

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Pietrzykowski, Z.

Rechnergestützte Methode zur Regelung des Schiffverkehrs auf einem Wasserweg

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Binnenschifffahrt

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105593>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Pietrzykowski, Z. (1988): Rechnergestützte Methode zur Regelung des Schiffverkehrs auf einem Wasserweg. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Binnenschifffahrt 2. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 23-34.

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.



Rechnergestützte Methode zur Regelung des Schiffverkehrs auf einem Wasserweg

Z. Pietrzykowski

Wyzsza Szkola Morska, Szczecin, VR Polen

1. Einführung

Hohe Intensität des Schiffverkehrs in der Nähe von Häfen bringt technische und organisatorische Probleme mit sich, die gelöst werden müssen, um eine sichere Schifffahrt zu gewährleisten. Die dafür verantwortlichen Aufsichtsorgane haben die Aufgabe, den Schiffverkehr so zu steuern, daß keine Gefährdung der Fahrt eines Schiffes entsteht, aber auch Stillstandszeiten in den Häfen vermindert werden. Dabei geht es um die effektivste Auslastung von Hafenkapazitäten. Die genannten Probleme treten noch deutlicher in Häfen hervor, die in Flußmündungen liegen und zu denen lange Wasserwege führen. Auf den meisten Wasserwegen herrschen schwierige nautische Bedingungen. Die Wasserwege haben auch eine begrenzte Durchlaßfähigkeit. Demzufolge sind sie oft ein Engpaß, der auch die Leistungsfähigkeit der Häfen beeinflußt. Schon seit vielen Jahren wird versucht, diese Probleme zu lösen.

2. Organisation des Schiffverkehrs auf dem Wasserweg

Der Schiffverkehr auf den Wasserstraßen in der Nähe bzw. direkt in den Häfen unterliegt entsprechenden Hafenvorschriften, die den jeweiligen Bedingungen angepaßt sind. Für die Regelung und die Kontrolle des Schiffverkehrs ist das Hafenamt verantwortlich. Außerdem wird jedes Schiff mit einem Lotsen besetzt.

Eine bedeutende Rolle bei der Gewährleistung einer sicheren Schifffahrt spielt die technische Ausrüstung des Hafenamtes. Dazu gehören Beobachtungs- und Kommunikationssysteme. Den Hafenämtern sind Radarstationen unterstellt. Sie können einzeln oder in Radarketten zusammengefaßt sein. Im Falle langer Wasserwege gewährleistet nur eine Radarkette die genaue Beobachtung des Schiffverkehrs entlang des Wasserweges. Als Kommunikationssysteme nutzt man UKW-Sender/Empfänger sowie das Fernsprech- und Fernschreibnetz. In modernen Häfen steht auch eine rechnergestützte Datenbank zur Verfügung, die die wichtigsten Hafeninformationen vermitteln kann.

Das entscheidendste Element im Gesamtsystem der Regelung und Aufsicht des Schiffsverkehrs ist jedoch der Mensch. Das Personal des Hafenamtes hat die Aufgabe, den Verkehr zu koordinieren und einzelne Schiffe zu führen. Existierende Systeme zur aktiven Regelung des Schiffsverkehrs – sogenannte V.T.S-Systeme – (Rotterdam, Goeteborg, Le Havre, Außenweser) ermöglichen eine genaue Beobachtung des Verkehrs auf dem Wasserweg mittels integrierter Abbildungen, die auf der Basis von Radarbildern einer Radarkette entstehen. Dadurch ist eine genaue und umfassende Beurteilung der Verkehrssituation möglich. Sie erleichtern Entscheidungen über den Schiffsverkehr.

Ein weiterer Schritt, die Sicherheit der Schifffahrt zu erhöhen und einen günstigen Ablauf des Güterumschlages zu erreichen, scheint die rechnergestützte Methode zur Regelung des Schiffsverkehrs zu sein. Das betrifft vor allem die Bestimmung der Einfahrzeiten von Schiffen auf den Wasserweg. Anhand von Informationen über den Wasserweg und die aktuellen Informationen über den Schiffsverkehr auf dem Wasserweg ist es möglich, einen günstigen Zeitpunkt für die Einfahrt einzelner Schiffe schnell zu finden. Die Entscheidung trifft jedoch der Mensch. Mittels Rechentechnik ist es ihm möglich, die getroffene Entscheidung vor ihrer Realisierung zu überprüfen.

3. Rechnergestützte Methode zur Regelung des Schiffsverkehrs auf der Wasserstraße Swinoujście - Szczecin

Die Methode ermöglicht die Bestimmung von Zeitpunkten für die Einfahrt einzelner Schiffe in die Wasserstraße oder die sofortige Überprüfung der vom Hafenamts getroffenen Entscheidung bezüglich des Zeitpunktes der Einfahrt von Schiffen in die Wasserstraße. Sie wurde mittels eines Simulationsmodells getestet.

3.1. Wasserweg Swinoujście - Szczecin

Der Wasserweg Swinoujście - Szczecin (Bild 1) mit 63 km Länge verbindet die Häfen Szczecin, Police und Swinoujście mit der Ostsee. Die Breite des Wasserweges schwankt von 50 bis 300 m. Während der Fahrt auf dieser Wasserstraße sind mehrere Kursänderungen vorzunehmen. Das zwingt zum richtungsorientierten Verkehr und zu Geschwindigkeitsbegrenzungen auf bestimmten Abschnitten, abhängig von der Größe der Schiffe. Den Wasserweg befahren auch Schubverbände. Sie sind verpflichtet, am Rande der Fahrrinne zu fahren.

Die Regelung des Schiffsverkehrs auf diesem Wasserweg üben die Hafenamts Swinoujście und Szczecin aus. Anhand von Informationen der Leitung der Häfen Swinoujście - Szczecin, der Radarbeobachtungen in Swinoujście und Szczecin

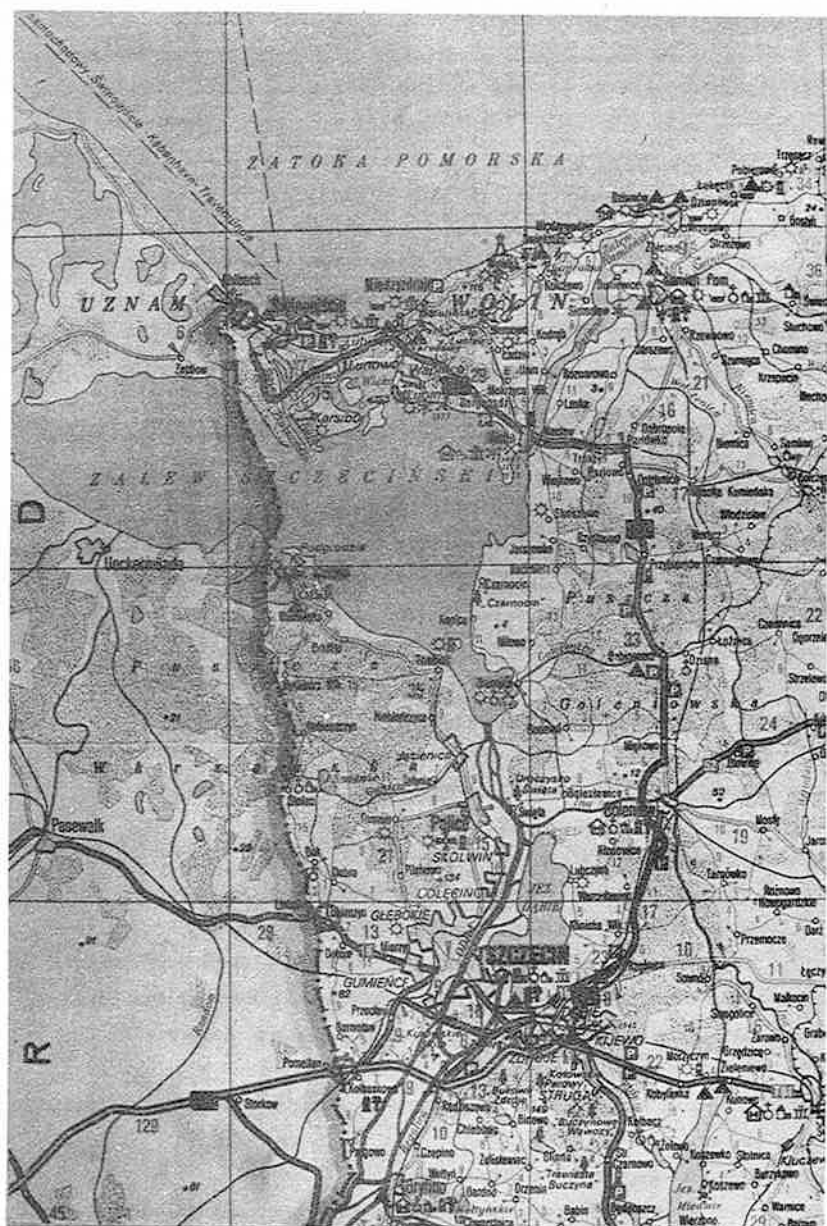


Bild 1 Wasserweg Swinoujscie - Szczecin (Auszug Autokarte VR Polen)

und der UKW-Kommunikation werden Entscheidungen über den Schiffsverkehr getroffen. Zur Zeit wird die Radarkette entlang des ganzen Wasserweges installiert. Die aktuelle Regelung des Schiffsverkehrs hat passiven Charakter. Das Hafenamts greift nur direkt in den Schiffsverkehr ein, wenn größere Schiffe (über 30.000 DWT) in die Wasserstraße einfahren, sich die Sicht verschlechtert und in Havariesituationen. Bei schlechter Sicht wird der Schiffsverkehr eingestellt. Demzufolge entscheiden - in den meisten Fällen - die Lotsen über das Geschehen auf dem Wasserweg. Untereinander bestimmen sie die Positionen für Überhol- und Vorbeifahrmanöver und ändern dementsprechend auch die Geschwindigkeiten. Bei weiterer Zunahme des Schiffsverkehrs können Störungen auftreten und die Durchlaßfähigkeit des Wasserweges herabgesetzt werden.

Die vorgeschlagene Methode zur rechnergestützten Regelung des Schiffsverkehrs hat aktiven Charakter. Sie kann in V.T.S-Systemen mit Radarkette und integrierten Abbildungen des Wasserweges eingesetzt werden. Im Falle einer nicht vollständigen Radarkette müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, damit die Sicherheit der Schifffahrt gewährleistet wird. Das betrifft vor allem die Sicherheitsabstände zwischen den einzelnen Schiffen. In beiden Fällen ist aber die Einhaltung des vorgegebenen Zeitplanes, d. h. die Einhaltung der Einfahrtzeit, die Positionen und die Zeiten für Vorbeifahr- und Überholmanöver jedes Schiffes erforderlich.

3.2. Simulationsmodell

Das Simulationsmodell setzt sich zusammen aus:

- der Datenbank
- dem Regelungsalgorithmus.

Die Datenbank umfaßt die statische und die dynamische Datenbank. Die statische Datenbank beinhaltet Informationen über den Wasserweg und die geltenden Vorschriften über den Schiffsverkehr. Die dynamische Datenbank erhält die Informationen über die Verkehrssituation auf dem Wasserweg, die Positionen der Schiffe, ihre Parameter, Geschwindigkeiten und Reiseziele. Der Regelalgorithmus ermöglicht die Wahl des Arbeitsprinzips:

- die Überprüfung der vom Personal des Hafenamtes angegebenen Einfahrtzeit des Schiffes,
- die Berechnung der günstigsten Einfahrtzeit.

Die Berechnung der günstigsten Einfahrtzeit kann nach verschiedenen Regelungsstrategien durchgeführt werden, z. B. Minimierung der Wartezeiten

bedingt durch die Verkehrssituation:

- der einzelnen Schiffe;
- aller Schiffe innerhalb eines bestimmten Zeitraumes;
- Schiffe mit höherer Priorität usw.

Die dem Benutzer des Wasserweges entgegenkommende Strategie scheint hier die Minimierung der Wartezeiten der einzelnen Schiffe zu sein. Die Zeitpunkte für die Bereitschaft der Schiffe zur Einfahrt in den Wasserweg werden von vielen Faktoren beeinflusst. Deshalb kann eine Vorausplanung dafür nur teilweise eingeführt werden. Der Algorithmus des Simulationsmodells ist in Bild 2 dargestellt.

3.3. Auswertung des Simulationsmodells

Es wurden Untersuchungen des Simulationsmodells bei verschiedenen Schiffsströmen und Sicherheitsabständen zwischen den einzelnen Schiffen, darunter auch bei aktueller Intensität, durchgeführt. Die Simulationsdauer betrug ein Kalenderjahr. Der Regelalgorithmus arbeitete nach dem Prinzip "Bearbeitung der Schiffe entsprechend den Meldungen der Bereitschaft zur Einfahrt in den Wasserweg". Die statistischen Verteilungen der Verkehrsströme im Simulationsmodell entsprachen den realen statistischen Verteilungen. In Bild 3 ist die Abhängigkeit der mittleren Wartezeit eines Schiffes von der Intensität des Schiffsverkehrs für verschiedene Sicherheitsabstände dargestellt. Bild 4 zeigt den prozentualen Anteil des Verhältnisses: Anzahl der infolge der Verkehrssituation wartenden Schiffe zur Anzahl aller Schiffe.

Die mittleren realen Wartezeiten liegen unter den mittels Simulation errechneten mittleren Wartezeiten. Das läßt sich wie folgt erklären:

- in der Realität werden die Verkehrsvorschriften (Hafenvorschriften) nicht streng eingehalten;

- es wird in der Realität auch mit der Fahrgeschwindigkeit "reguliert".

Das verursacht im realen Schiffsverkehr kleinere Wartezeiten, wobei bei höheren Intensitäten durch Störungen im Verkehr mit größeren Wartezeiten als im Modell zu rechnen ist. Der prozentuale Anteil des Verhältnisses: Anzahl der wartenden Schiffe zur Anzahl aller Schiffe entspricht der objektiven Realität. Die Erhöhung der Sicherheitsabstände führte zur Vergrößerung der mittleren Wartezeit und zur Erhöhung der Anzahl der wartenden Schiffe.

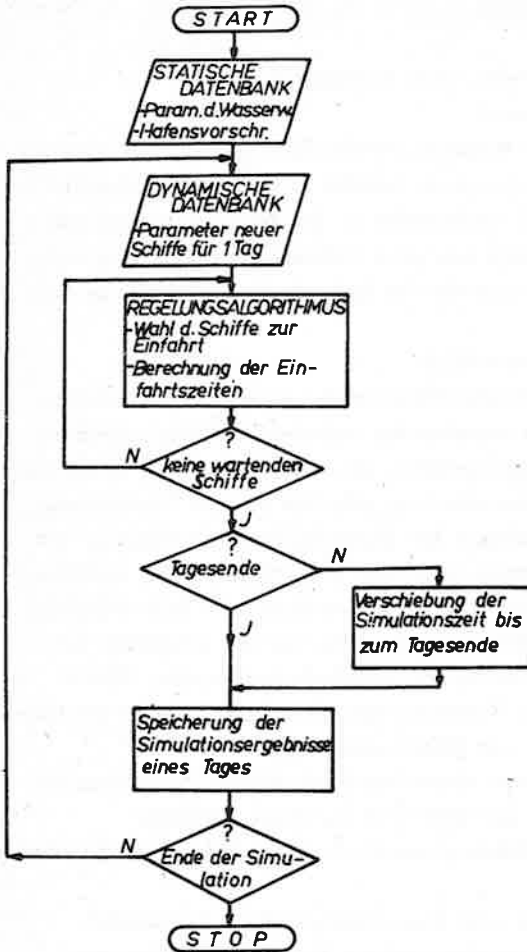


Bild 2 Algorithmus des Simulationsmodells zur rechnergestützten Regelung des Schiffsverkehrs auf einem Wasserweg

MITTLERE WARTEZEIT

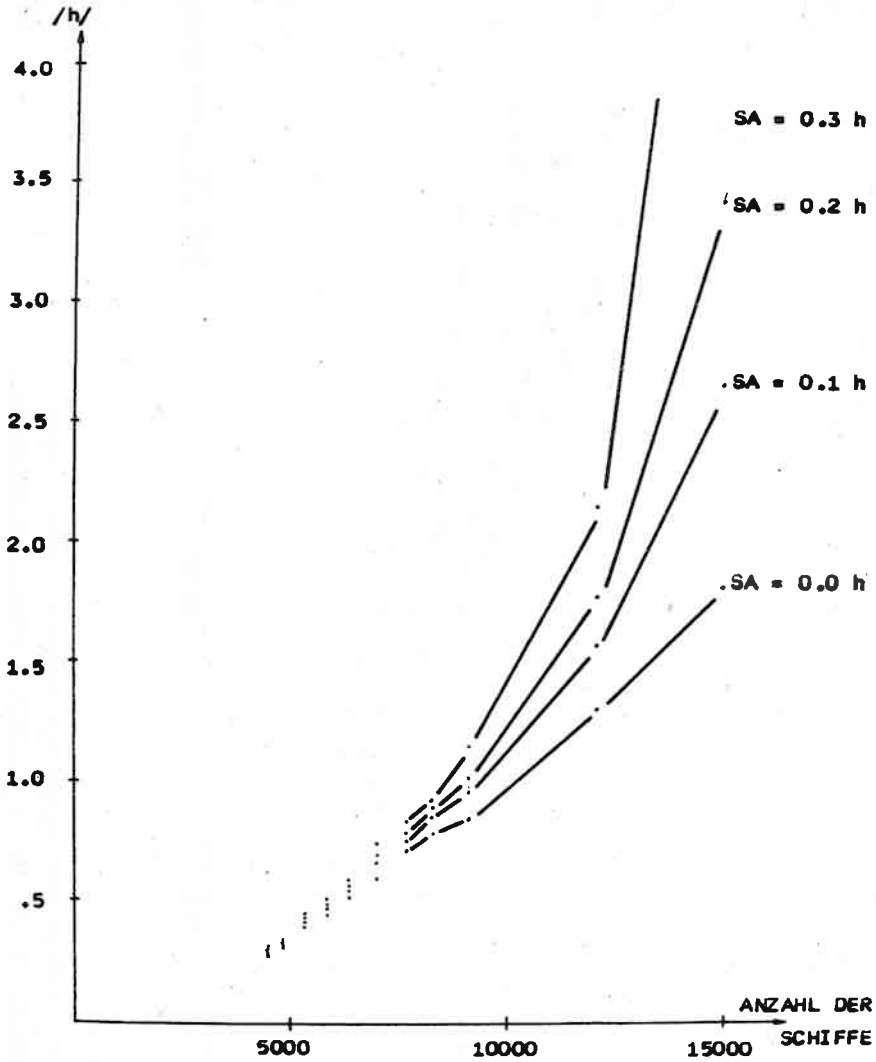


Bild 3 Mittlere Wartezeit eines Schiffes im Jahr in /h/

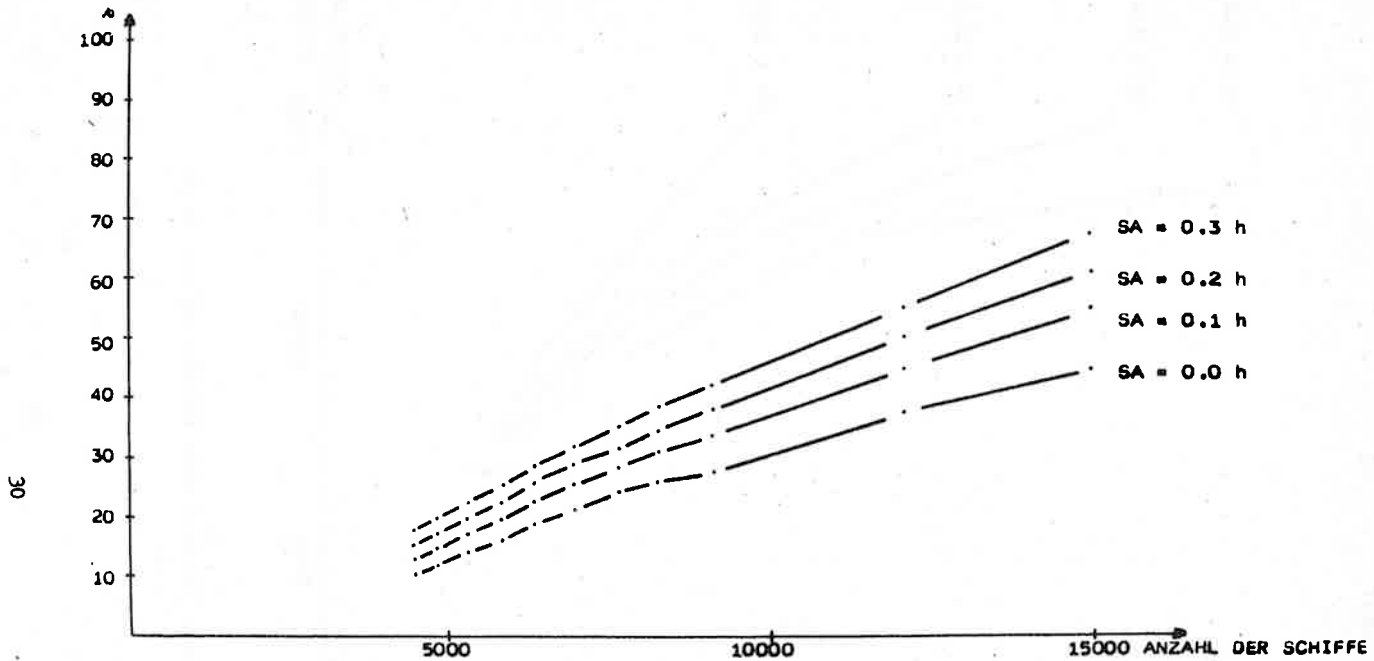


Bild 4 Anteil des Verhältnisses: Anzahl der wartenden Schiffe zu Anzahl aller Schiffe im Jahr %/ für verschiedene Sicherheitsabstände /SA/

3.4. Simulationsuntersuchungen der rechnergestützten Methode zur Regelung des Schiffsverkehrs

Es wurden vier verschiedene Regelungsalgorithmen zur Regelung des Schiffsverkehrs mittels Simulationsprogramm getestet:

- 1) Bearbeitung der Schiffe laut der Meldungen der Bereitschaft zur Einfahrt in den Wasserweg;
- 2) Bearbeitung der Schiffe innerhalb eines Tages in Abhängigkeit von der Länge der Route mit Vorfahrt für die Schiffe, die die längste Strecke fahren;
- 3) Bearbeitung der Schiffe innerhalb eines Tages in Abhängigkeit von der Größe der Schiffe mit Vorfahrt für die größten Schiffe;
- 4) Bearbeitung der Schiffe innerhalb eines Tages in Abhängigkeit von der Länge der Route und der Größe der Schiffe.

Die Simulationsdauer betrug ein Kalenderjahr. Es wurde angenommen, daß die Schiffe mit den maximal zugelassenen Geschwindigkeiten fahren. Nicht berücksichtigt wurden die Zeiträume für Vereisung und Nebellagen auf dem Wasserweg. Die einzelnen Regelungsalgorithmen wurden für verschiedene Werte von Sicherheitsabständen zwischen den Schiffen getestet.

3.5. Ergebnisse der Simulationsuntersuchungen

Es wurden die vier oben genannten Regelungsalgorithmen getestet. Die Bilder 5 und 6 zeigen die Ergebnisse. Es ist zu erkennen, daß die Vorausplanung der Einfahrtzeiten vorteilhafter ist. Die Berücksichtigung der Länge der Route und der Größe des Schiffes brachte Zeitgewinn. Sehr wichtig erscheint die Bestimmung der Sicherheitsabstände, die nach Größe und Manövereigenschaften der Schiffe festgelegt werden müssen. Das könnte eine Aufgabe des Hafenamtes sein.

Eine weitere Frage betrifft die zusätzliche Geschwindigkeitsregelung. Ausgehend vom Prinzip der kürzesten Reisezeit auf dem Wasserweg, dadurch auch seiner kürzesten Belegung, wären die vorgeschlagenen Algorithmen effektiver. dafür sind aber zusätzliche Untersuchungen erforderlich. Es müßten die Geschwindigkeiten aller Schiffe gleichgesetzt werden, wodurch Kolonnenverkehr möglich wäre. Das gilt vor allem für den Zeitraum der Vereisung und/oder Nebellage auf dem Wasserweg und müßte im Regelungsalgorithmus berücksichtigt werden.

Die Aufgabenstellung einer Optimierungsaufgabe (Optimierung im ganzzahligen Bereich) scheint weniger brauchbar zu sein. Die Lösung solcher Aufgaben ist zeitaufwendiger. Bei kurzen Entscheidungszeiten wäre dies nicht möglich,

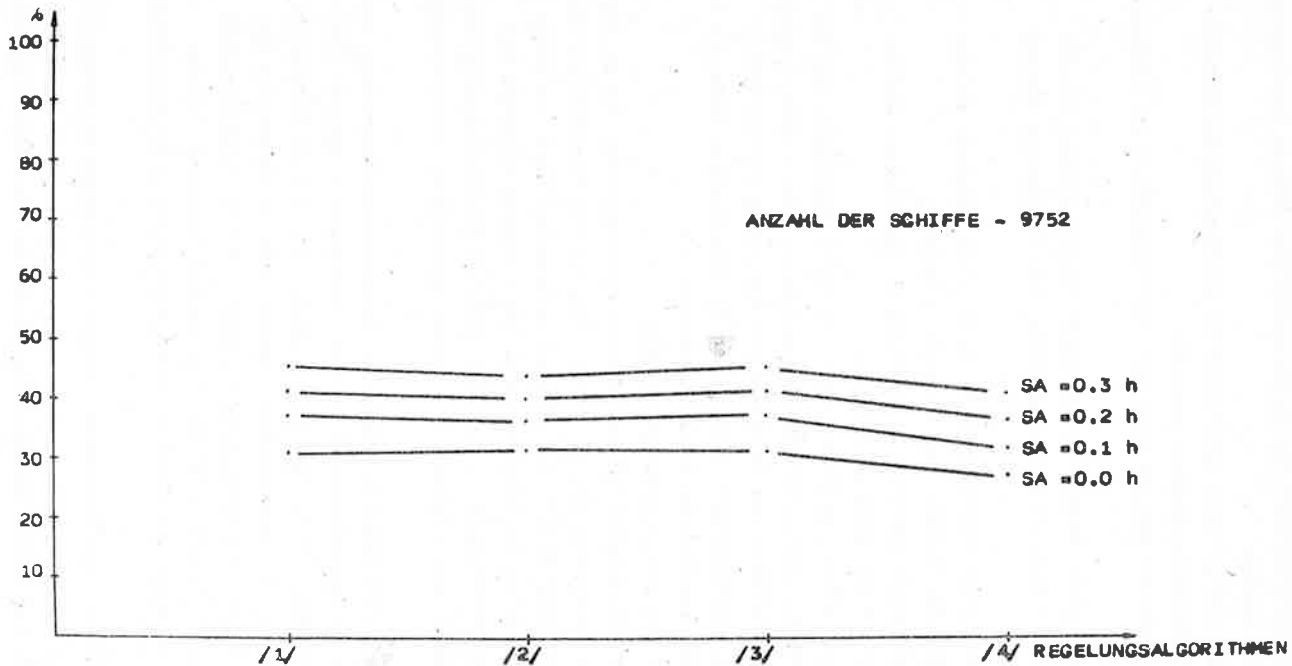


Bild 5 Anteil des Verhältnisses: Anzahl der wartenden Schiffe zu Anzahl aller Schiffe im Jahr als Funktion des Regelungsalgorithmus und für verschiedene Sicherheitsabstände zwischen den Schiffen /SA/

MITTLERE WARTEZEIT
/h/

2.0

1.5

1.0

.5

ANZAHL DER SCHIFFE - 9752

SA = 0.3h
SA = 0.2h
SA = 0.1h
SA = 0.0h

/1/

/2/

/3/

/4/

REGELUNGALGORITHMEN

33

Bild 6 Mittlere Wartezeit eines Schiffes als Funktion des Regelungs-
algorithmus und für verschiedene Sicherheitsabstände zwischen
den Schiffen /SA/ in /h/

weil der Regelungsalgorithmus schnell und sicher sein muß. Der größte Vorteil des vorgeschlagenen Regelungsalgorithmus besteht im schnellen Berechnen oder dem Prüfen der vom Hafenanwalt vorgeschlagenen Einfahrtzeiten der Schiffe in die Wasserstraße.

4. Zusammenfassung

Es wurde eine rechnergestützte Methode zur Regelung des Schiffverkehrs auf einem Wasserweg vorgestellt. Die einzelnen Regelungsalgorithmen wurden beschrieben. Die Möglichkeit, diese Methode anzuwenden, wurde am Beispiel des Wasserweges Swinoujście - Szczecin dargestellt.

Literaturverzeichnis

- /1/ CAROLP, A.; GORIS, J.:
The Rotterdam V.T.M.S.-Technical realisation, V.T.S. Symposium,
Marseille 1984
- /2/ GRIFFITHS, J. D.; HASSAN, E. M.:
Increasing the shipping capacity of the Suez Canal.
J. Navigation 1978, vol 1, No 2
- /3/ HOFSTEE, R.:
Some aspects of pilots participation in V.T.S. Symposium,
Marseille 1984
- /4/ KOP, G.; POLDERMAN, K.:
V.T.S. development in the Netherlands
V.T.S. Symposium, Marseille 1984
- /5/ PIETRZYKOWSKI, Z.:
Model symulacyjny ruchu statków na torze wodnym
Swinoujście - Szczecin.
Wissenschaftliche Konferenz Infogryf 1986 Kolobrzeg
- /6/ UCHACZ, W.:
Optymalizacja regulacji ruchu na torze wodnym
Swinoujście - Szczecin.
Wissenschaftliche Konferenz WSM Szczecin 1981
- /7/ WEPSTER, A.:
Vessel Traffic Management Systems: Some Considerations.
J. Navigation 1979, Vol 32, No 1
- /8/ Hafenvorschriften: Zarządzenie porządkowe Nr. 7
Dyrektora Naczelnego Urzędu w Szczecinie z dnia 15 lipca 1981 r.
- Przepisy portowe (Dz. U. WRN w Szczecinie)