

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Lüsch, Jürgen

Zum Stand der Modellierung der Durchlaßfähigkeit von Binnenhäfen

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

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105628>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Lüsch, Jürgen (1989): Zum Stand der Modellierung der Durchlaßfähigkeit von Binnenhäfen. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Binnenschifffahrt 4. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 78-87.

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.



Zum Stand der Modellierung der Durchlaßfähigkeit von Binnenhäfen

Prof. Dr. sc. techn. J. Lüsich
Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde/Wustrow

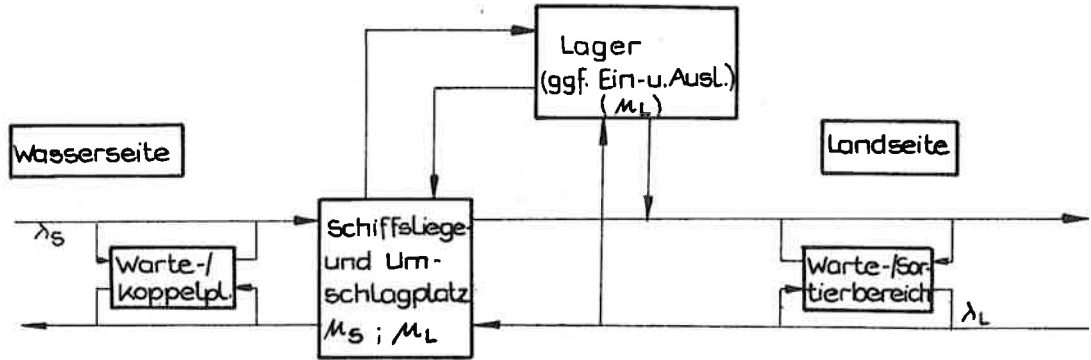
1. Einführung

Abgeleitet aus ihrer volkswirtschaftlichen Funktion sind Binnenhäfen Bedienungssysteme, die zur Wahrnehmung dieser Funktion eine Vielzahl verketteter und vernetzter Elemente besitzen. Neben einer funktionell sinnvollen gegenseitigen Anpassung müssen die Elemente kapazitiv so ausgelegt sein, daß insgesamt die geplante Durchlaßfähigkeit erreicht wird. Zwangsläufig müssen deshalb Kapazitätsfragen, wenngleich mit unterschiedlicher Genauigkeit, in allen Phasen der Produktionsvorbereitung möglichst exakt und rationell beantwortet werden.

Vereinfacht lassen sich die Hauptfunktionen von Binnenhäfen auf folgende Elemente reduzieren (Bild 1):

- Schiffsbe- und/oder -entladung;
- Lagerung;
- Be- und/oder Entladung von Landtransportmitteln.

Während man früher für die Kapazitätsmodellbildung auf Erfahrungswerten basierende deterministische Ansätze nutzte, deren Genauigkeit heutigen Ansprüchen nicht mehr gerecht wird, stehen sich für die nunmehr übliche Betrachtung als stochastisches System analytische Modelle der Bedienungstheorie und Simulationsmodelle alternativ gegenüber /1, 2/. Insbesondere durch die Fortschritte auf dem Gebiet der Rechentechnik schieben sich Simulationsmodelle immer stärker in den Vordergrund. Auch auf arbeitsplatznaher Rechentechnik lassen sich heute relativ komplexe Abfertigungssysteme simulieren. Aus Rationalitäts- und Aufwandsgründen ist eine Teilung des Gesamtabfertigungssystems in die o.g. Elemente auch bei der rechentechnischen Umsetzung von Bedienungsmodellen



λ ... Ankunftsrate
 μ ... Abfertigungsrate

Bild 1 Funktionsschema eines Hafens

üblich. Im Folgenden werden der Aufbau und einige Anwendungserfahrungen mit Dialog-Simulationsprogrammen für Kapazitätsberechnungen beschrieben. Das Programmsystem besteht derzeit aus den Teilen:

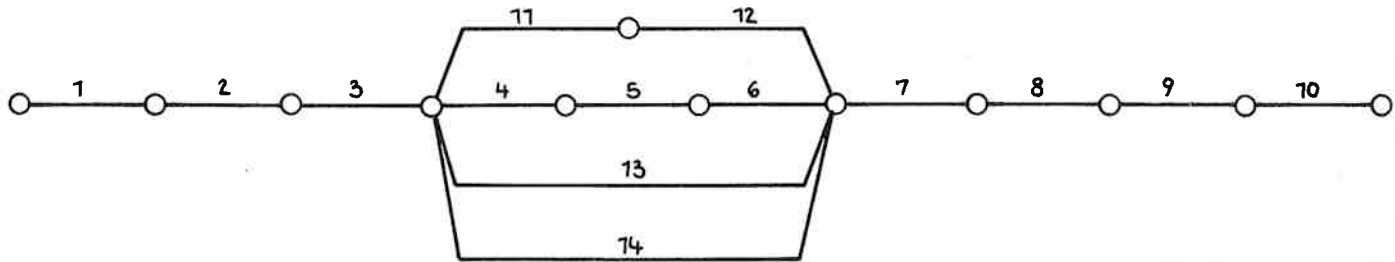
- Schiffsabfertigungsprozeßplanung (NETZ),
- kapazitive Auslegung von Schiffsabfertigungsanlagen (KAASA),
- Lagerkapazität (LAGER),

die in TURBO-PASCAL für die Betriebssysteme SCP und MS-DOS vorliegen. Der Dialog erfolgt in deutscher Sprache. Für NETZ liegt eine englischsprachige Version vor.

2. Schiffsabfertigungsprozeßplanung

Die zu erwartende Schiffsabfertigungszeit muß vor allem im Rahmen der technologischen Planung und der operativen Produktionsvorbereitung mit großer Häufigkeit vorausbestimmt werden. Auch bei der technologischen Projektierung von Schiffsabfertigungssystemen ist die zuverlässige Festlegung der durchschnittlichen Hafentiegezeit bzw. ihrer Häufigkeitsverteilung unabdingbar.

Der Schiffsabfertigungsprozeß setzt sich aus einer Vielzahl sequentieller und vollständig bzw. teilweise überlagerter Haupt- und Hilfsoperationen zusammen (Bild 2). Eine Reihe dieser Operationen entstehen bei jedem Abfertigungsprozeß unabdingbar, andere nur bei bestimmten Gutarten, Umschlagtechnologien, Schiffstypen usw. Dem trägt das entwickelte Dialogprogramm dadurch Rechnung, daß die Netzplanstruktur frei wählbar ist. Die Zeitdauer der einzelnen Operationen hängt in der Regel wiederum von einer Vielzahl von Einflußgrößen ab und ist entweder durch Regressionsfunktionen berechenbar bzw. es liegen statistisch gesicherte mathematische bzw. empirische Verteilungsfunktionen für jedes Zeitelement vor. Im Dialogprogramm NETZ sind alle üblichen Verteilungsfunktionen wählbar. Stichprobenuntersuchungen zeigen, daß für die effektive Umschlagzeit Regressionsfunktionen in Kombination mit Erlang 2- bzw. Erlang 3-Funktionen rele-



Nr.	Operation	Nr.	Operation
1	Warten auf Warteplatz	8	Verholen
2	Verholen	9	Warten auf Warteplatz
3	Anlegen / Festmachen	10	Ablegen
4	Vorbereitung Laden / Löschen	11	Entsorgen
5	Laden / Löschen	12	Versorgen
6	Nachbereitung Laden / Löschen	13	Hafenreparaturen
7	Ablegen	14	Kontrollen / Inspektionen

Bild 2 Vereinfachte Struktur des Schiffsabfertigungsprozesses

vant sind (Bild 3), während viele andere Zeitelemente häufig durch Normalverteilung mit unterschiedlicher Streuung zu beschreiben sind. Im Ergebnis der Simulation erhält man stetige empirische Verteilungsfunktionen für die Hafenziegezeit in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens. Sie bilden in der Operation Planung die Entscheidungsgrundlage für die Liegezeitfestlegung. Für Durchlaßfähigkeitsuntersuchungen sind die simulierten Liegezeitverteilungen als sogenannte Bedienungsrate direkte Eingangsgröße.

3. Kaidurchlaßfähigkeit

Die Durchlaßfähigkeit eines Liegeplatzes, einer Liegeplatzgruppe bzw. eines Hafens hängt einerseits von der Hafenziegezeit der zu bedienenden Schiffe und andererseits von der Diskontinuität der Schiffsankünfte, der sogenannten Ankunftsrate, ab. Ähnlich wie in Seehäfen kann die Ankunftsrate in Binnenhäfen häufig durch Erlang 1-Verteilungen angenähert werden. Die Form der Verteilungsfunktionen verschiebt sich jedoch mit zunehmender Kontinuität der Transportabwicklung, z. B. bei Pendelverkehren, in Richtung höherer Erlang-Verteilungen. Es gibt aber auch oft Fälle, bei denen die Ankunftsabstände der Schiffe nicht durch mathematische Verteilungsfunktionen zu erfassen sind. Deshalb läßt das Programm zur Ermittlung der Durchlaßfähigkeit (KAASA) neben den üblichen mathematischen Verteilungsfunktionen auch die Eingabe empirischer stetiger bzw. diskreter Schiffsankunftsverteilungen zu.

Der Aufbau des Dialogprogramm gestattet die freie Modellierung folgender Elemente:

- Verteilung der Zwischenankünfte der Schiffe,
- Verteilung der Hafenziegezeiten,
- Verteilung der Zeitdauer für das Zuführen der Einheiten zum Liegeplatz (Bugsieren),
- Anzahl der Liegeplätze,
- Anzahl und Abfertigungsprioritäten der zu bedienenden Einheiten (Mogü, Prahme usw.),

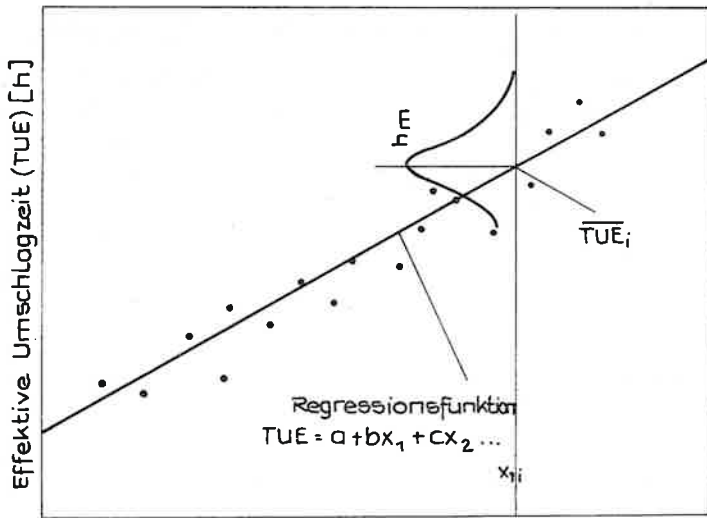


Bild 3 Ermittlung der effektiven Umschlagzeit (Prinzip)

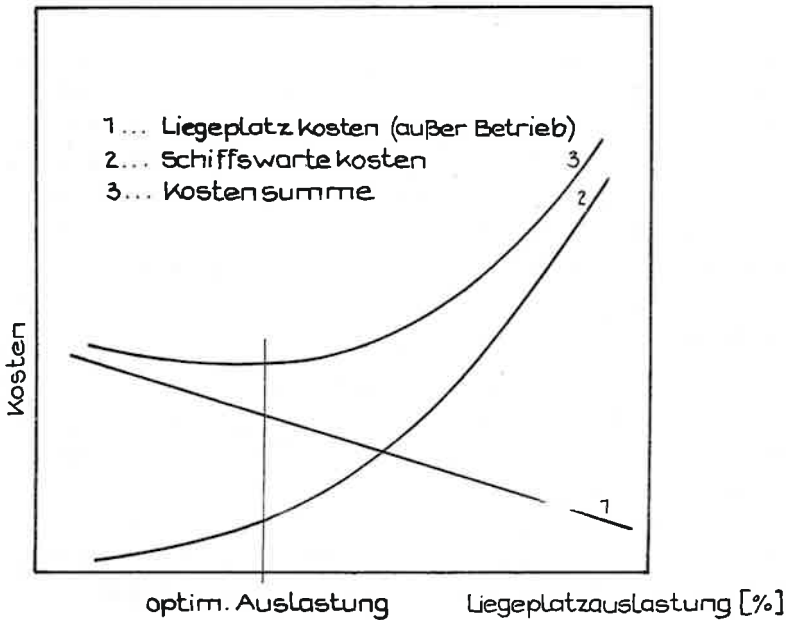


Bild 4 Prinzip der Kapazitätsoptimierung

- Zuordnung der Einheiten zu den verschiedenen Liegeplätzen.

Das Programm berechnet alle wesentlichen Betriebskenngrößen des Bedienungssystems. Als wichtigstes Ergebnis läßt sich für variierte Zwischenankunftsabstände bzw. Liegezeiten bei bekannten Kostenfunktionen für Schiff und Hafen die optimale Auslastung der Liegeplätze ermitteln (Bild 4).

$$K_{\text{ges}}(\varrho) = n_s \cdot k_s + 365 \cdot \varrho \cdot n_L \cdot k_L \quad \text{Min!} \quad (1)$$

Es bedeuten:

- $K_{\text{ges}}(\varrho)$ - Gesamtkosten als Funktion der Liegeplatzauslastung [M/a]
- n_s - Schiffswartetage [d/a]
- k_s - spezifische Schiffswartekosten [M/d]
- ϱ - Liegeplatzauslastung $0 < \varrho < 1$
- n_L - Anzahl der Liegeplätze
- k_L - Spezifische Kosten eines nicht arbeitenden Liegeplatzes [M/d]

Parallel dazu wird der jährliche Durchsatz getrennt für jede Transporttechnologie und für jeden Umschlagplatz erfaßt und angegeben. Die Aufgabenstellung kann problemlos so verändert werden, daß für einen vorgegebenen Güterstrom die optimale Anzahl von Abfertigungsplätzen bzw. deren optimale umschlagtechnische Ausrüstung ermittelt wird, vorausgesetzt, die entsprechenden Aufwands- bzw. Verlustgrößen sind bekannt.

4. Lagerkapazität

Hafenlager werden eingangsseitig durch einen see- und/oder landseitigen Eingangsstrom und ausgangsseitig durch einen see- und/oder landseitigen Ausgangsstrom sowie einen Anfangslagerbestand beschrieben. Die Ein- und Auslagerungströme sind Mengen-Zeit-Funktionen, die sich nicht bzw. nur mit erheblichen Differenzen zum realen Prozeß durch analytische Funktionen erfassen lassen. Folgerichtig hat die Simulationstechnik in den zurückliegenden Jahren besonders für die Lager-

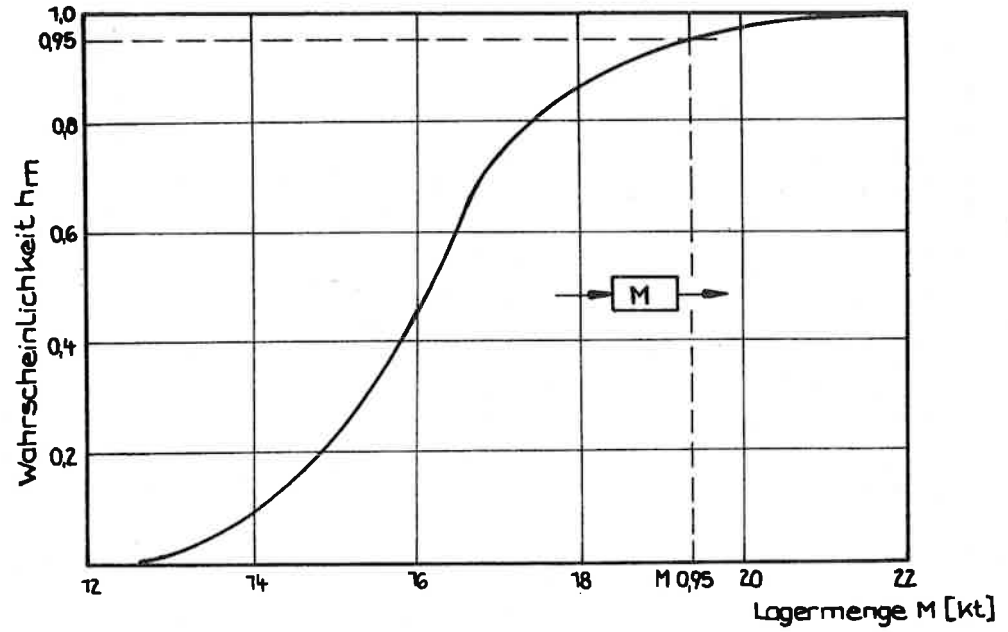


Bild 5 Ergebnisdarstellung der Lagerkapazitätsermittlung (Beispiel)

kapazitätsbestimmung an Bedeutung gewonnen. Sie benötigt aber, und das erweist sich in der Praxis häufig als sehr problematisch, die Eingabe der zeitlichen Verteilung der Ankünfte der Transportmittel, die Verteilung der Ladungsmengen, die zeitliche Verteilung der unmittelbaren Ein- bzw. Auslagerungsoperationen sowie die Verteilung der dabei realisierten unmittelbaren Ein- und Auslagerungsmengen und den Lageranfangsbestand. Dabei ist zu beachten, daß die Ein- bzw. Auslagerungszeiten und die Ein- bzw. Auslagerungsmengen in der Simulation als voneinander unabhängig betrachtet werden. Deshalb verbietet sich von vornherein bei der Betrachtung größerer Zeiträume (z. B. ein Jahr) eine zu kleine Zeittaktung der unmittelbaren Ein- und Auslagerungsoperationen. Für Detailuntersuchungen ist im Programm ein spezieller Lupeneffekt vorhanden, der eine sehr enge Unterteilung im Bedarfsfall ermöglicht. Er läßt sich vorteilhaft nutzen, wenn sehr genaue Untersuchungen, z. B. für vorhandene Lager, durchgeführt werden müssen, für die gute Primärinformationen zur Verfügung stehen. Die Ergebnisausgabe erfolgt zweckmäßig in Form einer Häufigkeitsverteilung aktueller Lagerbestände (Bild 5).

5. Schlußbemerkungen

Das vorliegende Programmsystem wird in nächster Zeit um ein Modul für die kapazitive Auslegung landseitiger Be- und Entladeanlagen ergänzt. Mit der auch weiterhin zu erwartenden Leistungssteigerung der arbeitsplatznahen Rechentechnik bietet sich u. U. zukünftig die Möglichkeit, die vorliegenden Programmodule direkt miteinander zu verknüpfen und damit Gesamtuntersuchungen auf einfachere Weise durchzuführen.

Literatur

- /1/ Wojewudskij, E. N. Stochastische Modelle in der Projektierung und Steuerung von Häfen (russ.)
Verlag Transport, Moskau 1987
- /2/ Port development
UNCTAD, New York 1985
- /3/ Simulation von Schiffsabfertigungsprozessen
F/E-Bericht, IH Warnemünde/Wustrow
TH Wismar 1988 (unveröffentlicht)