund 4,5 Mill. DM — schließt die Untersuchung ab und gibt einen Anhaltspunkt für die Kosten je km Wasserstraße, die z. Z. zwischen 240 und 5000 DM/km liegen.

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	71
2. Grundlage der Navigation am Tage	71
2.1 Allgemeines	71
2.2 Fahrt auf Sicht	74
2.21 Informationen zum Einhalten des Fahrwassers	74
2.22 Informationen über feste Anweisungen oder Hinweise	75
2.23 Informationen zur Verhütung von Kollisionen	75
2.3 Fahrt auf überwachter Strecke	76
2.4 Fahrt nach Signal	77
3. Informationsmittel zur Sicherung der Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter	77
3.1 Optische Mittel	77
3.11 Rückstrahler und Reflexstoffe in Verbindung mit Bordscheinwerfern	77
3.12 Befeuerung	79
3.13 Beleuchtung	81
3.14 Lichttagessignale	83
3.15 Verkehrszeichen	83
3.16 Fahrlichter der Schiffe	84
3.17 Lichtsperrn	84
3.18 Fernsehgeräte	85
3.2 Akustische Mittel	85
3.21 Ortsfeste Luftschallsender	85
3.22 Schallsignale an Bord von Schiffen	85
3.23 Lautsprecher	85
3.24 Echolote	86
3.25 Unterwasserschallsignale	86
3.3 Funktechnische Mittel	87
3.31 Radarnavigation	87

	Seite
3.32 Sicherungs-Radar-Anlagen	90
3.33 Funkfeuernavigation	91
3.34 Decca-Navigation	91
3.35 Schiffssicherungsfunk	92
4. Vergleichende Betrachtung und kombinierte Verwendung der Informationsmittel	93
4.1 Allgemeine navigatorische Bewertung	93
4.2 Übertragung der Informationen	93
4.3 Kombinierte Verwendung	93
5. Schlußwort	94

1. Einleitung

Die Schifffahrt unterliegt in weit größerem Maße den Wetterbedingungen als Landverkehrsmittel. Dies gilt besonders für Nebel und unsichtiges Wetter, die die Schifffahrt oft zum Erliegen bringen. Die Binnenschifffahrt ist daüber hinaus das einzige Verkehrsmittel, das heute noch überwiegend den Betrieb mit Beginn der Dunkelheit einstellt.

Vorhandene Sicherungseinrichtungen an Binnenschifffahrtstraßen sind auf Tagesbetrieb bei sichtigem Wetter abgestimmt, ermöglichen daher nur selten eine durchgehende Schifffahrt bei Tag und Nacht und versagen vollständig bei Nebel und unsichtigem Wetter. Es bestehen auch bis heute auf den westeuropäischen Binnenschifffahrtstraßen weder Vorschriften noch Richtlinien über technische Einrichtungen zur Sicherung einer solchen durchgehenden Schifffahrt.

Die nachfolgende Untersuchung behandelt in erster Linie Sicherungseinrichtungen für die Nachtschifffahrt, wobei von den Verhältnissen und Erfahrungen an den heute im durchgehenden Verkehr befahrbaren natürlichen und künstlichen Binnenschifffahrtstraßen Westeuropas, insbesondere der Bundesrepublik Deutschland, ausgegangen wird. Mit Ausnahme der optischen Mittel dienen alle behandelten Informationsmittel aber auch einer Sicherung der Schifffahrt bei Nebel und unsichtigem Wetter, so daß die Frage I/3 erschöpfend behandelt wird.

Die Untersuchung gibt einen Überblick über die heute möglichen Sicherungsverfahren und erleichtert ihre Bewertung nach besonders entwickelten Methoden. Sie soll aber gleichzeitig auch als Anregung für spätere Regeln oder Anweisungen über Maßnahmen zur Sicherung der durchgehenden Schifffahrt auf Binnenschifffahrtstraßen bei Tag und bei Nacht und unter allen Wetterbedingungen dienen. Sie beschränkt sich nicht auf Maßnahmen, deren Wirksamkeit auf Binnenschifffahrtstraßen schon ausreichend erprobt ist, sondern will auch neue Wege zur Lösung dieser Aufgabe zeigen.

2. Grundlage der Navigation am Tage

2.1 Allgemeines

Nach PIRATH müssen im Verkehrswesen Bewegungsvorgänge gesichert werden

„gegen Einwirkungen von außen her, d. h. gegen Widrigkeiten der Natur wie Sturm, Nebel, Dunkelheit, Sonnenblendung, Eis, Schnee usw.;

gegen Abkommen von der Bahn sowie Zusammenstoß mit Gegenständen und Bewegungsvorgängen des gleichen Verkehrsmittels.“

Die Sicherung gegen Widrigkeiten der Natur bleibt hier auf Nebel und Dunkelheit beschränkt.

Für die Binnenschifffahrt ergeben sich daraus zusätzliche Sicherungsmaßnahmen, die folgende Bedingungen erfüllen:

Der Schiffsführer muß jederzeit

- a) mit seinem Fahrzeug eine gegebene Wassertiefe einhalten, also innerhalb fester Fahrwassergrenzen, womöglich in einem bestimmten Fahrwasserbereich, verbleiben und Berührungen mit Untiefen, Wracks oder sonstigen Hindernissen vermeiden können,
- b) feste Anweisungen oder Hinweise für einzelne Punkte oder bestimmte Strecken, die seiner eigenen Sicherheit, der Sicherheit anderer Verkehrsteilnehmer oder dem Schutze der Wasserstraße dienen, sowie Signale zur Wahrschau oder Verkehrsregelung beachten, also zuverlässig erkennen können,
- c) Kollisionen mit anderen Schiffen verhindern, also ihre Anzahl, Art, Größe, Fahrtrichtung, beabsichtigten Manöver usw. rechtzeitig ermitteln können.

Die Tätigkeit des Schiffsführers bei Erfüllung dieser Forderungen kann folgendermaßen analysiert werden:

- a) Er erhält Informationen aus der Umgebung
 - durch unmittelbare Wahrnehmung mit den eigenen Sinnesorganen,
 - durch Personen, die ihm sinnliche Wahrnehmungen übermitteln, z. B. Ausguck oder Lotsen auf dem eigenen Schiff, Wahrschauposten auf Sicherungsfahrzeugen oder an Land usw.,
 - durch technische Navigationshilfsmittel, die ihm Informationen unmittelbar oder über andere Personen zuführen, z. B. optische Peilgeräte, Kompaß, Radargerät, Echolot, Funkpeiler oder Funksprechgerät.
- b) Er wertet diese Informationen aus und beurteilt sie kritisch
 - mit Büchern, Karten, Geräten oder sonstigen Hilfsmitteln,
 - nach seiner Kenntnis der Strecke,
 - nach seinen persönlichen Fähigkeiten und Berufserfahrungen.
- c) Er veranlaßt für sein Schiff, wenn er aus b) ein „Abkommen von der Bahn“ oder die Gefahr eines „Zusammenstoßes mit Gegenständen und Bewegungsvorgängen des gleichen Verkehrsmittels“ erkennt,
 - eine Änderung des Kurses sowie der Geschwindigkeit bis zum Stillstand oder Rückwärtsfahrt,
 - das Setzen von Sichtzeichen und die Abgabe von Licht- oder Schallzeichen, die der jeweiligen Lage und den schiffahrtspolizeilichen Vorschriften entsprechen.

Die Vorgänge unter b) und c) hängen von der Person des Schiffsführers, den Navigationshilfsmitteln, der Entwicklung im Schiffbau usw. ab; sie können durch Sicherungsmaßnahmen an der Wasserstraße nicht beeinflußt werden.

Grundlagen der Navigation sind also Informationen, die der Schiffsführer in der geschilderten Weise aus der Umgebung aufnimmt. Dabei muß unterschieden werden:

Der Informationsinhalt, der eine Unterrichtung über einen bestehenden Zustand oder eine zu befolgende Anweisung sein kann;

das Informationsmittel, das der Übertragung des Informationsinhaltes zum Schiffsführer dient.

Informationsmittel bestehen aus Erzeugen, Übertragen und Aufnehmen von Reizen über eine bestimmte Wegstrecke, denen durch Verabredung ein fester Informationsinhalt — im Gedächtnis oder in Büchern gespeichert — zugeordnet wird. Dabei sind zu unterscheiden:

Natürliche Informationsmittel, die aus natürlichen, verkehrstechnischen oder wasserwirtschaftlichen Gründen, oder auch ohne Beziehung zur Wasserstraße immer gleichmäßig vorhanden sind und vom Schiffsführer durch Auge und Ohr unmittelbar aufgenommen werden;

Künstliche Informationsmittel, die als optische, akustische oder funktechnische Mittel ausschließlich zur Navigationshilfe erzeugt werden und entweder unmittelbar oder über ein besonderes Umwandlungsgerät durch Auge und Ohr aufgenommen werden.

Natürliche Mittel verbinden mit dem gleichen Informationsinhalt unterschiedliche Informationsmittel. Sie erschweren daher dem Schiffsführer die Auswertung durch Belastung des Gedächtnisses oder Benutzung eines Nachschlagewerkes. Bei künstlichen Mitteln können durch Vereinbarungen¹⁾ gleichen Informationsinhalten auch gleiche Informationsmittel zugeordnet werden.

Die größte Informationsreichweite wird in Fahrtrichtung voraus benötigt und hängt neben hydrologischen und meteorologischen Einflüssen von Fahrgeschwindigkeit und Manövriereigenschaften des Schiffes, sowie von Reaktionszeit, Auswertegeschwindigkeit und Entschlußfreudigkeit des Schiffsführers ab. Die Information muß so rechtzeitig aufgenommen werden, daß etwa erforderliche Manöver durchgeführt sind, bevor eine Gefahr für das Schiff eintritt. Folgende Vorgänge laufen dabei hintereinander ab:

Aufnehmen der Information

Auswerten der Information

Entschluß zu einem bestimmten Manöver

Anordnen des Manövers

Durchführen der erforderlichen Maßnahmen an Bord

Reaktion des Schiffes auf das Manöver

Bei den auf deutschen Binnenschiffahrtsstraßen zugelassenen Fahrgeschwindigkeiten und herrschenden Wetterverhältnissen ergeben theoretische Überlegungen und Erfahrungen, daß eine Informationsreichweite von 500 m möglichst nicht unterschritten werden sollte; anzustreben sind 800 bis 1000 m, über 2000 m ist eine Information nur in besonderen Ausnahmefällen erforderlich.

Zur Vereinfachung der Navigation sollten zusätzliche Informationsmittel zur Sicherung der durchgehenden Schifffahrt bei Tag und Nacht und allen Wetterbedingungen möglichst die gleichen Informationen geben, nach denen der Schiffsführer bisher am Tage und bei sichtigem Wetter zu navigieren gewohnt ist. Ein Maßstab für

¹⁾ z. B. Grundsätze für die Bezeichnung der deutschen Küstengewässer vom 12. Februar 1954 — BGBl. II S. 17 ff.

ihre Wirksamkeit ist demnach, wie weit sie die bei Tag und sichtigem Wetter notwendigen Informationen ersetzen oder neue, gleichwertige schaffen können. Dazu müssen zunächst die wichtigsten Informationen für die Tagesnavigation auf Binnenschiffahrtsstraßen festgestellt werden. Zur besseren Übersicht geschieht dies getrennt für verschiedene Fahrtmöglichkeiten.

2.2 Fahrt auf Sicht

Die Navigation beruht allein auf Informationen, die der Schiffsführer mit Auge und Ohr aus der Umgebung wahrnimmt und die ihm Personen oder Navigationshilfsmittel des eigenen Schiffes zuführen. Er erhält weder Beratung noch Anweisung von Land oder Sicherungsfahrzeugen aus, jedoch von anderen Verkehrsteilnehmern die schiffahrtspolizeilich vorgeschriebenen oder sonst üblichen Sicht- und Schallzeichen. Dementsprechend trägt er die volle Verantwortung für seine Navigation allein. Dies ist die normale Fahrt auf der freien Strecke einer Binnenschiffahrtsstraße.

Folgende Informationen sind hierzu notwendig:

2.2.1 Informationen zum Einhalten des Fahrwassers

Das Schiff muß innerhalb des Fahrwassers verbleiben und dabei Berührung mit Untiefen, Wracks oder sonstigen Hindernissen vermeiden. Da das Fahrzeug in den Verkehrsweg eindringt, ist hierfür meist die Wassertiefe maßgebend, die nicht unmittelbar zu erkennen ist. In frei fließenden Gewässern muß zudem für Berg- und Talfahrt ein bestimmter Bereich innerhalb des Fahrwassers aufgesucht werden.

Der Schiffsführer sieht nur die Wasseroberfläche und allenfalls die Ufer. Aus dieser Umgebung muß er zur Einhaltung des Fahrwassers folgende Informationen beziehen:

- a) Die Grenzen des Fahrwassers, und zwar seitliche Grenzen, Abzweigungen oder Einmündungen anderer Fahrwasser, Beginn oder Ende eines Fahrwassers an seeartigen Erweiterungen u. dgl.
- b) Beginn, Ende und seitliche Ausdehnung von Untiefen im Bereich des Fahrwassers.
- c) Lage und Ausdehnung von Wracks oder anderen, nur vorübergehend bestehenden Hindernissen wie verlorene Anker, Ladungsteile u. dgl. innerhalb des Fahrwassers.
- d) Lage, Ausdehnung und Richtung von Brücken- oder Wehrdurchfahrten, Tunneln, Schleusen und anderen erheblichen Einschränkungen des Fahrwassers der Seite oder Höhe nach. Der Schiffsführer muß erkennen, welche Öffnungen befahrbar sind und in welcher Breite und Höhe sowie mit welchem Kurs sie durchfahren werden können.
- e) Lage der Fahrrinne zum Ufer und der Übergänge von einem Ufer zum anderen (im allgemein nur auf fließenden Gewässern).
- f) Verteilung der Stromgeschwindigkeit innerhalb des Fahrwassers eines fließenden Gewässers zur Trennung von Berg- und Talfahrt.
- g) Der jeweils in dem befahrenen Wasserstraßenabschnitt herrschende Wasserstand sowie nach Möglichkeit auch die Wasserstände von ein oder zwei vorausliegenden Abschnitten.

Natürliche Informationsmittel hierfür sind bei Tage und sichtigem Wetter einzelne Berge, Felsen, Bäume, Türme, Schornsteine, Pfähle, Dalben, Bühnenköpfe usw. als Informationspunkte, Berghänge, Baum- und Häuserreihen, Deiche, Uferböschungen usw. als

Informationslinien, ferner Lichtreflexe auf der Wasseroberfläche u. a. m. Künstliche Informationsmittel sind z. B. Tonnen, Baken, Sichtzeichen zur Begrenzung von Brückenöffnungen, An- und Abfahrtsbaken an Flüssen, Band- oder Uhrenpegel.

2.22 Informationen über feste Anweisungen oder Hinweise

Für einzelne Punkte oder bestimmte Strecken muß der Schiffsführer feste Anweisungen oder Hinweise beachten, die seiner eigenen Sicherheit, der Sicherheit anderer Verkehrsteilnehmer oder dem Schutze der Wasserstraße dienen oder auch den Verkehr leichter und flüssiger gestalten sollen. Diese können zu folgenden Hauptgruppen zusammengefaßt werden:

- a) **Gebote**: Der Schiffsführer muß bestimmte Manöver oder Handlungen durchführen, z. B. Geschwindigkeit vermindern, vor einem Punkt halten, ein Schallsignal abgeben, eine angezeigte Richtung einschlagen, eine bestimmte Brückenöffnung benutzen.
- b) **Verbote**: Der Schiffsführer darf bestimmte Manöver oder Handlungen nicht durchführen, z. B. Überholen, Begegnen, Ankern, Anlegen.
- c) **Einschränkungen**: Plötzlich auftretende vorausliegende Einschränkungen im Verkehrsraum sind zu beachten, z. B. Durchfahrthöhe- und -breite unter Brücken, Wassertiefe bei Grundschwellen.
- d) **Hinweise**: Bestimmte Manöver oder Handlungen sollen dem Schiffsführer erleichtert werden, z. B. Anzeigen von Liege- und Wendepätzen, Fähren und Fernspreckstellen, Empfehlen einer Brückenöffnung, Ende eines Ge- oder Verbotes auf einer Strecke.
- e) **Sonstige Hilfen**: Z. B. Anzeigen der Richtung, in der eine Information gilt, zusätzliche Erklärungen in Zahl und Schrift, Kilometertafeln.

Hierfür gibt es auch bei Tage und sichtigem Wetter im allgemeinen nur künstliche Informationsmittel in Form von Schildern oder Tafeln, wie sie von der Straße her bekannt sind. Sie unterscheiden sich in Form und Farbe nach einem einheitlichen System¹⁾. Abweichend von den unter Abschnitt 2.1 angegebenen Informationsreichweiten müssen hier geringere Reichweiten genügen, da die dort geforderten technisch nicht darstellbar sind. Nach den Erfahrungen auf deutschen Binnenschiffahrtstraßen ergeben sich folgende Grenzen:

Deutbarkeitsgrenze ~ 500 m: Man sieht das Zeichen und erkennt, zu welcher Informationsgruppe es gehört.

Erkennbarkeitsgrenze ~ 350 m: Man erkennt die Einzelheiten der Information.

2.23 Information zur Verhütung von Kollisionen

Bewegungen fremder Schiffe werden relativ zum eigenen Schiff beurteilt. Sie können als Mitläufer voraus, achteraus oder auf gleicher Höhe liegen, das eigene Schiff überholen, von ihm überholt werden, ihm begegnen oder vor ihm das Fahrwasser kreuzen. Zur Beurteilung der Lage und der zu treffenden Maßnahmen gehören folgende Informationen:

¹⁾ Ein einheitliches System ist von einem Sachverständigenausschuß des AIPCN erarbeitet und von der ECE allen europäischen Ländern empfohlen worden. Vergleiche Rapport de la Commission pour l'étude de L'unification, sur le plan international, des signaux de navigation intérieure (Commission des Signaux de L'AIPCN), première partie, signalisation des voies navigables. Hrsg. vom AIPCN (Brüssel) 1956. (Nicht veröffentlicht).

- a) Feste Eigenschaften der Schiffe wie Bauart, Größe, Ladung, Manövrierfähigkeit, soweit sie das Verhalten anderer Fahrzeuge beeinflussen, z. B. ob Selbstfahrer, Schleppzug, Bagger oder Arbeitsgerät, ferner Länge, Breite und Tiefgang der Schiffe, ob Feuer- oder Explosionsgefahr besteht.
- b) Stellung und Bewegungszustand der Schiffe, soweit sie dem Schiffsführer Unterlagen über die zu erwartende Ortsveränderung eines auftauchenden Gegenkommers liefern und damit seine navigatorischen Entschlüsse bestimmen, z. B. Fahrtrichtung, Entfernung zum eigenen Schiff, Lage im Fahrwasser, Geschwindigkeit.
- c) Beabsichtigte Manöver der Schiffe, z. B. Wendemanöver, Überholen, falsche Begegnungen an der Steuerbordseite, Kreuzen des Fahrwassers, Ein- und Ausfahrt an Abzweigungen.

Natürliche Informationsmittel hierfür bei Tage und sichtigem Wetter sind z. B. die charakteristischen Formen einzelner Schiffstypen, die sich aus ihren Aufgaben, der Art des Antriebs und der Triebkraft entwickelt haben, die unterschiedliche Ausbildung von Bug und Heck, die Lage des Steuerhauses, Form und Neigung der Schornsteine, ferner die bei der Fahrt entstehende Bugwelle sowie bestimmte Schiffsgeräusche. Künstliche Informationsmittel sind Rotationskörper oder Flaggen in verschiedenen Formen und Farben, Aufschriften, Schallsignale mit Glocken oder Pfeifen usw.

2.3 Fahrt auf überwachter Strecke

Abschnitte einer Wasserstraße werden ständig oder zeitweise überwacht und Schiffe, die sich ihnen nähern, über den zu erwartenden Zustand, beabsichtigte Maßnahmen usw. laufend unterrichtet. Diese Mitteilungen dienen dem Schiffsführer aber nur als zusätzliche Navigationshilfe, seine Entschlüsse bestimmt er auch hier in eigener Verantwortung. Zur Überwachung ist ein besonderer Dienst erforderlich, den im allgemeinen die Verwaltung der Wasserstraße vorhält; sie trägt damit auch die Verantwortung für die Richtigkeit der übermittelten Angaben, soweit ihr dies zugemutet werden kann. Das Verfahren wird für unübersichtliche oder navigatorisch schwierige Strecken, bei Schiffsansammlungen usw. verwendet, dient jedoch immer nur zur Ergänzung der Fahrt auf Sicht.

Hierfür können sehr vielseitige und zahlreiche Informationen notwendig werden, von denen die folgenden z. Z. in der Praxis häufiger vorkommen und durch Schiffahrtspolizeiverordnungen oder allgemeinen Gebrauch geregelt sind:

- a) Schiffsbewegungen im überwachten Abschnitt

Art der Schiffe:	Selbstfahrer oder Schleppzug.
Fahrtrichtung:	Mitläufer oder Gegenkommer, Kreuzen des Fahrwassers.
Lage im Fahrwasser:	Rechte oder linke Fahrwasserseite.
Anzahl der Schiffe:	Abzuwartende Anzahl Gegenkommer, bis die Fahrt fortgesetzt werden darf.
- b) Zustand der Wasserstraßen oder ihrer Anlagen

Unerwartete Wracks:	Lage im Fahrwasser, Passierseite.
Schleusen:	Zur Schleusung vorgesehene Kammer.
Unbekannte Bauarbeiten:	Passierseite, Rücksichtnahme.

Nur künstliche Informationsmittel sind gebräuchlich. Sie bestehen bei Tage und sichtigem Wetter z. Z. aus Rotationskörpern oder Flaggen in verschiedenen Formen und Farben, Lichttagessignalen, auswechselbaren Zahlentafeln oder Uhren mit Stellzeigern, Winksignalen, Anrufen durch Megaphone oder Lautsprecher u. a. m.

2.4 Fahrt nach Signal

Abschnitte einer Wasserstraße werden ständig überwacht, Schiffen, die sich ihnen nähern, jedoch mit Signalen Anweisungen für ihre Weiterfahrt erteilt. Der Schiffsführer hat die gezeigten Signale unbedingt zu beachten, navigiert im übrigen aber wie sonst in eigener Verantwortung. Auch hierfür ist ein besonderer, von der Verwaltung getragener Dienst notwendig, dem mit der weitergehenden Aufgabe auch eine höhere Verantwortung zufällt. Dies Verfahren wird im allgemeinen nur an Schleusen, beweglichen Brücken oder einschiffigen Strecken, sowie an Wasserstraßen mit besonders großer Verkehrsdichte und außergewöhnlichen Verkehrsschwierigkeiten angewendet. Auch die Fahrt nach Signal ergänzt nur die Fahrt auf Sicht. Sie wird an den Binnenschiffahrtsstraßen der Bundesrepublik Deutschland auf folgende Fälle beschränkt:

- Ein- und Ausfahrt an Schleusen und Hebewerken
- Durchfahrt durch bewegliche Brücken und Sperrtore
- Einfahrt in einschiffige Strecken
- Ein- und Ausfahrt an Hafenzufahrten, Nebenarmen, zweiten Fahrten usw.

Signale zeigen mindestens zwei wechselnde Begriffe; im vorliegenden Falle sind dies:

- a) Keine Einfahrt, Ausfahrt oder Durchfahrt
- b) Einfahrt, Ausfahrt oder Durchfahrt frei

Je nach den örtlichen Verhältnissen können diese Informationen weitergehend unterteilt oder auf besondere Fälle abgestimmt werden.

Natürliche Informationsmittel gibt es nicht, künstliche Informationsmittel sind bei Tage und sichtigem Wetter Formsignale aus Scheiben, Bällen oder Armen, neuerdings fast ausschließlich Lichttagessignale, für die ein einheitliches System zweckmäßig ist¹⁾. In Ausnahmefällen werden auch Lautsprecher und Megaphone gebraucht.

3. Informationsmittel zur Sicherung der Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter

3.1 Optische Mittel

Optische Mittel bestehen aus weißen und farbigen Lichtern, einzeln oder in bestimmter Zusammenstellung angeordnet, sowie beleuchteten oder transparent ausgeleuchteten Flächen, die innerhalb der im Abschnitt 2.1 angegebenen Informationsreichweite bis zu einem von den örtlichen Verhältnissen abhängigen Sichtwert vom Schiffsführer erkannt werden müssen²⁾.

3.1.1 Rückstrahler und Reflexstoffe in Verbindung mit Bordscheinwerfern

Rückstrahler und Reflexstoffe sind Materialien, die auftreffendes Licht vorwiegend in die Einfallsrichtung zurückwerfen. Wird ein Scheinwerfer darauf gerichtet, erkennt der Schiffsführer schon auf größere Entfernung ein starkes Aufleuchten. Über ihre Anwendung auf Wasserstraßen liegen bereits weltweite Erfahrungen vor. Danach bewähren

¹⁾ Vergl. Anmerkung auf Seite 75.

²⁾ Über die erforderlichen Licht- bzw. Beleuchtungsstärken bestehen anerkannte Berechnungsverfahren, über die Farbgrößen der farbigen Lichter internationale Vereinbarungen im Rahmen der CIE, in Deutschland DIN 6163. Entsprechende Regelungen sind für Körperfarben beabsichtigt.

sich am besten Reflexstoffe¹⁾, die aus einer großen Anzahl kleiner katadioptrisch wirkender Teile (meist Glaskugeln $< 0,1 \text{ mm } \phi$) in Kunstharzbettung bestehen und als Papier- oder Gewebefolien auf glatte Flächen geklebt, oder als feste Aluminiumfolie mechanisch befestigt werden. Sie werden in allen im Verkehr gebräuchlichen Farben hergestellt. Den besten Wirkungsgrad haben silberne Reflexstoffe²⁾. Fast alle nach Ziffer 2. der Tagesfahrt dienenden optischen Informationsmittel können mit Reflexstoffen belegt und damit der Nachtfahrt nutzbar gemacht werden. Vorwiegend kennzeichnen sie jedoch Punkte im oder am Fahrwasser, z. B. Bäume, Molenköpfe, Brückenpfeiler, Tonnen, Baken usw. Die Fahrwasserseite oder anderweitige Bedeutung wird dabei durch verschiedene Farben oder durch unterschiedliche Anzahl silberner Streifen gekennzeichnet. Auch werden Toppzeichen als Ganzes mit Reflexstoffen belegt, so daß ihre charakteristische Form erkannt wird, desgleichen Aufschriften, Kilometer tafeln, Verkehrszeichen usw. Bild 1 zeigt ein besonders vorteilhaftes Beispiel am Neckar, das die



Bild 1
Schwimmstangen mit Reflexstoffen auf dem Neckar im Scheinwerferlicht
Abstand 100 bis 200 m

Fahrwassergrenzen wie eine Lichterkette erscheinen läßt. Bei sichtigem Wetter und Gebrauch der üblichen Scheinwerfer (35 bis 150 Watt) sind nach den vorliegenden Erfahrungen auch farbige Reflexionsstoffe bis 600 m zu erkennen, sofern der Lichteinfallswinkel kleiner als 50° und die Größe einer reflektierenden Fläche mindestens 200 cm^2 beträgt; größere Flächen sind erwünscht. Bei den auf der Donau üblichen 1000 W-Scheinwerfern sind Reflexstoffflächen bis 2000 m sichtbar. Damit erfüllt dieses Mittel die unter Ziffer 2.1 geforderten Informationsreichweiten.

Die Verwendung der Scheinwerfer hat folgende Nachteile:

- a) In stärker befahrenen Fahrwassern treten störende Blendungen auf.
- b) Der Schiffsführer wird durch den Lichtkegel des eigenen Scheinwerfers geblendet, und zwar um so mehr, je diesiger die Luft ist.

¹⁾ In der Bundesrepublik Deutschland genormt nach DIN 67 520, Bl. 1.

²⁾ Rückstrahlwert > 50 gegenüber 5 bis 15 bei anderen Farben.

Zur Vermeidung störender Blendung sind 1951 auf dem Dortmund-Ems-Kanal Versuche mit polarisierten Scheinwerfern durchgeführt; sie ergaben jedoch mehr als 80 % Lichtverlust des eigenen Scheinwerfers und zu große Beeinträchtigung des Schiffsführers durch polarisierte Brillen oder Vorsatzscheiben.

In einigen Fällen ist versucht worden, die Nachtfahrt zum Schutz gegen Blendung tageweise wechselnd auf eine Fahrtrichtung zu beschränken. Dies mindert aber die Verkehrsleistung so sehr, daß der wirtschaftliche Wert der Nachtfahrt in Frage gestellt ist. Geschickte Anordnung eines Scheinwerfers mit großer Breiten- aber geringer Höhenstreuung an der Steuerbordseite unter dem Bug und äußerste Disziplin im Scheinwerfergebrauch können aber nach den in Deutschland vorliegenden Erfahrungen die Blendung auf ein erträgliches Maß herabsetzen und damit bei guter

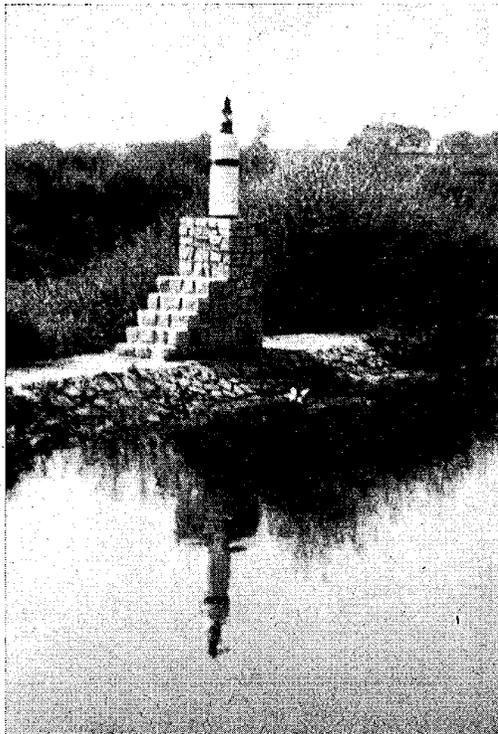


Bild 2

Propanbake an der deutschen Donaustrecke

Witterung und hellen Nächten eine ausreichende Sicherung der Nachtfahrt gewährleisten. Viele Schifffahrtreibende halten jedoch dann eine Fahrt ohne Scheinwerfer mit dunkeladaptiertem Auge für sicherer.

3.12 Befeuerung

Eine Befeuerung besteht aus festen punktförmigen Lichtern (Leuchtfener) auf oder an der Wasserstraße, deren Lichtstärke so bemessen ist, daß sie zwar an der Grenze der erlaubt, die Dunkeladaptation des Auges im Ruderhaus aber möglichst wenig beeinträch-

tigen. Die Lichter können zur gegenseitigen Unterscheidung oder Heraushebung aus dem Informationsreichweite noch wahrgenommen werden, solange die Sicht einen Verkehr Umfeld mit Farb- oder Taktkennungen versehen werden, die gleichzeitig die von ihnen ausgehende Information genauer festlegen. Gegenüber den Reflexstoffen haben sie neben größerer Reichweite den Vorteil, daß keine störende Blendung entsteht und die Aufmerksamkeit des Schiffsführers durch Bedienung der Scheinwerfer nicht abgelenkt wird; allerdings wird dies durch höheren Aufwand bei der Verwaltung erkauft, die im allgemeinen die Befuerung einer Wasserstraße vorhält.

Es sind Gasfeuer und elektrische Feuer in Gebrauch. Als Energiequelle für Gasfeuer wird an deutschen Binnenschiffahrtstraßen nur Propan¹⁾ verwendet, in den Nachbarländern vielfach auch Azetylen. Propanflaschen werden in wasserdichte Flaschenschränke gestellt, auf die in der Küstenbefuerung entwickelte Seelaternen gesetzt werden. Durch eingesetzte Farbglaszylinder können die Feuer rot oder grün gefärbt, durch eingebaute Blinker mit jeder gewünschten Taktkennung versehen werden. Bild 2 zeigt ein solches Feuer an der deutschen Donaustrecke. Propanfeuer dieser Art werden auch auf Leuchttönen verwendet, die den an der Küste erprobten Formen entsprechen. Einseitig verankerte Flöße in flacher, langgestreckter Form mit Propan-Leuchtaufbauten liegen ruhig und stabil in fließenden Gewässern, so daß sie auch seitengebundene Lichter unterschiedlicher Kennung zeigen können²⁾.

Elektrische, mit Netzstrom oder aus Diesel-Aggregaten versorgte Feuer können ohne Schwierigkeiten mit jeder gewünschten Lichtstärke und Kennung betrieben werden. Bei fehlender Stromversorgung werden in der Küstenbefuerung entwickelte „Bojenleuchten“ verwendet. Geschlossene, zylindrische Blechbehälter enthalten eine Anzahl Luftsauerstoffelemente und einen Kennungsgeber. Auf dem Deckel sitzt eine Zwergglühlampe mit Schutzglocke, die zur Erhöhung der Lichtstärke auch mit einer Gürtelleuchte ausgerüstet werden kann. Solche Bojenleuchten können wie Propanfeuer als Leuchtbaken, Leuchttönen oder Leuchtflöße verwendet werden.

Eine elektrische Streckenbefuerung nach dem Vorbild des Kiel-Kanals besteht aus einer Kette einzelner weißer, fester Feuer geringer Lichtstärke³⁾ an einem oder beiden Ufern der Wasserstraße, die dem Schiffsführer den Verlauf der vor ihm liegenden Strecke zeigt, ohne die Ufer zu beleuchten und ihn zu blenden. Bild 3 bringt ein Beispiel vom Kiel-Kanal; man erkennt deutlich die Rechtskurve nach 6 Feuern (1200 m). Wichtige Punkte wie Einschränkungen oder Erweiterungen des Fahrwassers, Fähren usw. können durch Feuer mit Farb- oder Taktkennungen oder durch mehrere Feuer in bestimmter Stellung zueinander bezeichnet werden. Ähnliche Anlagen sind auch an belgischen Kanalstrecken vorhanden; sie sind zwar teuer, aber sehr wirksam für die Nachtfahrt bei starkem Verkehr⁴⁾.

Zur Ersparnis kann es zweckmäßig sein, Leuchtfeuer während des Tages durch Schaltungen oder lichtelektrische Schalter auszuschalten. Taktkennungen werden durch besondere Kennungsgeber erzeugt. Über die Anwendung der Kennungen bestehen auf den europäischen Binnenschiffahrtstraßen internationale Richtlinien⁵⁾.

¹⁾ Reinpropan nach DIN 1875.

²⁾ z. B. Kennzeichnung von Schiffahrtshindernissen unter Angabe der Passierseite.

³⁾ 15 bis 20 cd.

⁴⁾ Kosten je nach Feuerabstand und örtlichen Verhältnissen zwischen 10 000 und 20 000 DM je km Wasserstraße.

⁵⁾ Vergl. Anmerkung Seite 75.

Eine Befeuerung übermittelt dem Schiffsführer nur ausreichende Informationen zum Einhalten des Fahrwassers nach Ziffer 2.21. Z. B. werden Fahrwassergrenzen und Untiefen durch weiße Feuer mit Taktkennungen oder rote und grüne Festfeuer bezeichnet¹⁾, Wracks und Hindernisse, Brückendurchfahrten u. dgl. durch ein oder mehrere weiße oder farbige Lichter usw. Weiße Feuer sind wegen der größeren Tragweite bei gleichem Energieaufwand wirtschaftlicher. Anlagen dieser Art mit Propanfeuer werden auf der Ems und Donau über ca. 200 km Länge betrieben, da Propanbaken zwar in der Beschaffung 2 bis 5mal so teuer sind, aber höhere Lichtstärken erreichen und nur $\frac{1}{3}$ der Betriebskosten elektrischer Bojenleuchten benötigen. Die notwendige Schulung und Erfahrung des Wartungspersonals führt jedoch u. U. dazu, trotz höherer Betriebskosten und geringerer Lichtstärken elektrische Bojenleuchten vorzuziehen, zumal für 2 km Informationsreichweite bei starkem Dunst schon eine Lichtstärke von 30 cd genügt, die bei mäßigem Nebel noch eine Tragweite von 300 bis 400 m erreicht.

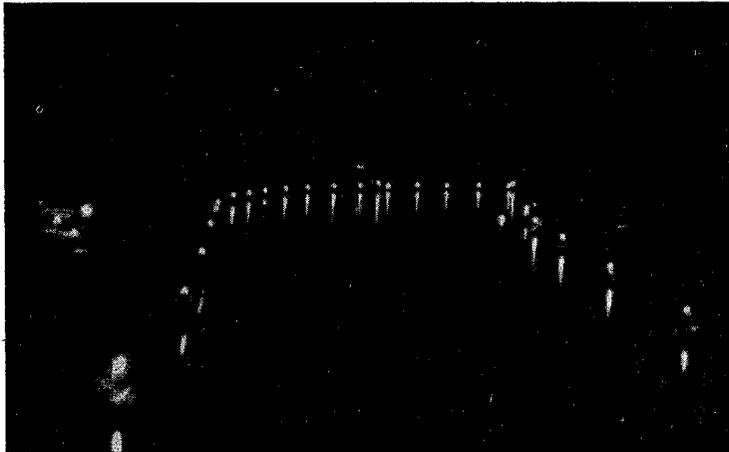


Bild 3

Streckenbefeuerung des Kiel-Kanals, Blick von der Levensauer Hochbrücke nach Westen

3.13 Beleuchtung

Es gibt Fahrwasserabschnitte, in denen eine Nachtfahrt weder mit Reflexstoffen noch mit einer Befeuerung ausreichend gesichert werden kann. Dazu gehören z. B. Schleusen, Brückendurchfahrten, Hafenanlagen, gefährliche Engstellen usw. Eine Beleuchtungsanlage hat sich hier als geeignete Hilfe erwiesen. Die Anforderungen an eine solche Anlage sind in der Bundesrepublik Deutschland an vielen Schleusen untersucht worden. Als Ergebnis wurde 1957 die DIN 67 500: „Schleusen- und Vorhafenbeleuchtung — Richtlinien“ herausgegeben, die zwar nur für Schleusen und Vorhäfen verbindlich ist, aber sinngemäß angewendet auch als Grundlage für andere Beleuchtungsaufgaben dient.

Es werden Natrium-Dampflampen und Niederspannungs-Leuchtstofflampen von 20 bis 85 Watt verwendet, die in Queraufhängung mit einer Lichtpunkthöhe von ~ 8 m und

¹⁾ Grundsätzlich gilt hierfür: Einzelblitze oder Einzelunterbrechungen, ungerade Gruppen, grüne Feuer beliebiger Kennung an der linken Stromseite; weiße, ungerade Gruppen von Blitzen oder Unterbrechungen, rote Feuer beliebiger Kennung an der rechten Stromseite; weiße Feuer mit Gleichtakt- oder Funkelkennung in Fahrwassermitte.

einem Mastabstand von ~ 40 m die Forderung der DIN 67 500 gut erfüllen. Sie brennen in Spiegelleuchten mit tief-breit strahlender Lichtverteilung, deren Hauptstrahlungsrichtung parallel zum Ufer liegt. Zur Aufhängung der Leuchten werden sowohl Betonmasten mit stählernen Auslegern als auch Stahlmaste in Peitschenform aufgestellt.

Oberstes Ziel einer Beleuchtungsanlage ist ein aufgehellter Raum, der den Schiffsführer das Schätzen von Entfernungen sowie die Bestimmung von Kurs und Fahrtgeschwindigkeit erleichtert. Auf richtige Abstufung der Beleuchtungsstärke am Beginn und Ende einer beleuchteten Strecke mit Rücksicht auf die Adaptationsgeschwindigkeit des Auges ist zu achten; maßgebend ist die Ausfahrt aus einer beleuchteten Strecke, da zur Umstellung des Auges von hohen auf geringe Leuchtdichten die längere Zeit benötigt wird. Störende Blendung unmittelbar oder durch Reflexion auf dem Wasser in der Schleusenachse als Blickrichtung des Schiffers während des Einfahrtmanövers ist zu vermeiden, weshalb die oft angewendete Ausleuchtung der Schleusen-kammern durch in der Achse aufgehängte Lampen abzulehnen ist.

Die von einer Beleuchtungsanlage zu vermittelnden Informationen entsprechen denen optischer Tagesinformationsmittel, wobei das verminderte Beleuchtungsniveau zu berücksichtigen ist¹⁾.

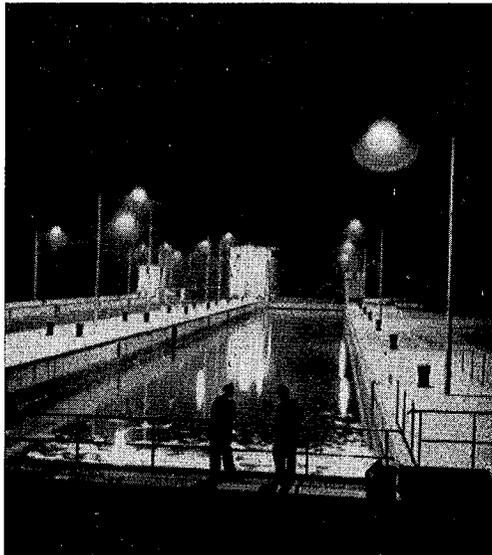


Bild 4

Beleuchtung der Schleuse Hofen/Neckar nach DIN 67 500 mit Na-Lampen

1958 waren an den Binnenschiffahrtstraßen der Bundesrepublik 34 Schleusen mit einem Gesamtaufwand von ca. 1,7 Mill. DM mit modernen Beleuchtungsanlagen ausgerüstet. Bild 4 zeigt davon eine mit Natrium-Dampflampen beleuchtete Schleuse am Neckar. Die Erfahrungen dabei haben ergeben, daß Natrium-Dampflampen durch hohe Lichtausbeute, besonders gute Kontrastwirkungen, sowie kleine Abmessungen und Gewichte so große Vorteile aufweisen, daß die Farbentstellung durch das

¹⁾ Größte Beleuchtungsstärke nach DIN 67 500 ist 8 lx, mittlere Tagesbeleuchtungsstärke bei bedecktem Wetter im Dezember mittags etwa 3000 lx.

gelbe Licht in Kauf genommen werden kann. Die Wirkung einer Beleuchtung kann durch helle Baumaterialien, helle Anstriche der Kammerwand, sowie helle Streifen an Leiternischen, Schleusentoren, Dalben usw. wesentlich unterstützt werden. Der Anteil einer vollständigen Beleuchtung nach DIN 67 500 an den Gesamtkosten einer Schleuse mit Vorhäfen liegt nach deutschen Erfahrungen meist unter 1 %.

3.14 Lichttagessignale

Unter Ziffer 2.3 und 2.4 wurden bereits Lichttagessignale genannt; sie vermitteln die gleichen Informationen auch zur Sicherung der Nachtfahrt. Sie wurden auf Binnenschiffahrtstraßen eingeführt, nachdem die bei der Eisenbahn entwickelten Signallaternen den Bedürfnissen des Verkehrs auf Wasserstraßen angepaßt worden waren, wozu u. a. größere Tragweite und größere Streuwinkel gehören. Verwendet werden besondere Lichttagessignallaternen mit geschliffenen Vollinsen und sehr kleinen hellen Glühlampen, deren Stromverbrauch bei Nacht zur Vermeidung störender Blendung um 30 bis 50 % herabgesetzt wird, wodurch die Lichtstärke auf etwa 8 % sinkt. Zur Ermittlung der für die geforderte Informationsreichweite notwendigen Lichtstärke bei Tag und Nacht gibt es einschlägige Berechnungsverfahren. Das scharf gebündelte Licht wird durch Vorsetzen von Streuscheiben — allerdings auf Kosten der Lichtstärke — den jeweiligen örtlichen Verhältnissen angepaßt. Rote und grüne Farbscheiben müssen DIN 6163, Blatt 2, genügen. Im übrigen entsprechen alle Anforderungen denen der Eisenbahn. Um den Bediensteten gute Übersicht über den Stand der Signale zu schaffen und unbeabsichtigte Schaltungen zu vermeiden, haben sich Stellische nach dem Vorbild der Gleisbildstellwerke bewährt.

Ein einheitliches Signalsystem ist notwendig, wie es die ECE für Europa empfohlen hat¹⁾. Die Grundstellung aller Signale danach ist der „Halt-Begriff“ (2 rote Lichter nebeneinander). Schaltung auf „Fahrt“ (2 grüne Lichter nebeneinander) soll erst möglich sein, wenn die gesicherte Betriebsanlage in geöffneter Endstellung einen Schließkontakt betätigt hat. Signale sollen in Fahrtrichtung rechts möglichst niedrig und dicht vor der Gefahrenstelle angeordnet werden, damit benachbarte Verkehrsmittel nicht beeinträchtigt und Änderungen des Signals bis zum letzten Augenblick vom Schiffsführer wahrgenommen werden.

1958 waren in der Bundesrepublik Deutschland etwa 70 Schleusen mit einem Aufwand von 1,3 Mill. DM mit Lichttagessignalanlagen ausgerüstet, außerdem 9 Brücken mit 0,12 Mill. DM.

3.15 Verkehrszeichen

Unter Ziffer 2.22 wurden farbige Verkehrszeichen als Informationsmittel für feste Anweisungen und Hinweise genannt; sie müssen zur Sicherung der Nachtfahrt ausreichend beleuchtet werden können. Da es sich um größere Flächen mit Farbkontrasten handelt, sind theoretische Überlegungen über die lichttechnischen Anforderungen nicht ausreichend. Auf den Binnenschiffahrtstraßen der Bundesrepublik wurden daher praktische Versuche unter wechselnden Sichtverhältnissen durchgeführt, um eine technisch und wirtschaftlich befriedigende Lösung hierfür zu finden.

Danach können Schilder von mindestens 1 m Kantenlänge innerhalb der unter Ziffer 2.2 genannten Informationsreichweiten erkannt werden, wenn die Leuchtdichte etwa 100 asb beträgt, Symbole in einer Ausdehnung wenigstens 50 cm erreichen und die Striche je nach den verwendeten Farben 8 bis 15 cm stark sind. Ein von der ECE empfohlenes europäisches System¹⁾ verwendet nur die Farben Weiß, Schwarz, Blau und Rot.

¹⁾ Vergl. Anmerkung auf Seite 75.

Die Beleuchtung der Schilder kann elektrisch oder mit Propan durch Anstrahlung oder Transparentausleuchtung erfolgen. Anstrahlung ermöglicht die Verwendung einfacher undurchsichtiger Schilder, erfordert aber größere Lichtleistung. Transparentausleuchtung ist daher vorzuziehen. Die Gehäuse ähneln den im Straßenverkehr verwendeten und enthalten Vorrichtungen zum wahlweisen Einbau von Leuchtstofflampen oder Propan-Glühlichtbrennern. Für die geforderte Leuchtdichte genügen 1 bis 2 Leuchtstofflampen je 10 Watt oder Glühkörper GG 10. Besondere Schwierigkeiten bietet die Transparenzscheibe, da sie bei Tag und Nacht gleich gut zu erkennen sein soll. Am besten geeignet zeigten sich Gläser aus weiß durchscheinendem Kunststoff (Acrylgläser), auf die farbiges Plexiglas geklebt wird. Sie sind außerdem elastisch und vertragen Stöße und Steinwürfe besser.

Die Beschaffung und Aufstellung solcher Verkehrszeichen in größerem Umfange soll an den Binnenschiffahrtstraßen der Bundesrepublik in Kürze erfolgen.

3.16 Fahrtlichter der Schiffe

Auf See- und Binnenschiffen sind seit Jahrzehnten einheitliche Fahrtlichter gebräuchlich, die durch Positionslaternen dargestellt werden. Für die technische Ausführung gilt in der Bundesrepublik Deutschland DIN 89 950; rote, grüne, blaue oder gelbe Einsatzgläser müssen DIN 6163, Blatt 6, genügen. Die Abgrenzung der horizontalen Winkel, innerhalb welcher bestimmte Fahrtlichter sichtbar sein müssen, die Festlegung der Farbwerte und Mindesttragweiten, auch die Bedeutung der einzelnen Fahrtlichter sind auf internationaler Grundlage durch nationale Gesetze und Verordnungen geregelt.

Fahrtlichter vermitteln für die Nachtfahrt nur Informationen zur Verhütung von Kollisionen nach Ziffer 2.23. Sie geben z. B. die Fahrtrichtung und Lage im Fahrwasser durch rote und grüne Seitenlichter an, die Bauart und Größe durch Topp- und Hecklichter in Verbindung mit Lichtern für Sonderfahrzeuge wie Fähren, Tanker usw.

3.17 Lichtsperrern

Lichtsperrern sind Vorrichtungen, die irgendwo ein Licht- oder Schallsignal auslösen, wenn ein Schiff in einen bestimmten Fahrwasserabschnitt einfährt oder diesen verläßt. Zur Sicherung der Nachtfahrt können sie erhöhte Bedeutung gewinnen, da die Übersicht gegenüber dem Tageszustand wesentlich eingeschränkt ist. In der Bundesrepublik sind daher Versuche mit Lichtsperrern am Kiel-Kanal und Dortmund-Ems-Kanal durchgeführt worden.

Ein scharf gebündelter Lichtstrahl kreuzt das Fahrwasser und trifft am gegenüberliegenden Ufer auf eine Photozelle. Setzt der Empfang infolge Unterbrechung des Lichtstrahls durch ein passierendes Schiff aus, so wird ein optisches oder akustisches Warnsignal ausgelöst. Durch geeignete Maßnahmen kann die Anzeige richtungsabhängig gemacht werden.

Lichtsperrern können nur Informationen nach Ziffer 2.3 und 2.4 übermitteln. Fahrt auf überwachter Strecke liegt vor, wenn z. B. eine Fähre durch Lichtsperrern gesichert wird. Auf die Fähre zufahrende Schiffe lösen mit einer richtungsabhängigen Lichtsperrern ein Signal an der Fähre aus, das so lange stehen bleibt, bis das Schiff die Fährstelle passiert hat. Fahrt nach Signal liegt vor, wenn der Verkehr auf einer einschiffigen Strecke geregelt werden soll. Jedes einfahrende Schiff schaltet mit einer richtungsabhängigen Sperrern ein Haltesignal am anderen Ende der Strecke ein.

Die Versuche haben bereits gezeigt, daß eine richtungsabhängige Lichtsperrern versagt, wenn Schiffe sich beim Passieren der Sperrern begegnen; eine zweite Lichtsperrern im Abstand etwa einer Schiffslänge ist zur Sicherheit erforderlich. Dadurch steigen die

Kosten erheblich. Die weitere Entwicklung solcher Anlagen wird davon abhängen, ob ihre Betriebssicherheit befriedigt und größerer Bedarf auftritt. Sie haben den Vorteil, daß sie mit Infrarot betrieben auch der Sicherung der Fahrt bei unsichtigem Wetter dienen können.

3.18 Fernsehgeräte

Fernsehgeräte sind zur Sicherung der Bewegungsvorgänge an den Toren langer und unübersichtlicher Schleusen bei gleichzeitiger Einsparung von Personal am Main und an der österreichischen Donau-Strecke mit Erfolg eingesetzt worden. Sie dienen jedoch vorwiegend der Sicherung der Tagesfahrt, da ihre Verwendung bei Nacht besondere Beleuchtungsanlagen erfordert.

Die technische Entwicklung der Infrarot-Fernsehgeräte läßt jedoch erwarten, daß die Sicherung von Schleusendurchfahrten bei Nacht und bei unsichtigem Wetter wesentlich verbessert werden kann. Gewisse Nachteile, die bei normalen Fernsehgeräten und den dafür erforderlichen starken Lichtquellen durch Blendung der Schifffahrt eintreten, könnten durch solche Geräte vermieden werden.

3.2 Akustische Mittel

Akustische Mittel bestehen aus Schallquellen, deren Energie im Luftraum oder im Wasser abgestrahlt wird. Die Ausbreitung des Schalles in der Luft hängt wesentlich von den Frequenzen der Schallquelle und den meteorologischen Verhältnissen ab, so daß zuverlässige Berechnungsmethoden hierfür nicht bestehen. Dagegen ist die Unterwasserschallausbreitung bekannt und rechnerisch zu erfassen.

3.21 Orstfeste Luftschallsender

Ortsfest aufgestellte elektrische Membran-Luftschallsender oder Preßlufttyphone, die auf bestimmten Frequenzen gut unterscheidbare Taktkennungen senden, sind in der Seeschifffahrt als Navigationshilfe bei unsichtigem Wetter seit über 30 Jahren gebräuchlich. Sie können auch für die Binnenschifffahrt Informationen zum Einhalten des Fahrwassers nach Ziffer 2.21 geben, wenn sie z. B. an einzelnen besonders gefährlichen Punkten in oder am Fahrwasser aufgestellt werden. Sie sind jedoch sehr aufwendig. Bisher bestehen solche Anlagen auf Binnenschifffahrtstraßen nicht, es ist auch unwahrscheinlich, daß sie in Zukunft hierfür verwendet werden.

3.22 Schallsignale an Bord von Schiffen

Informationen zur Verhütung von Kollisionen nach Ziffer 2.23 werden bei unsichtigem Wetter schon von alters her durch Schallsignale an Bord der Schiffe übermittelt. Sie können ebenfalls einer Sicherung der Nachtfahrt dienen, zumal sie heute vielfach mit Lichthupen gekoppelt sind¹⁾, indem sie als eine Ergänzung der Fahrtlichter (Ziffer 3.16) betrachtet werden, deren Informationen sie bei unsichtigem Wetter übernehmen.

Die Technik solcher Geräte ist bekannt und bietet nichts Besonderes. Die abgegebenen Schallsignale erhalten durch verschiedene Frequenz sowie Kombination langer und kurzer Töne unterscheidbare Kennungen, die auf internationaler Grundlage weitgehend einheitlich festgelegt sind.

3.23 Lautsprecher

Einfache Handmegaphone sind in ihrer Reichweite beschränkt. Elektrische Megaphone ermöglichen eine Verständigung auf 200 bis 1000 m. Ortsfeste Lautsprecher erzielen

¹⁾ Auf dem Rhein vorgeschrieben.

heute Reichweiten bis 600 m und mehr, so daß die unter Ziffer 2.1 geforderten Informationsreichweiten erfüllt werden können.

Neben Sprechverbindungen über das ganze Schiff ergeben sich damit folgende Möglichkeiten zur Sicherung der Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter auf Binnenschiffahrtstraßen:

- a) Verbindung vom Schlepper zum Anhang oder von einem lotsenden Fahrzeug zu den nachfolgenden (Convoy-Fahrt)
- b) Austausch von Informationen zwischen einander ansichtig werdenden Fahrzeugen
- c) Informationen für Fahrt auf überwachter Strecke von einem Wahrschauposten aus, sowie für Fahrt nach Signal, wenn die optischen Anlagen ausgefallen sind oder einer Ergänzung bedürfen.

a) und b) sind vorwiegend Informationen zur Verhütung von Kollisionen nach Ziffer 2.23. Für c) waren bis 1958 in der Bundesrepublik ~ 80 ortsfeste Lautsprecheranlagen an Schleusen mit einem Kostenaufwand von ~ 800 000 DM eingebaut. Sie dienen der Durchgabe von Mitteilungen oder Weisungen an die Schiffe und der Verständigung des Schleusenpersonals untereinander. Damit erhöhen sie die Sicherheit im Schleusenbetrieb bei Nacht und unsichtigem Wetter.

3.24 Echolote

Die Unterwasserschalltechnik hat vertikale und horizontale Echolote entwickelt, die sich als Navigationsmittel im Küstengebiet, für Vermessung, Wracksuche, Ortung von Fischen u. dgl. gut bewährt haben. Versuche auf Rhein und Donau haben gezeigt, daß sich auch auf Binnenschiffahrtstraßen eine Anwendungsmöglichkeit abzeichnet.

Ein unter dem Schiffsboden ausgefahrener Schwinger sendet gerichtete Ultraschallimpulse aus, die am Unterwasserprofil der Wasserstraße, an Schiffen, Bojen oder anderen festen Gegenständen reflektiert werden, als Echo zum Schwinger zurückkehren und hier eine Lichtanzeige oder einen Schreibimpuls auslösen. Die dazu benötigte Zeit ist proportional der Entfernung. Vertikalecholote sind in der Seefahrt weit verbreitet; jedoch nur für größere Tiefen mit langsamer Lotfolge eingerichtet. Für die Binnenschiffahrt sind Wassertiefen über 5 m ohne Bedeutung, schnelle Lotfolge und genaue Anzeige dicht unter dem Schiffsboden aber wichtig. Nur solche Flachlote zu günstigem Preise, deren Fertigung die Industrie schon aufgenommen hat¹⁾, können Bedeutung in der Binnenschiffahrt gewinnen. Horizontalecholote werden bisher nur für Spezialaufgaben auf See eingesetzt, wo sie ~ 2000 m Informationsreichweite erzielen. Eine Weiterentwicklung für Zwecke der Binnenschiffahrt erscheint möglich.

Echolote übermitteln Informationen zum Einhalten des Fahrwassers nach Ziffer 2.21, z. B. laufende Angabe der Wassertiefe und Entfernung zum Ufer, Anzeige von Unterwasserhindernissen usw. Horizontallote können außerdem Informationen zur Verhütung von Kollisionen nach Ziffer 2.23 vermitteln, z. B. die Lage eines Schiffes im Fahrwasser und sein Bewegungszustand.

3.25 Unterwasserschallsignale

Unterwasserschallsignale waren lange Jahre auf Feuerschiffen zur Richtungs- und Abstandspeilung in Betrieb, sind aber durch die modernen Funknavigationsverfahren verdrängt worden. Ihre Verwendung zur Sicherung der Binnenschiffahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter wäre denkbar.

¹⁾ z. B. „Miniskop“ der Fa. Electroacoustic Kiel, Preis rd. 1600 DM.

Als Sender kommen elektrische Membransender in Frage, die Signale beliebiger Taktkennung bei 3000 Hz abstrahlen und bei ungestörter Ausbreitung bis 9 km Reichweite erzielen können. Sender und Empfänger werden an Backbord und Steuerbord derart abgeschirmt eingebaut, daß immer nur im Winkelbereich der roten oder grünen Seitenlichter gesendet oder empfangen werden kann. Dadurch ist eine Seitenbestimmung einfallender Signale möglich, wobei auch die zugekehrte Seite des georteten Schiffes bestimmt werden kann, wenn dies nach Backbord und Steuerbord Signale unterschiedlicher Kennung abstrahlt.

Sind diese Kennungen international vereinbart, so können Informationen zur Verhütung von Kollisionen nach Ziffer 2.23 übermittelt werden, z. B. Stellung und Bewegungszustand der Schiffe, feste Eigenschaften und beabsichtigte Manöver. Das ange-deutete Verfahren ist aber bisher weder geräteseitig entwickelt noch praktisch erprobt worden.

3.3 Funktechnische Mittel

Die Entwicklung der Funktechnik zu immer kürzeren Wellen hat auch für das vorliegende Problem neue Wege eröffnet. Von besonderer Bedeutung ist dabei, daß sich die Ausbreitung der Funkwellen mit abnehmender Wellenlänge dem Verhalten der Lichtwellen nähert. Dm- und cm-Wellen reichen kaum weiter als optische Sicht und werden nach den Gesetzen der Optik reflektiert. Dementsprechend können die Frequenzen durch mehrfache Wiederholung entlang einer Wasserstraße besser ausgenutzt werden, was zudem die Frequenzauslegung der Geräte vereinfacht.

3.31 Radarnavigation

Radarnavigation sichert die Schifffahrt bei unsichtigem Wetter und Dunkelheit. Der Schiffsführer arbeitet dabei fast ausschließlich nach dem maßstabgetreuen, kartenähnlichen Schirmbild eines Radargerätes, das ihm ausreichende Informationen zum Einhalten des Fahrwassers (Ziffer 2.21) und zur Verhütung von Kollisionen (Ziffer 2.23) übermitteln muß. Größere Erfahrungen über Radarnavigation auf Binnenschiffahrtsstraßen liegen in Westeuropa nur am Rhein vor, auf dem jahrelange Versuche in Zusammenarbeit von Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland und Radarfirmen mit der Schifffahrt durchgeführt wurden. Sie zeigten sehr bald, daß eine sichere Radarnavigation neben großer Erfahrung des Schiffsführers die Entwicklung von Spezialradargeräten für die Binnenschifffahrt sowie ausreichende feste Ziele in und an der Wasserstraße unbedingt voraussetzte. Das Gerät mußte zuverlässige Informationen bis 1200 m voraus und 400 m achteraus gewährleisten. Für die Nachtfahrt erwies es sich als besonders vorteilhaft, daß ein schwach leuchtendes Schirmbild bei abwechselnder Betrachtung der Umgebung und des Bildes nur eine geringe Umgewöhnung des Auges erfordert.

Der Schiffsführer darf aber nie vergessen, daß zu kleine oder in ungünstigem Winkel zur Antenne liegende Flächen sowie Unterwasserhindernisse nicht abgebildet werden, daß Schattensektoren durch abdeckende Ziele entstehen und wechselnde Wasserstände das Schirmbild erheblich verändern können. Das Radarbild ist also selbst vom gleichen Standort aus durchaus nicht immer gleich. Radarnavigation erfordert daher Übung, Erfahrung und Ortskenntnis, sowie eine ständige ungestörte Beobachtung des Bildschirmes zur gewissenhaften Verfolgung aller beweglichen Ziele im Kollisionsbereich. Auf dem Rhein ist daher die Bedienung von Ruder und Radargerät durch dieselbe Person verboten.

Geeignete Radargeräte für Binnenschiffe stehen seit 1956 zur Verfügung. Wesentliche Merkmale dieser Geräte sind: Entfernungsbereiche von 800 bis 8000 m bei größtem

Maßstab 1 : 8000, Dezentrierung des Bildes im kleinsten Bereich auf 800 m voraus und 400 m achteraus, bessere Auflösung durch kleinere Impulsdauer und schärfste Antennenbündelung, Leistung mit Rücksicht auf die schwachen Bordnetze der Binnenschiffe ~ 900 W, möglichst geringe Abmessungen und Gewichte. Es kam daher nur ein Gerät mit 3 cm Wellenlänge in Frage. 1958 waren auf dem Rhein ~ 100 Schiffe mit solchen Geräten ausgerüstet.

Die Trägheit des Schirmbildes läßt zu spät erkennen, wann das Fahrzeug den Kurs im beabsichtigten Sinne geändert hat, zu hartes und zu langes Ruderlegen führen daher zu unerwünschten Zickzackkursen. Ein besonderer *Wendeweisiger*, der schon Drehgeschwindigkeiten von mindestens $10^\circ/\text{min}$ anzeigen muß, beseitigt diesen Mangel weitgehend. Dieser hat sich so gut bewährt, daß er auch ohne Radar gerne verwendet wird.

Passive Ziele müssen genügend Energie zurückstrahlen, um nach allen Richtungen auf dem Bildschirm zu erscheinen. Das erfordert weitgehend aufwärtsgerichtete Flächen. Sie müssen ferner so zahlreich vorhanden und charakteristisch gruppiert sein, daß die

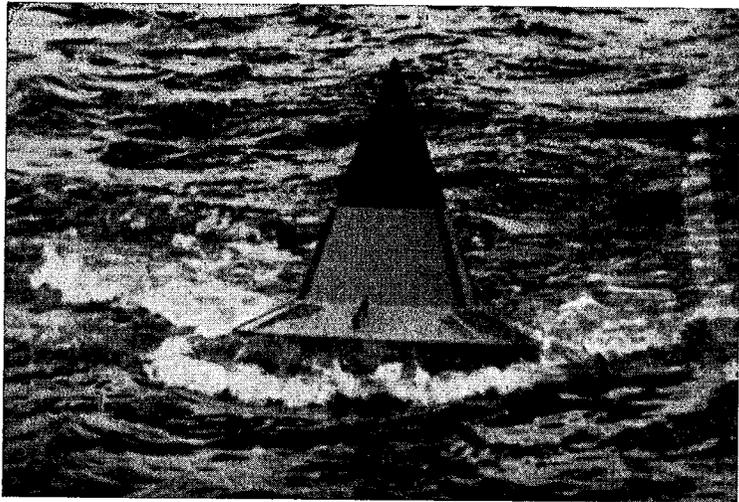


Bild 5

Aluminiumspitztonne auf dem Rhein mit Radarreflektor

Schlüsse des Schiffsführers aus dem Schirmbild eindeutig und unmißverständlich sind. Natürliche Ziele wie Ufer, Deiche, Einzelbäume und Baumreihen, Buhnen usw. reichen nicht immer aus. Ihre Ergänzung durch künstliche Ziele als Radartonnen oder ortsfeste Reflektoren ist notwendig. Sie sind aus Metall nach dem Prinzip des Tripelspiegels gefertigt, wobei sich 30 cm Kantenlänge und 1 m Höhe über Wasser als ausreichend für 1200 m Informationsreichweite erwiesen haben¹⁾. Bild 5 zeigt eine auf dem Rhein verwendete Radartonne, deren Spitze als Winkelreflektor ausgebildet ist. Die charakteristische Form der Tonne bleibt dadurch erhalten. Informationslinien aus künstlichen Zielen können durch eine Kette solcher Reflektoren, aber auch schon durch einfache Zaunpfähle in 6 bis 8 m Abstand erzeugt werden.

¹⁾ Tripelspiegel haben die günstigste äquivalente Echofläche, im vorliegenden Fall bis zu 40 qm.

Besonders wichtige Punkte können als aktive Ziele ausgebildet werden, die durch Abstrahlung eigener Energie bestimmte, mit Kennung versehene Zeichen auf dem Bildschirm hervorrufen. Sie sind als ständig sendende, ungerichtete Funkfeuer (RAMARC) oder als Antwortbaken (RACON) für die Seefahrt entwickelt und bereits erprobt worden. Die Geräte sind sehr empfindlich und aufwendig, ihre Verwendung an Binnenschiffahrtstraßen ist vorerst noch unwahrscheinlich.



Bild 6

Radarbild vom Niederrhein mit der Uerdinger Brücke (800-m-Bereich)

Die Radarnavigation hängt entscheidend ab von der Breite des Fahrwassers der Strömungsgeschwindigkeit, der Verkehrsdichte und der Anzahl brauchbarer natürlicher Ziele, die nur in wirtschaftlich gerechtfertigtem Umfang einer Ergänzung durch künstliche Ziele bedürfen. In Westeuropa erfüllen nach dem heutigen Stand der Technik nur der Rhein mit seinen Mündungsarmen, die Donau und der Po diese Bedingungen befriedigend.

Gute Informationslinien liefern Deiche, Baumreihen u. dgl., gegebenenfalls ergänzt durch künstliche „Radarzäune“, die parallel zum Fahrwasser verlaufen; sie können als „Radarleitlinien“ verwendet werden, von denen ein konstanter Abstand einzuhalten ist. Bild 6 zeigt ein Beispiel am Niederrhein. Künstliche Ziele sind vor allem an Brückenpfeilern notwendig, die in dem Brückenband verschwinden (Bild 6), durch vorgesetzte Reflektoren aber als deutliche Ausbuchtung erscheinen; ferner auf den Köpfen überströmter Buhnen, an Unterwasserhindernissen, bei plötzlichem Seitenwechsel des Fahrwassers u. dgl. Bis 1958 waren auf der deutschen Rheinstrecke ~ 50 Radartonnen vorwiegend an Buhnen und Brückerpfeilern ausgelegt.

Natürliche Ziele bieten mehr Hilfen, als es zunächst den Anschein hat. So zeigen die ungegliederten Ufer des Oberrheines auf dem Bildschirm manche charakteristische Erscheinung, die das Auge nicht sieht, z. B. auffallend geformte Lichtungen und Altarme, Baumschulen, deren Baumreihen wie Schraffur wirken, flache Ufer, die durch streuenden Bewuchs gut reflektieren, überströmte Buhnen, deren Stauwelle reflektiert. Solange diese Bilder dem Schiffsführer noch nicht im Gedächtnis haften, ist daher die Benutzung von Stromkarten unter Eintragung persönlicher Beobachtungen unerlässlich.

Auf diese Weise liefert das Radargerät einem geübten und erfahrenen Beobachter auch noch manche weitere Information, sofern er diesem Hilfsmittel aufgeschlossen gegenübertritt und sich lange genug bei klarem Wetter am Gerät und auf der Strecke geschult hat. Manche Probleme stehen jedoch noch offen, z. B. das Erkennen von Signalen und die Kennzeichnung eines fremden Schiffes als Radarschiff. Ein Bordradargerät allein ermöglicht weder eine Fahrt auf überwachter Strecke (Ziffer 2.3) noch eine Fahrt nach Signal (Ziffer 2.4).

3.32 Sicherungs-Radar-Anlagen

Für die Fahrt auf überwachter Strecke (Ziffer 2.3) ist der Einsatz ortsfester oder schwimmender Sicherungsradaranlagen in Verbindung mit einem Schiffssicherungsfunk (Ziffer 3.35) das modernste, viel Erfolg versprechende, aber auch erheblichen Aufwand seitens der Verwaltung erfordernde Mittel. Mit ihrer Hilfe wird ein besonders schwieriger Abschnitt einer Wasserstraße ständig von einer festen Position aus beobachtet. Auf dem Bildschirm erscheinende Schiffe werden laufend über ihre Lage zu festen Zielen und benachbarten Fahrzeugen unterrichtet. Neben vielen Anlagen im Ausland liegen auch im deutschen Küstengebiet an Elbe und Weser mehrjährige Erfahrungen vor; auf Binnenschiffahrtsstraßen sind sie bisher jedoch noch nicht eingesetzt. In Gegensatz zu Bordradargeräten wird der Beobachter nicht durch andere Tätigkeit abgelenkt und besitzt in seinem Abschnitt besondere Ortskunde; sein Gerät bewegt sich nicht und ermöglicht bei geschickter ortsfester Aufstellung bessere Übersicht und höhere Bildqualität.

Da sich der Schiffsführer auf die Informationen ohne die Möglichkeit einer Kontrolle verlassen muß, sind an die Geräte einer Sicherungsradaranlage größere Anforderungen zu stellen als an Bordgeräte. Für die Anlagen an der Küste sind daher Spezialgeräte entwickelt, die sich vor allem durch wesentlich bessere Winkelauflösung und dichtere Impulsfolge auszeichnen; großer Bildschirmdurchmesser (40 cm), hohe Nachleuchtdauer und günstigeres Leuchtschirmlicht erleichtern die ständige intensive Beobachtung, Einblendung elektronischer Meßlinien und Kurslineale, wandernder Entfernungsmarken und dergleichen beschleunigen die Auswertung. Arbeiten mehrere Geräte als fortlaufende Kette zusammen, kann die Beratung durch Funkübertragung der Bilder an einem Punkt zusammengefaßt werden.

Den Gepflogenheiten der Schiffahrt folgend werden keine Anweisungen gegeben, sondern Schiffe nur über den beobachteten Zustand unterrichtet; hierzu ist eine zeitsparende aber unmißverständliche Ausdrucksweise im Küstengebiet entwickelt, wobei Entfernungen und Peilungen zu festen Zielen im Wasser oder am Ufer, Fahrwassertonnen, Kilometerstationen oder Radarleitlinien übermittelt werden. In der Natur nicht vorhandene Leitlinien, z. B. Fahrwassermittellinien, können zur Erleichterung der Beratung ebenfalls elektronisch eingeblendet werden.

Der Beobachter spricht unmittelbar das Ruderhaus des zu beratenden Schiffes an (Ziffer 3.35). Je Bildschirm können bis zu 8 Schiffe gleichzeitig beraten werden. Die Identifikation beweglicher Ziele auf dem Bildschirm ist noch nicht befriedigend gelöst; der Beobachter läßt, wenn Positionsangaben des Schiffes dazu nicht ausreichen,

schnell zu erkennende Manöver ausführen. Nach dem heutigen Stand der Technik kann ein Abschnitt von etwa 3 km Länge zuverlässig erfaßt werden. Anwendungsmöglichkeiten für die Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter bestehen an besonders engen und gefährlichen Fahrwasserabschnitten, bei Verkehrsballungen, an Fährstrecken bei starkem Längsverkehr und dergleichen.

3.33 Funkfeuernavigation

Zur Sicherung des See- und Luftverkehrs werden zahlreiche Funkfeuer betrieben, die jedoch vorwiegend der weiträumigen Navigation dienen und aufwendige Empfangsgeräte erfordern. Für die Binnenschifffahrt kommen wegen der engen Fahrwasser, der kleinen Entfernungen, des Frequenzmangels und der Notwendigkeit, die erhaltenen Werte ohne Zeitverlust für die Fahrt auszunützen, nur Richtfunkfeuer auf kürzesten Wellen in Frage. Versuche mit einem im Küstengebiet bewährten 3-cm-Gerät¹⁾ wurden durchgeführt. 2 gegeneinander verschwenkte gerichtete Sender strahlen verschiedene Morsebuchstaben in der Weise aus, daß die Töne des einen die Pausen des anderen lückenlos füllen²⁾. Auf der Winkelhalbierenden wird ein Dauerton empfangen; die Breite des Peilstrahles kann der Fahrwasserbreite angepaßt werden. Der Sender ähnelt einem Radargerät, der leichte und handliche Empfänger (2,6 kg) wird in der Hand gehalten oder drehbar an Bord montiert.

Ein solches Richtfunkfeuer übermittelt Informationen zum Einhalten des Fahrwassers (Ziffer 2.21), z. B. als Zielfahrt den Kurs durch ein schmales Fahrwasser oder eine Hafeneinfahrt, als Quermarke Informationen über Kursänderung oder Übergang des Fahrwassers zum anderen Ufer. Benachbarte Baken müssen unterschiedliche Buchstabenpaare erhalten. Soweit die verfügbaren Buchstaben als Kennung ausreichen, können auch feste Anweisungen und Hinweise nach Ziffer 2.22 übermittelt werden.

Die bisherigen Geräte befriedigen für die Binnenschifffahrt noch nicht. Überbreite des Peilstrahles und Störechos infolge der nahen, oft ansteigenden und bebauten Ufer führen zu Mehrdeutigkeiten. Durch technische Verbesserungen erscheint es jedoch möglich, ein cm-Richtfunkfeuer für Binnenschifffahrtstraßen zur Sicherung der Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter brauchbar zu gestalten.

3.34 Decca-Navigation

Decca ist ein Langwellen-Hyperbel-Navigationsverfahren, das auf der Messung von Phasendifferenzen zweier Sender beruht. Im allgemeinen arbeiten 3 Sender im Abstand von 100 bis 200 km zusammen, deren Hyperbelscharen durch die Farben Rot, Grün und Violett unterschieden werden und deren Reichweite bei Tage ~ 450 km beträgt; bei Nacht kann sie durch störende Raumwellen erheblich herabgesetzt werden. Das Verfahren hat sich in der See- und Luftfahrt gut bewährt³⁾. In Basisnähe treten um die Mittagszeit relative Fehler ≤ 10 m gegenüber mehr als 100 m an der Grenze des Bedeckungsbereiches auf. Nachteffekt erhöht die Fehler u. U. bis zum zehnfachen Wert.

Die deutsche Decca-Kette überdeckt alle westdeutschen Binnenschifffahrtstraßen, die Basis der Rothyperbeln schneidet den Rhein südlich Bonn. Ähnlich liegt die Themse unterhalb Londons im Zentrum der englischen Kette Nr. 5. Diese Tatsache und erfolgreiche Versuchsfahrten auf Themse und Rhein geben Veranlassung, die Verwendung des Verfahrens für das vorliegende Problem zu prüfen. Die sehr aufwendigen Sendeanlagen⁴⁾ werden für die deutsche Kette von der Flugsicherung, sonst im

¹⁾ Von Firma Elliot-Brothers-Ltd London.

²⁾ Geeignete Buchstaben sind B/V, A/N, S/O, U/D usw.

³⁾ 1958 waren in der Seefahrt ~ 4000 Decometer in Gebrauch.

⁴⁾ Baukosten 1952 ~ 1 Mill. DM.

allgemeinen von der Decca-Navigator-Ltd. betrieben, die sie durch Vermietung der Empfangsgeräte (Decometer) finanziert. Diese zeigen die Hyperbel-Standlinien des Schiffsortes auf roten, grünen und violetten Zifferblättern an. Der Standort kann nur an Hand einer Karte der befahrenen Wasserstraße mit eingetragendem Hyperbelnetz durch Aufsuchen von 2 Hyperbeln mit günstigem Schnittwinkel ermittelt werden, was einen Zeitaufwand von ≥ 1 min erfordert. Auf Binnenschiffen ist aber weder Platz noch Personal noch Zeit zum Auswerten verfügbar. Decca hat daher einen besonderen Kurschreiber für die Schifffahrt entwickelt¹⁾, der die Anzeige zweier Zifferblätter unmittelbar auf eine Papierrolle schreibt. Die ausgewählten Hyperbeln erscheinen als senkrechte Koordinaten (Papiervorschub und Schreibfederweg), der Verlauf der Wasserstraße muß vorher in entsprechender Verzerrung eingetragen sein. Auf diese Weise sind unmittelbare Ableseung des Fahrtweges und rechtzeitige Kursverbesserungen möglich.

Decca-Navigation mit Kursschreiber übermittelt Informationen zum Einhalten des Fahrwassers (Ziff. 2.21) und feste Anweisungen und Hinweise (Ziff. 2.22), soweit Maßstab und Eintragungen auf der Karte dies erlauben. Die Fehler lassen mit den vorhandenen Anlagen eine Hilfe für die Binnenschifffahrt nur in der Mittagszeit, auf breiten Fahrwassern und in der Nähe der Basislinie erwarten. Die geographischen Bedingungen erfüllen in Westeuropa nur der Mittelrhein und die Themse. Erfahrungen mit Ketten kleinerer Basislänge zu Vermessungszwecken haben aber schon Fehler von weniger als 1 m in Basislänge ergeben, so daß die Weiterentwicklung solcher Anlagen der Decca-Navigation in der Binnenschifffahrt bessere Aussichten schaffen kann. Der Einfluß des Nachteffektes wird jedoch immer bleiben, neben kostspieligen Landanlagen liegt der Aufwand an Bord (für Empfänger und Kursschreiber $\sim 30\,000$ DM) heute noch über dem eines Bordradargerätes.

3.35 Schiffssicherungsfunk

Als Schiffssicherungsfunk wird ein nicht öffentlicher UKW-Funksprechdienst Schiff-Schiff oder Land-Land bezeichnet, der der Bewegung und Sicherheit des Schiffes dient. Entwickelt wurde er aus dem Funksprechverkehr zwischen Sicherungsradaranlagen und den zu beratenden Schiffen. Das Brüsseler Abkommen über den internationalen Rheinfunkdienst auf UKW von 1957 schlägt ihn erstmalig auch für Binnenschiffahrtstraßen auf internationaler Grundlage vor. Die Konferenz war sich bewußt, daß ein öffentlicher Dienst hierfür nicht geeignet ist. Sie weist daher mit Empfehlung Nr. 5 die beteiligten Verwaltungen darauf hin, daß ein Schiffssicherungsfunk einschl. nautischem Beratungsdienst durch Radarstellen „möglicherweise auch in Zukunft für den Rhein eingeführt wird, um die Schifffahrt während der Nacht oder bei schlechten Wetterbedingungen zu erleichtern“, und schlägt hierfür die 3 ranghöchsten Simplex- und Duplex-Kanäle des kurz vorher im Haager Abkommen über den internationalen Sprech-Seefunkdienst auf UKW aufgenommenen Schiffssicherungsfunk vor²⁾. Dies hat den Vorteil einheitlicher Geräte für See- und Binnenschifffahrt.

Ortsfeste gerichtete Sender, deren Abstand von Bodenform, Antennenhöhe und Leistung abhängt, werden entlang der Wasserstraße so angeordnet, daß ihr Wirkungsbereich sich weitgehend dem Verlauf der Wasserstraße anpaßt. So lange die Schiffe noch nicht mit eingebauten Fahrzeugstationen ausgerüstet sind, werden tragbare Funksprechgeräte bei der Einfahrt in den gesicherten Bereich an Bord gegeben. Dies Verfahren ist bei allen Sicherungsradaranlagen an der Küste üblich, wofür mit Rücksicht auf den rauen Betrieb Spezialgeräte entwickelt wurden. Eine besondere Organisation für Transport, Aufladung und Instandsetzung der tragbaren Geräte ist allerdings

¹⁾ Marine-Automatic-Plotter.

²⁾ Das Abkommen spricht zwar nur von Port-Operation, definiert den Begriff aber so, daß er nur Gespräche umfaßt, die der Bewegung und Sicherheit des Schiffes dienen.

erforderlich. Die Verbindung erfolgt im Gegensprechen oder bedingten Gegensprechen von jeder Beratungsstelle über die ortsfesten Sender zum Schiff; Schiffe untereinander verkehren im Wechselsprechen. Die Schiffe müssen aber ständig empfangsbereit auf der Beratungsfrequenz des betreffenden Bereiches sein, und zwar durch Lautsprecher im Ruderhaus. Jeglicher öffentliche Funkverkehr über dieses Gerät, das ausschließlich Navigationshilfsmittel ist, scheidet aus.

Schiffssicherungsfunk allein kann Informationen zur Verhütung von Kollisionen (Ziff. 2.23) und für die Fahrt auf überwachter Strecke (Ziff. 2.3) übermitteln, z. B. durch Unterrichtung der Schifffahrt über Wasserstände, Wetterlage, Schifffahrtshindernisse und dgl., ferner über die Verkehrslage, indem alle teilnehmenden Schiffe ihre Position melden, durch Anmeldung der Schiffe an Schleusen und Brücken, Austausch von Mitteilungen zwischen begegnenden und überholenden Schiffen usw. Ihr Hauptanwendungsgebiet findet jedoch dieses Mittel im Zusammenhang mit Sicherungsradaranlagen nach Ziff. 3.32.

4. Vergleichende Betrachtung und kombinierte Verwendung der Informationsmittel

4.1 Allgemeine navigatorische Bewertung

Der Schiffsführer beurteilt ein Informationsmittel danach, wie zuverlässig und geschwind es die Information übermittelt und welche Anforderungen es an ihn und seine Besatzung stellt; davon hängt sein Vertrauen zu ihm und seine Bereitschaft, sich seiner zu bedienen, ab. Tafel 1 zeigt in Spalte 3 bis 8 Merkmale, die den Wert des Informationsmittels entscheidend beeinflussen. Spalte 3 und 4 betreffen die Geschwindigkeit der Übermittlung, wobei die unmittelbare Aufnahme höher zu bewerten ist, Spalte 5 und 6 den zeitlichen Verlauf der Information, wobei laufende Information höher zu bewerten ist. Spalte 7 die Anforderung an Qualität von Schiffsführer und Besatzung, wobei der Fortfall zusätzlicher Ausbildung höher zu bewerten ist, Spalte 8 schließlich die Anforderung an die Schiffsbesatzung, wobei das Auskommen mit der bisherigen Besatzung höher zu bewerten ist.

Man erkennt den Vorteil der optischen Mittel, die fast alle Informationen unmittelbar und laufend übertragen, dabei aber nur geringe zusätzliche Kenntnisse und kein zusätzliches Personal erfordern. Die funktechnischen Mittel übertragen nur mittelbare Informationen und fordern höhere Ausbildung sowie zusätzliches Personal, bieten aber zum größeren Teil auch laufende Informationen. Damit sind die funktechnischen Mittel bezüglich Aufwand an Bord und Geschwindigkeit der Informationsübermittlung schlechter zu bewerten als die optischen Mittel. Eine Mittelstellung nehmen die akustischen Mittel ein.

4.2 Übertragung der Informationen

Zur weiteren Beurteilung der Informationsmittel ist festzustellen, welche der im Abschnitt 2 als notwendig erkannten Informationsinhalte sie zur Sicherung der Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter übertragen können. Dies ist in Spalte 10 bis 23 Tafel 1 zusammengestellt. Obgleich die Qualität, mit der Information übermittelt werden, je nach der Technik des Informationsmittels unterschiedlich ist, ist nur mit den Begriffen „erfüllt“ — „nicht erfüllt“ — „bedingt erfüllt“ gearbeitet, da sonst keine Übersichtlichkeit erreicht wird. „Bedingt erfüllt“ bedeutet dabei, daß die Informationen aus geographischen oder physikalisch-technischen Gründen nicht immer übertragen werden können oder die Sicherheit der Übertragung nicht ausreichend ist.

4.3 Kombinierte Verwendung

Tafel 1 zeigt, daß kein Informationsmittel alle erforderlichen Informationen allein vermitteln kann. Es sind daher mehrere Informationsmittel so zu einem Sicherungssystem zu verbinden, daß mit wenig Aufwand der größtmögliche Nutzen erzielt wird;

die Informationen müssen also möglichst hochwertig (Ziff. 4.1) und vollständig dem Schiffsführer zugeführt werden. Der Aufwand wird um so größer, je kleiner der Sichtwert ist, bei dem noch Schiffahrt möglich sein soll. Beispiele derartiger Sicherungssysteme enthält Tafel 2. Sie sind in Abhängigkeit von der Sichtigkeit in drei Gruppen zusammengefaßt: Systeme für sichtiges Wetter (Nr. 1—3) sowie für sichtiges und nebliges Wetter (Nr. 4—7) und solche Systeme, die bei Aufkommen von dunstigem Wetter noch bis zu einem weitgehend verminderten Sichtwert Sicherheit bieten (Nr. 8—11). Innerhalb jeder Gruppe können verschiedene Sicherungssysteme nach ihrem navigatorischen Wert, nach den zu der Zeit und an dem Ort verfügbaren technischen Mitteln, nach wirtschaftlichen Erwägungen usw. zusammengestellt werden.

Kombinationen der 1. Gruppe bestehen nur aus optischen Mitteln, deren Vorzüge mit Ziff. 4.2 genannt sind. Nr. 1 und 2 auf Tafel 2 sind wenig aufwendige Systeme, die in der Bundesrepublik auf vielen Kanälen und kanalisierten Flüssen angewendet werden; ein Beispiel für die gemeinsame Verwendung aller optischen Mittel (Nr. 3) liefert die deutsche Donau-Strecke.

Die unter Nr. 5 aufgeführte Verbindung von Sicherungsanlagen mit Schiffssicherungsfunk benötigt als einziges Verfahren an Bord weder zusätzliche Ausbildung noch zusätzliches Personal, sondern nur eine verhältnismäßig geringe zusätzliche Ausrüstung (UKW-Funksprechgerät); trotzdem werden fast alle Informationen mit genügender Sicherheit vermittelt. Nr. 6 u. Nr. 7 liefern als Grundwerte laufende Informationen, die dort, wo es die Sicherheit fordert, durch Informationen in Einzelwerten ergänzt werden. Die Kombinationen der 3. Gruppe haben als Grundlage Radarnavigation oder Schiffssicherungsfunk; die auf kurze schwierige Strecken durch optische oder akustische Mittel ergänzt werden. Davon ist Nr. 11 an Kanälen oder kanalisierten Flüssen mit kurzen Haltungen und starkem Verkehr ein einfaches System zur Sicherung der Strecken zwischen Schleusen, Brücken oder Häfen.

Tafel 2 ist keinesfalls erschöpfend, es sind noch viele andere Kombinationen möglich. Bei Auswahl der Systeme sollte man stets darauf achten, daß die wichtigsten Informationen wenigstens durch 2 Informationsmittel übertragen werden, um bei Versagen eines Mittels noch eine Sicherheit zu haben.

5. Schlußwort

Der vorstehende Bericht berücksichtigt den Stand der Technik zum Zeitpunkt seines Abschlusses. Bis dahin waren im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland für zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Nachtfahrt auf Binnenschiffahrtstraßen ~ 4,5 Mill. DM aufgewendet (Tafel 3). Für viele der behandelten Sicherungsverfahren bestehen noch Möglichkeiten der Weiterentwicklung; die Wege dazu wurden angedeutet.

Eine vergleichende Betrachtung, wie hier unter Ziff. 4 geschehen, kann nur mit großen Vorbehalten durchgeführt werden, zumal es sich um Fragen der Sicherheit handelt und nur wenige hervortretende Eigenschaften einander gegenübergestellt werden konnten. Die Untersuchung kann daher dem Leser nicht die Entscheidung abnehmen, die er bei der Wahl eines Sicherungssystems in jedem Einzelfall zu treffen hat; sie will ihm aber diese Entscheidung erleichtern, indem sie sich bemüht, ihm hierfür möglichst viele Gesichtspunkte zu nennen und alle mit dem vorliegenden Problem zusammenhängenden technischen Fragen objektiv darzustellen. Niemals darf vergessen werden, daß technische Mittel allein zur Sicherung der Fahrt auf Binnenschiffahrtstraßen bei Nacht und unsichtigem Wetter nicht genügen, sondern auch an die im Verkehr tätigen Menschen höhere Anforderungen hinsichtlich Auswahl, Qualität und Ausbildung gestellt werden müssen.

		Navigatorische Bewertung der Informationsmittel auf Binnenschiffahrtsstraßen bei Nacht und unsichtigem Wetter ja! ** nur geringe Kenntn. bzw. Ausbild. erforderl.								Übertragung notwendiger Informationen durch verschiedene Informationsmittel bei Nacht und unsichtigem Wetter erfüllt ** bedingt erfüllt														
a	b	c	d	Aufnahme der Information an Bord								Fahrt auf Sicht												
				Unmittelbar durch Auge oder Ohr?	Mittelbar über Geräte, Karten, Bücher und dergleichen?	Laufend?	In Einzelwerten?	Besondere Gerätekenntnisse oder Ausbildung des Bordpersonals notwendig?	Zusätzliches Personal erforderlich?	Bemerkungen	Einhalten des Fahrwassers							Verhütung v. Kollisionen						
											Fahrwassergrenzen	Untiefen	Wracks und andere Hindernisse	Brückendurchfahrten, Schleusen	Lage der Fahrinne zum Ufer, Übergänge	Verteilung der Stromgeschwindigkeit	Wasserstand	Feste Anweisungen oder Hinweise	Feste Eigenschaften der Schiffe	Stellung und Bewegungszustand	Beabsichtigte Manöver	Fahrt auf überwachter Strecke	Fahrt nach Signal	Bemerkungen
e/l	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
f	Rückstrahler und Reflexstoffe mit Bordscheinwerfern								→ 1 Mann zusätzlich für Scheinwerfer															Blendungsgefahr bei Gegenverkehr
g	Befeuerung						**	**																Wirksam nur in Verbindung mit anderen natürlichen oder künstlichen Informationsmitteln
h	Beleuchtung						**	**		**	**	**	**											
i	Lichttagessignale						**	**	Kenntnis des Signal- oder Zeichensystems															Bisher nur Versuche in Verbindung mit Lichttagessignalen
j	Verkehrszeichen						**	**																
k	Fahrtlichter der Schiffe						**	**																
l	Lichtsperrn						**	**																
m	Ortsfeste Luftschallsender									**	**													Verwendung unwahrscheinlich
n	Schallsignale an Bord																	**	**	**				Ergänzung d. Fahrtlicht. bei unsichtigem Wetter
o	Lautsprecher																	**	**	**	**	**	**	Nur beschränkte Reichweite, unzuverlässig!
p	Echolote																	**	**	**	**	**	**	Bisher nur Versuche
q	Unterwasserschallsignale																							Vorschlag noch nicht erprobt
r	Radarnavigation								→ 1 Radarbeobachter mit Erfahrung und Übung			**	**					**	**					
s	Sicherungsradaranlagen								Zusammen mit Schiffssicherungsfunk			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
t	Funkfeuernavigation								Kenntnis des Zeichensystems. Übung im Gebrauch des Empfängers. 1 Mann für Empfängerbedienung.			**	**					**	**					Auf Binnenschiffahrtsstraßen bisher nur Versuche, im Küstengebiet seit Jahren bewährt
u	Decca-Navigation mit Kursschreiber												**	**					**	**				
v	Schiffssicherungsfunk																	**	**	**	**	**	**	

Deutsche Beiträge zu PLANC-Schrifttafelnkongressen seit 1949

1961-03

Tafel 1
Navigatorische Bewertung und Übertragung der Informationen

a		Beispiele für eine Übertragung der Informationen durch gemeinsame Verwendung einander ergänzender Informationsmittel													<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> nicht erfüllt </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px;"></div> erfüllt </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px;"></div> bedingt erfüllt </div>	
b	Informationsinhalt															
c	Fahrt auf Sicht															
d	Einhalten des Fahrwassers									Verhütung von Kollisionen			Fahrt auf überwachter Strecke	Fahrt nach Signal	Abhängigkeit vom Wetter	Navigatorischer Wert
e	Fahrwassergrenzen	Untiefen	Wracks und andere Hindernisse	Brückendurchfahrten und dergleichen	Lage der Fahrinne zum Ufer, Übergänge	Verteilung der Stromgeschwindigkeit	Wasserstand	Feste Anweisungen oder Hinweise	Feste Eigenschaften der Schiffe	Stellung und Bewegungszustand	Beabsichtigte Manöver					
f/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
g	Reflexstoffe + Lichttagessignale + Fahrtlichter	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nur bei sichtigem Wetter verwendbar	Informationen laufend und unmittelbar
h	Beleuchtung + Lichttagessignale + Fahrtlichter	***	***	***	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
i	Befeuerung + Beleuchtung + Lichttagessignale (Lichtsperrern) + Verkehrszeichen + Fahrtlichter	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
i	Lautsprecher + Echolote + Unterwasserschallsignale	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Auch bei Nebel oder stark unsichtigem Wetter noch verwendbar	Information vorwiegend mittelbar und in Einzelwerten
k	Sicherungsradaranlagen mit Schiffssicherungsfunk + Schallsignale an Bord	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		Information nur mittelbar und nur in Einzelwerten
l	Decca Navigation oder Funkfeuernavigation + Schiffssicherungsfunk + Schallsignale an Bord	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		Information mittelbar und etwa gleichwertig sowohl laufend als auch in Einzelwerten
m	Radarnavigation + Lautsprecher + Schallsignale an Bord	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Bei sichtigem Wetter, aber auch bei dunstigem Wetter mit weitgehend verminderter Sichtweite noch verwendbar	Informa vorwiegend mittelbar u. laufend o. schwierig. Stell. ergänzt d. unmittelb. u. laufende Informat.
n	Radarnavigation + Beleuchtung + Lichttagessignale (Lichtsperrern) + Verkehrszeichen + Fahrtlichter + Schallsignale an Bord	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		Informationen unmittelbar und laufend
o	Sicherungsradaranlagen + Beleuchtung + Lichttagessignale + Fahrtlichter + Schallsignale (Lautsprecher)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		Information vorwiegend mittelbar und in Einzelwerten, an schwierigen Stellen ergänzt durch unmittelbare und laufende Informationen
p	Echolote + Schiffssicherungsfunk + Beleuchtung + Schallsignale an Bord	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
q	Reflexstoffe oder Befeuerung + Schiffssicherungsfunk + Fahrtlichter + Schallsignale an Bord	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Tafel 2

Tafel 3
Maßnahmen zur Sicherung der Nachtfahrt in der Bundesrepublik Deutschland

Zusammenstellung der Maßnahmen der Bundesrepublik Deutschland zur Sicherung der Nachtfahrt auf den Binnenschiffahrtstraßen Stand: 1958																													
Lfd. Nr.	Wasserstraßen, an denen bisher Maßnahmen für die Nachtschiffahrt getroffen wurden	Länge in km	Mit Rückstrahlern oder Reflexstoffen ausgerüstete				Orts-feste Leucht-feuer		Leucht-tonnen		Beleuchtungsanlagen				Lichttagessignalanlagen				Laut-sprecher-anlagen an Schleusen		Radar-tonnen		Ausgaben						
			Baken		Tonnen		An-zahl	DM	An-zahl	DM	An-zahl	DM	Schleusen einschl. Vorhäfen		sonstige		Schleusen		Brücken		An-zahl	DM	An-zahl	DM	An-zahl	DM	je Wasser-strabe DM	je km Was-serstrabe DM	
			An-zahl	DM	An-zahl	DM							An-zahl	DM	An-zahl	DM	An-zahl	DM	An-zahl	DM									An-zahl
1	Ems von Leer bis Emden ¹⁾	26	—	—	26	16 000	16	48 000	1	4 000	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68 000	2 600
2	Küstenkanal und untere Hunte ¹⁾	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	100 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100 000	1 200
3	Elbe-Lübeck-Kanal	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	80 000	—	—	—	—	2	16 000	—	—	—	—	—	—	—	—	96 000	1 600
4	Weser und Mittellandkanal	620	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	360 000	—	—	7	160 000	—	—	—	—	5	80 000	—	—	—	—	600 000	1 000
5	Dortmund-Ems-Kanal u. Anschlußkan. d. Ruhrgeb.	380	¹⁾ 40	¹⁾ 4 000	—	—	—	—	—	—	—	9	380 000	—	—	36	555 000	1	6 000	²⁾ 9 000	50	500 000	—	—	—	—	—	1 454 000	3 800
6	Oberelbe von Lauenburg bis Hamburg	40	80	51 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51 000	1 300	
7	Rhein	500	—	—	—	—	³⁾ 9	6 000	7	9 000	—	—	400 m Ufer	15 000	—	—	—	—	—	⁹⁾ 30 000	—	—	53	60 000	—	—	120 000	240	
8	Main	400	—	—	—	—	—	—	—	—	4	240 000	—	—	10	240 000	—	—	—	¹⁾ 5 000	8	120 000	—	—	—	—	605 000	1 500	
9	Neckar	200	—	—	²⁾ 630	²⁾ 100 000	—	—	—	—	10	500 000	—	—	12	300 000	—	—	—	¹⁾ 5 000	14	100 000	—	—	—	—	1 005 000	5 000	
10	Donau	175	60	10 000	40	8 000	20	80 000	—	—	1	100 000	—	—	1	40 000	—	—	—	¹⁾ 10 000	1	20 000	—	—	—	—	268 000	1 500	
11	Über alle Wasserstraßen verteilt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⁴⁾ 25	25 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25 000	—
12		2 486	180	65 000	696	124 000	45	134 000	8	13 000	32	1 660 000	25	40 000	68	1 295 000	8	122 000	14	59 000	78	820 000	53	60 000	—	—	4 392 000	—	

1) Nur 2 km von Gleesen bis Hanekenfähr
2) Nur 97 km von Heilbronn bis Mannheim
3) Brückenpfeiler ohne Überbau
4) Angeleuchtete Brückenpfeiler zur Erleichterung der Durchfahrt
5) Verkehrsregelung Henrichsburg und Hiltrup (alte Fahrt)
6) Verkehrsregelung Friedensbrücke Würzburg
7) Verkehrsregelung Hirschhorn
8) Verkehrsregelung Straubinger Enge
9) Verkehrsregelung und Wahrschau Gebirgsstrecke
10) Seeschiffahrtstraße, aber mit überwiegend Binnenverkehr aus dem Dortmund-Ems-Kanal
11) Untere Hunte Seeschiffahrtstraße, aber mit überwiegend Binnenverkehr