

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Dahme, Hans; Hoppe, Albrecht; Pabst, Hermann Ulrich; Rümelin, Burkart; Wiedemann, Gerhard**

## **Anwendung der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen und der Binnenflotte, u.a. Regelung des Verkehrs, Automatisierung der Schleusen, Radar usw**

Deutsche Beiträge. Internationaler Schifffahrtskongress (PIANC)

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**PIANC Deutschland**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104763>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Dahme, Hans; Hoppe, Albrecht; Pabst, Hermann Ulrich; Rümelin, Burkart; Wiedemann, Gerhard (1969): Anwendung der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen und der Binnenflotte, u.a. Regelung des Verkehrs, Automatisierung der Schleusen, Radar usw. In: PIANC Deutschland (Hg.): Deutsche Beiträge. 22. Internationaler Schifffahrtskongreß; Paris, Frankreich, Juni 1969. Bonn: PIANC Deutschland. S. 52-63.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Abteilung I — Binnenschifffahrt

### Thema 2

#### Anwendung der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen und der Binnenflotte, u. a.: Regelung des Verkehrs, Automatisierung der Schleusen, Radar usw.

Berichtersteller für Anwendung der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen:

Dr.-Ing. Hans Dahme, Regierungsbaudirektor, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Kiel; Rechtsanwalt H. U. Pabst, Verein zur Wahrung der Rheinschifffahrtsinteressen, Duisburg-Ruhrort; Dipl.-Ing. Burkart Rümelin, Präsident, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Stuttgart; Prof. Dr.-Ing. Gerhard Wiedemann, Ministerialrat, Bundesverkehrsministerium Bonn.

Berichtersteller für Anwendung der Elektronik in Fahrzeugen der Binnenflotte:

Dipl.-Ing. Albrecht Hoppe, Ministerialrat, Bundesverkehrsministerium Bonn.

#### Zusammenfassung

Für den Betrieb der Wasserstraßen, das heißt für alle Maßnahmen, die den Ablauf des Verkehrs sichern und erleichtern helfen, wird Elektronik an verschiedenen Stellen angewendet oder es deutet sich eine Entwicklungsrichtung dorthin an. Es werden Anwendungen der Elektronik im Hinblick auf die Bedürfnisse bei freier Fahrt, bei Wahrschaulisten und in Fällen von Verkehrsregelung auf der Strecke oder in Schleusenbereichen behandelt. Auf die Vorteile elektronischer Datenverarbeitung für Schifffahrtsstatistik, Abgabenerhebung und dergleichen wird hingewiesen.

Mit Hilfe elektronischer Verfahren können Steuerungs-, Regelungs- und Überwachungsvorgänge maschineller, elektrischer und nautischer Einrichtungen im Binnenschiff weitgehend automatisch abgewickelt werden. Am Beispiel eines Schubbootes werden Einzelheiten über den Betriebsablauf einer solchen Anlage aufgezeigt. Auf die Einsparungsmöglichkeiten von Personal, die Erhöhung der Sicherheit und die Vermeidung von Betriebsausfällen durch eine vorgeplante Instandsetzung wurde hingewiesen. Es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß zur Zeit Elektronik-Ausrüstungen nur auf leistungsstarken Schubbooten anzutreffen sind, daß aber mit Anwendung von derartigen Anlagen nach Art eines Baukastensystems eine Verbilligung erreicht wird, die eine weitergehende Verwendung in der Binnenschiffstechnik als möglich erscheinen läßt.

#### Inhalt

	Seite
1. Anwendung der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen .....	53
1.1 Elektronische Hilfen für die Fahrt auf „Sicht“ .....	54
1.11 Radar .....	54
1.12 UKW-Sprechfunk .....	56
1.2 Elektronische Hilfen für Wahrschaulisten .....	57
1.21 Wahrschau Schiff-Schiff .....	57
1.22 Wahrschau über Landstationen .....	57

1.3 Elektronische Hilfen für Verkehrsregelung und Schleusen .....	58
1.31 Verkehrsregelung für längere Strecken .....	58
1.32 Schleusen .....	58
2. Anwendung der Elektronik in Fahrzeugen der Binnenflotte .....	60

### 1. Anwendung der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen

Mit Hilfe der Elektronik ist es möglich, weitere Tätigkeiten, die bisher vom Menschen ausgeführt werden mußten, auch durch Maschinen erledigen zu lassen. Hiermit kann erreicht werden, Menschen einzusparen, sofern die Anlagen automatisch arbeiten können, höhere Leistungen zu erreichen, weil in bestimmten Fällen Maschinen mehr als Menschen schaffen können oder menschliche Fehler durch höhere Sicherheit des gesteuerten Funktionsablaufs auszuschließen. Dies sind Gründe genug, um auch die Anwendung der Elektronik im Betrieb der Wasserstraßen zu prüfen, denn sie kann dazu beitragen, die Sicherheit des Verkehrsablaufs zu erhöhen, den Umlauf der Schifffahrt zu beschleunigen und damit die Wirtschaftlichkeit der Binnenschifffahrt zu verbessern.

Es sollen einige Anwendungen der Elektronik auf den Betrieb der Wasserstraßen erörtert werden, ohne auf die Elektronik selbst im einzelnen besonders einzugehen. Als mit dem „Betrieb der Wasserstraße“ zusammenhängend, sind solche Maßnahmen verstanden, die den Ablauf des Verkehrs auf der Wasserstraße sichern oder erleichtern helfen. Eine kurze Betrachtung der Fahrt eines Schiffes unter verschiedenen Fahrtbedingungen kann daher im Hinblick auf diese Maßnahmen vielleicht am besten erkennen lassen, wo Elektronik für den Betrieb auf Wasserstraßen Bedeutung gewonnen hat oder gewinnen wird.

Die richtige Fahrt eines Schiffes auf Wasserstraßen beruht im allgemeinen auf Informationen, die der Schiffsführer aus der Umgebung wahrnimmt oder die von Schifffahrtszeichen oder Sicht- und Schallzeichen anderer Schiffe ausgehen. Nach ihnen trifft der Schiffsführer seine Entscheidung für das Steuern seines Schiffes. Man kann diesen Zustand „Fahrt auf Sicht“ nennen.

An verschiedenen Stellen reicht aber diese Sicht nicht mehr aus. Veranlassung dazu können sein: wachsende Verkehrsdichte, Zwang, die Fahrt auch bei Nebel oder Dunkelheit fortzusetzen, Bemühen, vorgesehene Fahrpläne genau einzuhalten oder technische und wirtschaftliche Grenzen im Ausbau der Wasserstraßen, z. B. Engstellen im Fahrweg. Zur Überwindung dieser Schwierigkeiten können die Informationen durch Wahrscheinlichkeitsdienste, entweder von Schiff zu Schiff oder über besondere Landstationen ausreichend verbessert werden. Es findet eine gewisse Überwachung der Fahrwasserabschnitte statt, die z. B. zur Feststellung führt, daß andere Schiffe oder bestimmte Kategorien von Schiffen anwesend sind. Diese Feststellung wird den Schiffen in irgendeiner Form mitgeteilt. Die betroffenen Schiffe entscheiden dann nach den geltenden Regeln der Schifffahrt, welche Maßnahmen von ihnen zu ergreifen sind.

Steigen die Schwierigkeiten weiter, führt das zu einer Verkehrsregelung. Die Abschnitte werden wieder in geeigneter Weise überwacht. Eine Stelle an Land entscheidet, wie die Verkehrssituation in geeigneter Weise bewältigt werden kann und die Schiffe erhalten über Signale Anweisungen für ihre Weiterfahrt. Eine derartige Verkehrslenkung kann z. B. an beweglichen Brücken, einschiffigen Strecken, sowie in Abschnitten mit besonders großer Verkehrsdichte oder außergewöhnlichen Verkehrsschwierigkeiten notwendig werden.

Diese verschiedenen Situationen auf der Strecke gelten sinngemäß auch für Schleusen. Es ist heute allerdings der Normalfall, daß an Schleusen die Ein- und Ausfahrt mit Signalen geregelt wird.

### 1.1 Elektronische Hilfen für die Fahrt auf „Sicht“

#### 1.11 Radar

Die Radartechnik gibt mit Hilfe von Impulsen elektromagnetischer Wellen und ihrer Reflexion an den Erhebungen der Umgebung unabhängig von den Sichtverhältnissen (Tag, Nacht, Nebel) diese Umgebung des Radargeräts maßstabsgerecht auf einem Bildschirm wieder. Der Schiffsführer kann so mit dieser Hilfe die Grenzen des Fahrwassers und die Anwesenheit anderer Schiffe in ihrer Richtung und Entfernung zu ihm erkennen, so daß er, ebenso wie bei der Tagessicht durch das Auge, „mit einem Blick“ die wichtigsten Informationen für eine sichere Fahrt aufnehmen kann. Außerdem bekommt er oft eine weitere Übersicht als sie aus der Perspektive seines Steuerstandes durch das Auge möglich ist. Diese Technik, die 1946 für die Seeschifffahrt eingeführt ist, begann man Anfang der 50er Jahre auch auf Binnenschifffahrtstraßen anzuwenden.

Bei der Anwendung der Radartechnik auf Binnenwasserstraßen entstehen aber einige Probleme.

##### 1.111 Radargerät und Wendezieger

Das Unterscheidungsvermögen des Radargeräts von dicht nebeneinander liegenden Zielen ist in Abhängigkeit von der verwendeten Wellenlänge und der Abmessung der Antennen begrenzt. Es beträgt bei 3-cm-Geräten in der Seefahrt die horizontale Antennenbündelung, die ein Maß für die azimutale Auflösung ist,  $1,2^\circ$  bis  $2^\circ$ ; die Impulsdauer, die die Entfernungsauflösung bestimmt, 0,1 bis 0,5  $\mu\text{sec}$ , in besonderen Geräten 0,05  $\mu\text{sec}$ . Ziele, die enger zusammenstehen, als die so bedingten Auflösungen — also hier normalerweise 30 und mehr Meter — können nicht getrennt erkannt werden.

Es ist daher einleuchtend, daß für die Fahrt auf verhältnismäßig engen Wasserstraßen dieses Auflösungsvermögen des Radargerätes in einem bestimmten Verhältnis zur Fahrwasserbreite stehen sollte, da sonst Uferlinie und entgegenkommendes Schiff oder gar zwei nebeneinander im Fahrwasser liegende Schiffe nicht mehr so unterschieden werden können, daß der Schiffsführer danach seine Manöver rechtzeitig bestimmen kann. Die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt hat daher durch technische Vorschriften über die Radargeräte, die für die Schifffahrt auf dem Rhein benutzt werden können, die Eigenschaften genau bestimmt und festgelegt, welche Anforderungen in Reichweite azimutaler Auflösung, Entfernungsauflösung, Genauigkeit der Entfernungsmessung usw. erfüllt werden müssen. Sie schreiben in einer Neufassung von 1968 z. B. vor:

##### Azimutale Auflösung

Zwei Standardreflektoren in einer Entfernung von 1 200 m mit einem seitlichen Abstand von 30 m und ein Standardreflektor, der 10 m neben einem 300-m<sup>2</sup>-Reflektor in einer Entfernung von 300 m angeordnet ist, müssen ohne Einstellungsänderung des Gerätes gleichzeitig deutlich und getrennt gezeichnet werden. Diese Forderung ist auf dem kleinsten Bereich zu erfüllen, bei dem 1 200 m ohne Dezentrierung meßbar sind.

##### Entfernungsauflösung

Bei allen Bereichen  $\leq 1 200$  m muß das Gerät die Echos von zwei Standard-Reflektoren einzeln und deutlich anzeigen, wenn die Entfernung zwischen ihnen 15 m beträgt und die Ziele auf der gleichen Peilung liegen.

Ergänzt werden diese Vorschriften durch Bestimmungen darüber, daß ein Wendeweisger, der die Wendungen des Fahrzeugs schnell und eindeutig anzeigt, zusätzlich zu dem Radargerät vorhanden sein muß. Dieses Zusatzgerät ist wichtig, weil Schiffsbewegungen auf dem Bildschirm in dem verhältnismäßig kleinen Maßstab des Bildes, etwa 1:3500 bis 1:14000, nicht schnell genug erkennbar sind, um ihnen die Ruderlage anzupassen.

Es wäre für die Anwendung von Radargeräten in der Binnenschifffahrt förderlich, wenn über solche Vorschriften, wie sie für den Rhein seit etwa 10 Jahren mit guten Erfahrungen angewendet werden, auch über den Rheinbereich hinaus Einigung erzielt werden könnte.

#### 1.112 Radarziele

An vielen Strecken geben die Echos der Uferlinien von alleinstehenden Bauwerken oder Bäumen ausreichende Informationen für den Schiffsführer, um sich danach orientieren zu können. Lediglich an den Stellen, wo diese natürlichen Ziele nicht ausreichen, sind Radarziele künstlich zu errichten. Es werden hierzu Radarreflektoren benutzt. Das sind besonders geformte Körper, die besonders geeignet sind, Radarimpulse gerichtet und mit hohem Reflexionsgrad wieder zurückzuwerfen. Im einfachsten Fall können es gekreuzte Bleche sein. Radarreflektoren haben sich bewährt als Aufsätze auf Tonnen im Fahrwasser oder auf Baken an Land. Die Baken sind z. B. geeignet, Uferlinien bei höheren Wasserständen, auch dann, wenn sie überspült werden, auf dem Bildschirm erkennbar zu machen.

Ein Problem für Radarfahrt bieten manche Brücken. Im Fahrwasser stehende Pfeiler sind nicht zu erkennen, wenn sie schmaler als der Brückenquerschnitt sind. Um die Durchfahrt anzuzeigen, werden daher vor den Pfeilern Tonnen mit Radarreflektoren ausgelegt oder Reflektoren an waagerechten Auslegern vor der Brücke angebracht. Der Abstand von der Brücke sollte wegen des Auflösungsvermögens der Radargeräte  $\leq 10$  m sein. Die Brücken an Rhein und Mosel sind auf diese Weise für die Radarfahrt mit gutem Erfolg seit Jahren hergerichtet worden.

Schwierigkeiten sind an einigen Brücken dadurch aufgetreten, daß die unter der Fahrbahn liegende Brückenkonstruktion aus Haupt- und Querträgern Räume bildet, die als eine Art Radarreflektor wirken, so daß die Impulse mehrfach und kräftig reflektiert werden. Dadurch entsteht hinter der Brücke ein bis zu 200 m breiter hell ausgefüllter Bereich, in dem andere Ziele, etwa Schiffe, nur schwer erkannt werden. Diese Behinderungen lassen sich nur durch bautechnische Maßnahmen, wie etwa Schrägstellen der Trägerwände der Brückenkonstruktion um etwa  $5^\circ$  vermeiden.

Zu beachten sind auch Freileitungen, die das Fahrwasser kreuzen. Es hat sich gezeigt, daß von gewissen Höhenlagen ab Freileitungen (Hochspannungs- und Telefonleitungen, Fährseile, Seilbahnen u. ä.) auf dem Bildschirm der Radargeräte fahrende Fahrzeuge vortäuschen können. Sofern diese Scheinziele sich nicht durch andere Maßnahmen beseitigen lassen, ist es für die Sicherheit der Radarfahrt notwendig, Freileitungen so zu bezeichnen, daß sie im Radarbild eindeutig als solche erkannt werden. Dies kann u. a. dadurch geschehen, daß an der Leitung etwa im Abstand von 30 m Radarreflektoren, mindestens jedoch 4 Stück über der Wasseroberfläche, angebracht werden, welche die Leitung im Radarbild als Perlschnur sichtbar machen.

Wieweit andere Ziele, die jetzt mit dem Auge erfaßt werden können, auch eine Radarbezeichnung erfordern, wird weitere Erfahrung zeigen. Hierzu gehören etwa die kleinen Tonnen, die im Fahrwasser liegende Anker von schwimmenden Geräten bezeichnen.

### 1.113 Ausbildung des Schiffsführers, Einrichtung des Steuerstandes

Die Anwendung von Radar für eine sichere Fahrt setzt die Kenntnis des Schiffsführers von der Arbeitsweise des Radar, der Auswertung des Radarbildes, der Bedienung des Radargerätes, der Funktion des Wendezeigers sowie der schiffahrtspolizeilichen Vorschriften für die Fahrt mit Radar voraus. Daher wird in der Rheinschiffahrt seit 1965 ein entsprechender Befähigungsnachweis verlangt, der durch eine bei der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung abzulegende Prüfung in theoretischer und praktischer Hinsicht zu erbringen ist. Diese Prüfung kann nur nach eingehender Schulung bestanden werden. Die vorherige Beobachtung der Praxis als Hilfsschiffsführer oder Steuermann reicht nicht aus. Für eine fundierte Ausbildung kann ein Radarsimulator, bei dem Verkehrsablauf sowie alle sonstigen zu einer echten Radarfahrt gehörenden Umstände simuliert werden, helfen. Eine derartige Anlage steht in Rotterdam zur Verfügung.

Die Anwendung von Radar wird durch eine auf die Radarfahrt abgestimmte Einrichtung des Steuerstandes erleichtert. Für den Rhein sind 1968 die seit 1965 geltenden Bedingungen neu formuliert, unter denen die Schiffsführung bei Radarfahrt durch eine Person gestattet und möglich ist. Der Steuerstand muß so eingerichtet werden, daß Radarbild und alle für die Fahrt notwendigen Regelorgane von dem Schiffsführer ohne Ortsveränderung bedient werden können.

### 1.12 UKW-Sprechfunk

UKW-Sprechfunkverkehr für die Sicherheit der Bewegung von Schiffen war von der Internationalen Fernmelde-Union 1957 regional und 1959 weltweit auf Frequenzen zwischen 156,00 MHz und 162,00 MHz zugelassen worden. In einem besonderen Abkommen von Brüssel 1957 waren diese Frequenzen auch schon für die Rheinschiffahrt in Anspruch genommen worden. 1967 ist dann auf der Funkverwaltungs-konferenz in Genf beschlossen, daß in diesem Bereich genannte Frequenzen auch allgemein auf Binnenschiffahrtsstraßen zu gebrauchen sind. Damit sind weltweit die Voraussetzungen für einen UKW-Funksprechverkehr für die Sicherheit und die Leichtigkeit des Verkehrs auf Binnenwasserstraßen gegeben.

Es sind in diesem Beschluß neben Sprechverbindungen für den Postverkehr (Telefonanschluß) auch solche für den nautischen Dienst vorgesehen. Bei letzteren wird unterschieden der Verkehr Schiff-Schiff und „Nautische Information“ Schiff-Land.

#### 1.121 UKW-Geräte

Um den besonderen Verhältnissen auf Binnenwasserstraßen, die gegenüber der See durch kleinere Entfernungen oder größere Verkehrsdichte gekennzeichnet sind, gerecht werden zu können, sind einige zusätzliche technische Empfehlungen auszusprechen. Die Zentralkommission für die Rheinschiffahrt hat sie in einer Technischen Arbeitsgruppe, in der die Fernmeldeverwaltungen der Rheinanliegerstaaten und Belgien und die für die Wasserstraßen zuständigen Verwaltungen vertreten waren, 1965 erarbeitet. Es wird hierin festgestellt: Sicherheitsgespräche zwischen Schiffen sind nur auf kürzeren Entfernungen zu führen. Die Sendeleistung wurde daher auf 0,5—1,0 Watt beschränkt. Für die Sicherheitsgespräche zwischen den Schiffen und den für die Wasserstraßen zuständigen Behörden, für die auch größere Entfernungen nötig werden, soll die mittlere Leistung des Schiffsenders 20 W nicht überschreiten. Außerdem sind hierin Empfehlungen über Antennen, Sprechwege für die verschiedenen Verkehrskreise, Kombination der Anlagen an Bord für öffentlichen Dienst (Post) und nautischen Dienst, die den besonderen Verhältnissen auf Binnenschiffahrtstraßen Rechnung tragen, ausgesprochen.

### 1.122 Ausbildung der Schiffsführer

Die Benutzung des UKW-Sprechfunkdienstes fordert von dem Schiffsführer Beachtung von Vorschriften der Fernmeldeverwaltungen und Regeln der Schifffahrtstraßenordnung, eine gewisse Kenntnis der Geräte und Sprechübung und Sprechdisziplin. Die Schiffsführer müssen daher ein von der Fernmeldeverwaltung ausgestelltes Funksprechzeugnis besitzen, um diese Kenntnisse des Funksprechbetriebes nachweisen zu können. Die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt hat die wichtigsten Bestimmungen für den Schiffsführer 1967 in einen „Leitfaden für UKW-Sprechfunkverkehr in der Rheinschifffahrt“ zusammenstellen lassen, um ihm eine praktische Hilfe und Anleitungen für die Gesprächsabwicklung zu geben. Diese Maßnahmen haben sich bewährt.

### 1.123 Fahrt mit UKW und Radar

Es ist zwar möglich, mit Hilfe des Radargerätes die nähere Umgebung des Schiffs einschließlich der anderen Schiffe auch bei Nebel zu erkennen. Das Radargerät kann aber nicht „lesen“. Infolgedessen werden Anweisungen über Gebots- oder Verbotstafeln, Flaggen und dergleichen nicht wahrgenommen. Sie sind aber mindestens teilweise auch für die Nebelfahrt wichtig, wie z. B. die auf dem Rhein übliche blaue Flagge, die gezeigt wird, wenn ein Begegnen an der Steuerbordseite vorgenommen werden soll oder die Sperrzeichen, die auf Nachen gezeigt werden, wenn das Fahrwasser teilweise gesperrt wird. Eine wirksame Hilfe in diesen Fällen verspricht der UKW-Sprechfunk entweder in der Form des Schiff-Schiff-Dienstes oder über die nautische Information von einer Landstelle. Wegen der Bedeutung bei der Nebelfahrt wird auf dem Rhein UKW-Ausrüstung Schiff-Schiff für Radarbenutzung vorgeschrieben.

## 1.2 Elektronische Hilfen für Wahrschaudienste

### 1.21 Wahrschau Schiff-Schiff

An einigen Wasserstraßen sind u. a. in Kurven mit kleinem Durchmesser Schwierigkeiten dadurch entstanden, daß Verbände bei der Fahrt durch diese Strecke das gesamte Fahrwasser einnehmen, Begegnungen also schwierig, wenn nicht unmöglich werden. In diesen Fällen hat sich ein Wahrschaudienst von Schiff zu Schiff mit Hilfe von UKW-Sprechfunk sehr bewährt. Durch Anfrage über Funk vor der Engstelle wird festgestellt, ob eine entsprechende Einheit in den Abschnitt eingefahren ist. Man verständigt sich mit Hilfe der Schiff-Schiff-Verbindung über die zutreffenden nautischen Maßnahmen und vermeidet dadurch gefährliche Situationen. Dieses Verfahren wird auf dem Rhein und auf der Mosel mit gutem Erfolg geübt.

### 1.22 Wahrschau über Landstationen

An schwierigen Stellen werden auch Wahrschaudienste über Landstationen abgewickelt. Das Personal der Stationen unterrichtet sich bisher über die Anwesenheit von Schiffen in ihrem Abschnitt meistens durch Beobachtung mit dem Auge. Durch die Genfer Funkverwaltungskonferenz 1967 sind jetzt die Voraussetzungen dafür geschaffen, daß sich die Schiffe in Zukunft auch über UKW-Funk bei der Station anmelden können. So wäre es möglich, einen Wahrschaudienst auch unabhängig von der Augenbeobachtung und über größere Bereiche durchzuführen. Dies kann auch bei durchgehender Nachtfahrt Bedeutung bekommen.

Die Anzeige der beobachteten Schiffe an den Stationen geschieht durch Signale. Auf dem Rhein im „Gebirge“ werden die Schiffe seit 1908 durch Flaggen verschiedener Farbe und Größe angezeigt. Diese Flaggen werden jetzt nach längerer Erprobung durch ein

System von Lichtsignalen ersetzt. Das kann fernbedient werden und zugleich für die Schifffahrt eine differenziertere und klarere Übersicht über den Standort der Schiffe in den Blockabschnitten der Strecke geben. Es leistet damit einen Beitrag zur Beschleunigung des Umlaufs.

### 1.3 Elektronische Hilfen für Verkehrsregelung und Schleusen

Die Verkehrsregelung unterscheidet sich von dem Wahrschaudienst dadurch, daß die Schiffe bestimmte Anweisungen erhalten. Diese Anweisungen erfolgen auf Grund der jeweiligen Verkehrslage oder nach festen Regeln. Die Entscheidung zu diesen Anweisungen wird nach Informationen über den Verkehr getroffen.

Die Anwendung der Elektronik bietet sich besonders bei Regelungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Verkehrslage an. Eine solche Regelung wird im allgemeinen auch an Schleusen geübt.

#### 1.31 Verkehrsregelung für längere Strecken

Handelt es sich um längere Strecken von Wasserstraßen, genügen bei stärkerem Verkehr zur Beurteilung der Verkehrslage die natürlichen Fähigkeiten eines Menschen für Übersicht, Beurteilung der Lage und Entscheidung oft nicht mehr. Es kann z. B. die Notwendigkeit vorliegen, auf längeren Strecken Begegnungen unter optimaler Ausnutzung der Wasserstraße festzulegen und die Fahrt der Schiffe danach zu lenken. Ein typisches Beispiel hierfür ist der Nord-Ostsee-Kanal, auf dem seit der Eröffnung im Jahre 1895 nach Fahrplan gefahren wird. Er ist zwar keine Binnenwasserstraße, zeigt aber, welche Verfahren für die Schifffahrt möglich sind und welche Lösungen mit Hilfe von Elektronik heute erwartet werden können. Der Nord-Ostsee-Kanal ist nicht voll zweischiffig ausgebaut. Nur gewisse Schiffsgrößen können sich begegnen. Der Verkehr ist daher von Land gelenkt. Für die größeren Schiffe sind auf der rd. 100 km langen Strecke 13 Weichen von 600 bis 1200 m Länge eingerichtet. Die Verkehrslenkung hat die Aufgabe zu entscheiden, welche Schiffe in den Weichen angehalten werden müssen. Mittels von Hand gezeichneter Fahrpläne beurteilt ein Lenkungsbeamter die Lage und entscheidet. Grundlagen für die Fahrpläne sind fernmündliche Meldungen aus den Schleusen bzw. aus den Weichen. Die Anweisung für die Fahrt wird den Schiffen in den Weichen über Lichtsignale gegeben. Da die Anlagen inzwischen veraltet sind, wird z. Z. eine Erneuerung geplant.

Hier zeichnen sich einige Möglichkeiten für die Anwendung von Elektronik ab. Hierzu gehört eine automatische Feststellung des Standorts der Schiffe im Kanal mit Hilfe von elektronischen Ortungsanlagen, Auswertung dieser Informationen in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage mit dem Ziel, einen optimalen Durchsatz durch den Kanal zu erreichen. Die Ergebnisse können mit Hilfe von X-Y-Schreibern in Form eines Fahrplanes ausgedruckt oder elektronisch gesteuerte Schaubilder sichtbar gemacht werden. Der Verkehrslenkungsbeamte kann danach die Signale stellen, sofern nicht die elektrische Datenverarbeitung die Signale selbsttätig einschaltet. Eine solche Anlage kann die Lenkungsbeamten entlasten und die Sicherheit erhöhen. Diese heute möglichen Lösungen sind aber nur mit einem erheblichen Aufwand zu erkaufen.

#### 1.32 Schleusen

Verkehrsregelung wird heute praktisch bei allen bedeutenderen Schleusen ausgeübt.

Das Schleusenpersonal hat die Schützen und Tore der Schleusen zu bedienen, zu entscheiden, wie die Schleusenammern belegt werden sollen und die Signale für die Verkehrsregelung zu schalten.

Auf die besonderen elektronischen Maßnahmen zur Bedienung der Schleusen selber soll hier nicht näher eingegangen werden. Die früher an den verschiedenen Stellen der Schleusen von Hand vorzunehmenden Tätigkeiten werden heute über elektrische oder hydraulische Antriebe ausgeführt. Sie werden von mehreren oder einem zentralen Steuerstand aus in Gang gesetzt bzw. geregelt. Zunehmend wird das Ineinandergreifen der verschiedenen Tätigkeiten, wie Schützbedienen, Toröffnen, Stauregeln über elektronische Regel- oder Steuerglieder soweit zusammengefaßt, daß der Schleusenbeamte durch Druckknopfbetätigung lediglich den Eingangsimpuls für den sonst automatischen Ablauf einer Vorgangsreihe gibt. Er wird dadurch freier, den Verkehrsraum mehr zu beobachten und sich den nicht vorher programmierbaren „zufälligen“ Vorgängen des Verkehrsablaufs zuzuwenden.

#### 1.321 Fernsehen und UKW-Sprechfunk

Die Übersicht über die ankommenden Schiffe ist in den meisten Fällen durch Augenbeobachtung gegeben. An solchen Stellen, bei denen durch Unübersichtlichkeit der Wasserstraße oder Brücken die Sicht von dem Steuerstand verdeckt ist, haben sich Fernsehanlagen bewährt, weil sie nicht nur die Quantität der Schiffe sondern im Bild auch die Qualität (groß, klein usw.) erkennen lassen. Sie sind auch geeignet, dem Schleusenbeamten Einsicht in die Torkammern zu geben, wenn er den Schleusungsvorgang einleiten will. Im Bereich der deutschen Binnenwasserstraßen ist die erste Fernsehanlage zur Überwachung des Schleusenbetriebes bei Tage 1958 an der Doppelschleuse Offenbach/Main in Betrieb genommen worden. Sie bestand aus einer schwenkbaren Kamera auf einem Fernsehmast am Oberhaupt, aus der Zentrale im Torantriebshaus und aus Bildschirm und Steuergerät im Schleusenschaltraum. Die Erfahrungen waren so gut, daß Fernsehanlagen danach an vielen Schleusen eingerichtet worden sind.

Von der Verwendung schwenkbarer Kameras ist man vielfach wegen der größeren Betriebssicherheit auf fest eingebaute Anlagen übergegangen. Bei der Aufstellung war zu beachten, daß das Fernauge die Helligkeitsunterschiede zwischen extremer Sonnenbeleuchtung und Dämmerung nur in beschränktem Maße ertragen kann. Der Bildschirm ist häufig unmittelbar neben oder über dem Steuerpult in der Zentrale angebracht. Inzwischen sind auch volltransistorisierte Vidicon-Fernaugen in Kompaktbauweise hergestellt, die leichter einzubauen sind. Die Lebensdauer kann durch sogenannte Bereitschaftsschaltung, die eine Bildaufnahme nur in gewünschten Zeitabständen freigibt, um ein beträchtliches Maß verlängert werden. Für die Fernsehbeobachtung bei Dunkelheit sind gute Ergebnisse mit zusätzlicher Beleuchtung erzielt worden. Orthikon-Fernaugen sind bisher noch nicht eingebaut. Sie versprechen aber eine gute Weiterentwicklung der Fernsehtechnik.

Für die Anmeldung über längere Strecken hat sich UKW-Sprechfunk bewährt. Durch Abstimmung mit der Schleuse über die voraussichtliche Ankunftszeit ist es möglich, die Schleusenbelegung zu verbessern und die Wartezeit vor der Schleuse auf ein Minimum zu beschränken. Die Schleusen der kanalisierten Mosel haben seit 1964 von vornherein Sende/Empfangsstationen mit den international vorgesehenen Frequenzen für den nautischen Dienst Schiff-Land erhalten.

#### 1.322 Elektronische Datenverarbeitung

Die Verarbeitung der Ankunftsmeldungen der Schiffe, z. B. für eine optimale Belegung der Schleusenkammern durch elektronische Datenverarbeitungsanlagen wäre denkbar. Sie ist bisher im Bereich der BRD noch nicht durchgeführt.

Eine wesentliche Erleichterung und Verbesserung für die Abgabenerhebung in Schleusen und für Wasserstraßen, für statistische Zwecke, Frachtenkontrolle usw. könnte der

Einsatz von solchen Datenverarbeitungsanlagen sein, wie die ersten Versuche im Bereich der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Münster zeigen. Hier wird zugleich für zwei andere Direktionsbereiche unter Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung die gesamte Verkehrsstatistik für die westdeutschen Kanäle aufgestellt. Grundlage hierfür ist die sogenannte Frachterklärung, die zentral ausgewertet wird. Das zunächst nur für die Verkehrsstatistik entwickelte Verfahren gestattet die Berechnung und Erhebung von Schiffahrtsabgaben und anderen Gebühren. Hierdurch können Zähl- und Hebestellen vereinigt und mit anderen Dienststellen zusammengelegt werden. Die statistische Erfassung und Abgabenerhebung wird sicherer als bisher und Fehlerquellen werden weitgehend ausgeschlossen. Auch für die Schiffe selber ergeben sich Vorteile, da die Besatzungen nicht mehr an allen Zähl- und Hebestellen, zum Teil in schlecht begehbarem Gelände, von Bord gehen müssen, um die notwendigen Angaben zu machen. Der Schleusenbetrieb bleibt ungestörter.

Voraussetzung für die Anwendung der Elektronik für diese Aufgaben wäre ein einheitliches Kennzeichen für jedes Schiff, das für Datenverarbeitung geeignet ist. Es könnte aus einer Zahlen- oder Buchstabengruppe bestehen. Aus ihm könnten hervorgehen die Nationalität, das Stromgebiet, aus dem das Schiff stammt, die Fahrzeugart, Schiffsgröße oder Maschinenstärke und eine Schiffsnummer, aus der Namen und Eigentümer sowie Heimathafen des Schiffs zu erkennen sind. Die geeignete Form dieses Kennzeichens müßte von Fachleuten der Datenverarbeitung zusammen mit den Verwaltungen und der Schifffahrt gefunden werden.

## **2. Anwendung der Elektronik in Fahrzeugen der Binnenflotte**

Einsparung von menschlicher Arbeitskraft ist im Zuge der technischen Gesamtentwicklung ein Gebot, mit dem sich die Binnenschifffahrt auseinanderzusetzen hat. Einmal zwingt dazu der Mangel an Menschen, die einen Beruf ausüben sollen, bei dem sie tage-, ja wochenlange Abwesenheit von der Familie in Kauf nehmen müssen, zum anderen müssen bei höheren Investitionskosten alle Möglichkeiten der Personal- und Instandsetzungersparnis erschöpft werden. Noch ist die Zahl automatischer Anlagen auf Schiffen, namentlich was den Steuer- und Antriebsvorgang angeht, gering. Doch mit Hilfe der Elektronik ist das im Schiffsbetrieb besonders im Vordergrund stehende Moment der Sicherheit soweit beherrscht, daß sich aussichtsreiche Perspektiven für die Zukunft eröffnen. Schaltvorgänge mit Hilfe der Halbleitertechnik haben für den Schiffbauer die Schrecken vor oxydierten Kontakten, schwieriger Pflege und dauernder Kontrolle durch hochwertiges Personal verloren. Die Seeschifffahrt hat dies zuallererst erkannt und ist als Schrittmacher vorangegangen. Selbststeueranlagen nach vorgegebenem Kurs gehören fast zu Standardausrüstung eines modernen Seeschiffs. Die Binnenschifffahrt, der die Weite des Meeres fehlt, ist aber beim Steuern eines Schiffs durch die Krümmungen eines verkehrsreichen Stroms, durch die Enge der Schleusen und Brücken, nach wie vor auf den Eingriff und die Wachsamkeit des Menschen angewiesen. Aber da dieser Mensch in Gestalt des Schiffsführers auf einem modernen Binnenschiff seine Maschine vom Steuerstand (also „von oben“) fährt, ist die Forderung nach Entlastung beim Bedienen und Überwachen der Maschinenanlage eigentlich noch dringender zu erheben als in der Seeschifffahrt. Die Automation hat daher ihren Einzug bei der Binnenflotte gehalten, die Elektronik in ihren vielfältigen Möglichkeiten ist ihr unentbehrlicher Helfer. Neue Verfahren, namentlich wenn sie im Stadium der ersten Anwendungen sind, haben den Nachteil, daß der Investitionsaufwand nicht unbedeutend ist. Es dürfte daher einleuchten, daß die zur Zeit im Betrieb oder im Bau befindlichen Anlagen auf Schiffen anzutreffen sind, deren hochwertige Maschinenanlagen besonders sorgfältig überwacht

werden müssen und das sind ohne Zweifel die Schubboote mit Leistungen, die der 2000-PS-Grenze nahekommen. Diese Überwachung ist notwendig, weil die Erfahrung gezeigt hat, daß Maschinenschäden überwiegend auf Unterlassungen und Mängel in der Wartung schnellaufender Motoren, die aus Platz- und Gewichtsgründen für moderne Schiffe nur noch in Betracht kommen, zurückzuführen sind. Die Anwendung automatischer Überwachungs- und Steuerungsanlagen mittels elektronischer Bauelemente soll an einem Schubboottyp mit 2-Schraubenantrieb und voll elektrifizierter Ausrüstung und Einrichtung dargestellt werden. Vorausgeschickt sei noch, daß auf die „Elektronik“ selbst, die sich aus der Anwendung der Halbleiter-Physik entwickelt hat, kontaktlos arbeitet, sich gedruckter Schaltungen bedient, deren Trägerelemente in kürzester Zeit ausgewechselt werden können, kurz sich aller Elemente bedient, die in vielfachen technischen Anwendungen bekannt sind, nicht eingegangen wird.

Zum Verständnis der Funktionen, die teils automatisch ablaufen, teils gesteuert werden, muß die maschinelle Einrichtung eines solchen Typbootes kurz angesprochen werden. Zwei Propeller werden über elektrisch oder hydraulisch zu kuppelnde Untersetzungsgetriebe von schnellaufenden Dieselmotoren angetrieben. Die Verwendung von Verstellpropellern ist ebenfalls möglich. Die umfangreiche elektrische Anlage wird aus Sicherheitsgründen von zwei besonderen Dieselaggregaten versorgt, wobei eines jeweils als Reserve dient. Die starken Verbraucher wie Hydraulik- und andere Pumpen, Kompressoren, Lüfter, Ladegleichrichter und Batterien sowie der Herd werden für Drehstrom ausgelegt, das Lichtnetz für Wechselspannung, das 24-Volt-Netz zum Betrieb der Starteranlagen, der Elektronik, der Positionslampen, Funk und Notstrom für Gleichspannung. Das Ruder wird hydraulisch oder elektrisch betätigt.

Der Betriebsablauf der Gesamtanlage und dementsprechend die Funktionen der Elektronik gliedern sich wie folgt:

### **1. Aufbau des Stromnetzes durch die Start/Stop-Automatik für die Dieselgeneratoranlagen**

Nach dem Drücken der Starttaste im Brücken-Steuerpult kontrolliert die Elektronik die verschiedenen Voraussetzungen für den einwandfreien Betrieb des Dieselmotors wie Wasserstand, Ölstand und Wassertemperatur. Danach wird automatisch die Startberechtigung erteilt, der Anlasser betätigt und der Generatorschalter eingelegt. Der ganze Vorgang dauert etwa drei Sekunden. Bei Fehlstart wird automatisch der Startvorgang wiederholt, nach dem dritten Fehlstart wird das zweite Dieselaggregat (Reserve) nach Ablauf der Kontrollen gestartet und zugeschaltet.

### **2. Überwachung der Diesel-Generatoranlagen im Betrieb**

Automatisch werden überwacht: Kühlwasserstand, Kühlwassertemperatur, Schmierölstand, Schmieröldruck, Zustand der Starterbatterien, Überlast, Startversagen und Selbstabstellung des Dieselmotors (durch Kraftstoffmangel, mechanische Defekte). Stellt die elektronische Überwachung eine dieser Störungen fest, wird vorsorglich durch die Automatik das zweite Dieselaggregat gestartet.

### **3. Automatisches Betriebsklarmachen der Fahrdiesel**

Mit 1. und 2. ist ein störungsfreies Stromnetz sichergestellt. Wird jetzt auf dem Brücken-Steuerpult die Taste „Betriebsklarmachen“ betätigt, fragt die Automatik folgende Programmpunkte ab:

Kontrolle: Bordnetz unter Spannung

Kontrolle: Übertemperaturen (Brandgefahr)

Kontrolle: Kühlwassertemperatur  
 Kontrolle: Öltemperatur  
 Kontrolle: Abgastemperatur Fahrdiesel  
 Kontrolle: Kühlwassermangel.

Ergeben die Kontrollen einwandfreie Betriebszustände, erscheint auf einer Tafel in beleuchteter Klarschrift die Anzeige „Betriebsklar“ und die Steuerspannung für den Anlaßvorgang wird freigegeben. Stellt die Kontrolle eine Störung fest, wird diese auf der Tafel angezeigt. Ein Start ist nicht möglich, bevor die Störung beseitigt ist.

#### 4. Start/Stop-Automatik für die Fahrdiesel und Überwachung im Betrieb

Analog der Inbetriebsetzung eines Hilfsdieselmotors (vgl. 1.) wird auch nach Drücken der Taste „Start“ von der Automatik ein Kontrollsystem ausgelöst, das jedoch entsprechend der Bedeutung des Hauptantriebs für das Fahrzeug — es muß ja mit zwei Motoren gefahren werden, eine Reserve wie beim Dieselaggregat für die Stromerzeugung ist also nicht vorhanden — wesentlich mehr Kontrollstationen umfaßt als bei einem Hilfsdiesel. Diese Stationen werden auch während des Betriebes laufend überwacht, Störungen angezeigt und dem Schiffsführer entsprechende Weisungen auf der Tafel gegeben wie etwa „Drehzahl reduzieren“ oder bei Störgrößen, die in kurzer Zeit eine Gefährdung des Motors zur Folge haben „Motor abstellen“. Bei Nichtbefolgen dieser Weisung wird der Motor nach einigen Sekunden automatisch abgestellt. Kontrollen vor Inbetriebsetzung und Überwachung während des Betriebes erstrecken sich auf:

Kühlwasserstand (Seeventil offen)  
 Kühlwasserdruck, Kühlwassertemperatur  
 Motoröldruck, Motoröltemperatur  
 Kraftstoffdruck  
 Abgastemperatur  
 Drehzahl  
 Öldruck für Getriebe oder Verstellpropeller.

Beim Stillsetzen der Anlage wird, ebenso wie bei den Hilfsdieselmotoren, durch Knopfdruck eine Reihe von Vorgängen automatisch ausgelöst, wie z.B. Motor auskuppeln, Seeventil schließen, die sonst mit besonderen Befehlen einzeln veranlaßt werden mußten.

#### 5. Überwachungsfunktionen im nautischen Bereich

Hierzu gehören folgende Kontrollen:

Druckluftversorgung für das Tyfon  
 Ruderantrieb (elektrisch, hydraulisch)  
 Brandgefahr  
 Ladezustand der Batterien für Start und Elektroniksystem  
 Wasserstand in der Bilge.

Aus den geschilderten 5 Abschnitten des Betriebsablaufs der Gesamtanlage geht hervor, daß mit Hilfe elektronischer Elemente eine Fülle von Funktionen, die beliebig vermehrt werden können, automatisch ablaufen, um Ein- und Ausschaltungsvorgänge auszuführen, Betriebszustände zu überwachen, Störungen anzuzeigen, bei Gefährdung Teile der Anlage abzuschalten und auf Reserve auszuweichen oder bei der Fahranlage nach

entsprechender Warnung den Motor stillzusetzen. Erst durch diese Automatik ist es möglich, den Schiffsführer so zu entlasten, daß er die ganze Aufmerksamkeit dem Bereich seiner nautischen Verantwortung zuwenden kann, die namentlich bei Fahrten in der Nacht und im Nebel mit Hilfe des Radargerätes besonders groß ist.

Zur Entlastung der Besatzung von Schreibarbeiten, die im Maschinentagebuch ihren Niederschlag fanden und oft der betrieblührenden Reederei bei Störungen keine klare Auskunft über Art, Zeit und Umfang der Vorkommnisse gegeben haben, können mit Hilfe der Elektronik Meßwerte aller Art registriert und ausgedruckt werden. Diese Werte beziehen sich auf alle gewünschten Meß- und Registrierstellen wie Wellendrehzahl, Selbstabstellung der Motoren, Wassermangel, Wasserdruck und -temperatur, Öldruck und -temperatur, Abgastemperatur, Überlastung und andere. Dieses automatisch geführte Maschinentagebuch ist für die Reederei eine wichtige Unterlage für die vorgeplante Instandsetzung, die besagt, daß das Schiff nicht erst beim Auftreten eines Schadens zu dessen Beseitigung an die Werft kommt, sondern in bestimmten Fristen planmäßig überholt wird. Da dann zu den festgelegten Zeitpunkten Ersatzteile aller Art bis zu ganzen Austauschmotoren bereitgehalten werden können, wird sich die Ausfallzeit des Schiffes auf ein Minimum beschränken lassen.

Nach dem Stand der Berichterstattung beschränken sich die im praktischen Betrieb gesammelten Erfahrungen nur auf wenige Schiffe. Jedoch diese begrenzten Erkenntnisse in der Schifffahrt ermutigen bei der schon Allgemeingut gewordenen Anwendung elektronisch-automatischer Systeme in Landlagen zu der Gewißheit, daß sich diese Automationsverfahren auch an Bord mehr und mehr einführen. Hochwertige technische Anlagen mit einem unvermeidlichen Komplizierungsgrad einerseits, Mangel an geschultem Personal andererseits zwingen dazu. Auch die Kostensituation wird durch Verwendung von Baukastensystemen, wie sie in der Seeschifffahrt schon entwickelt sind, günstiger werden. Diese Systeme haben den Vorteil, daß gleiche Elemente für vielfache Aufgaben der Automatik, der Steuerung, der Regelung, der Überwachung, der Datenerfassung u. a. verwendbar sind. Es liegt auf der Hand, daß schnelle Auswechselbarkeit der Elemente, geringe Ersatzteilkhaltung und große Stückzahlen in der Fertigung neben dem Vorteil der technischen Vervollkommnung die Kosten senken.