

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Laue, U.; Seidel, G.

Zur operativen Vorbereitung und Steuerung von Schiffsreisen in der Linienschifffahrt

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

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105591>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Laue, U.; Seidel, G. (1988): Zur operativen Vorbereitung und Steuerung von Schiffsreisen in der Linienschifffahrt. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Binnenschifffahrt 2. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 117-131.

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.



Zur operativen Vorbereitung und Steuerung von Schiffsreisen in der Linienschifffahrt

Dr. sc. oec. U. Laue

Dipl.-Ing.-Ök. G. Seidel

Wilhelm-Pieck-Universität Rostock

1. Einleitung

Die Reisesteuerung ist eine verkehrszweigtypische Form der Produktionsprozeßsteuerung. Sie befaßt sich mit der operativen Vorbereitung und Steuerung von Frachtschiffsreisen als wechselnde Folge von Abfertigungsprozessen der Transportmittel in Häfen und von Ortsveränderungsprozessen zwischen diesen Häfen. Allgemeines Ziel ist dabei, die Schiffsreise unter Beachtung übergeordneter Vorgaben bedarfs- und qualitätsgerecht sowie zeitabhängig verbindlich vorzuplanen und anschließend möglichst stabil, d. h. bei weitgehender Aussteuerung von Störgrößen ablaufen zu lassen. In der Linienschifffahrt, in der die Fahrplentreue als Qualitätsmerkmal stark im Vordergrund steht, läuft die Reisesteuerung im wesentlichen auf eine Zeitplansteuerung hinaus, ohne allerdings dabei die betriebliche Effektivität des Schiffseinsatzes unberücksichtigt lassen zu können /1/, /2/. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß es bei der Reisesteuerung um die Vorbereitung und die Steuerung einzelner Schiffsreisen geht. Sie ist deshalb eine Aufgabe der unteren, der operativen Leitungsebene /3, s. 50 ff/. Der möglichst wirtschaftliche Einsatz von Teilflotten bzw. aller Schiffe eines Liniendienstes ist dagegen auf der nächsthöheren Leitungsebene angeordnet und folglich nicht Gegenstand der Reisesteuerung. Die Einordnung des Flotteneinsatzes ist aus Bild 1 ersichtlich.

2. Hauptfunktionen der Reisesteuerung

Die Reisesteuerung hat einerseits die operative Vorbereitung und Koordinierung des Prozeßablaufes zu sichern und andererseits die aus der Sicht der Gesamtreise wirtschaftlich günstigste Aussteuerung von Störgrößen während des Reiseablaufes zu gewährleisten.

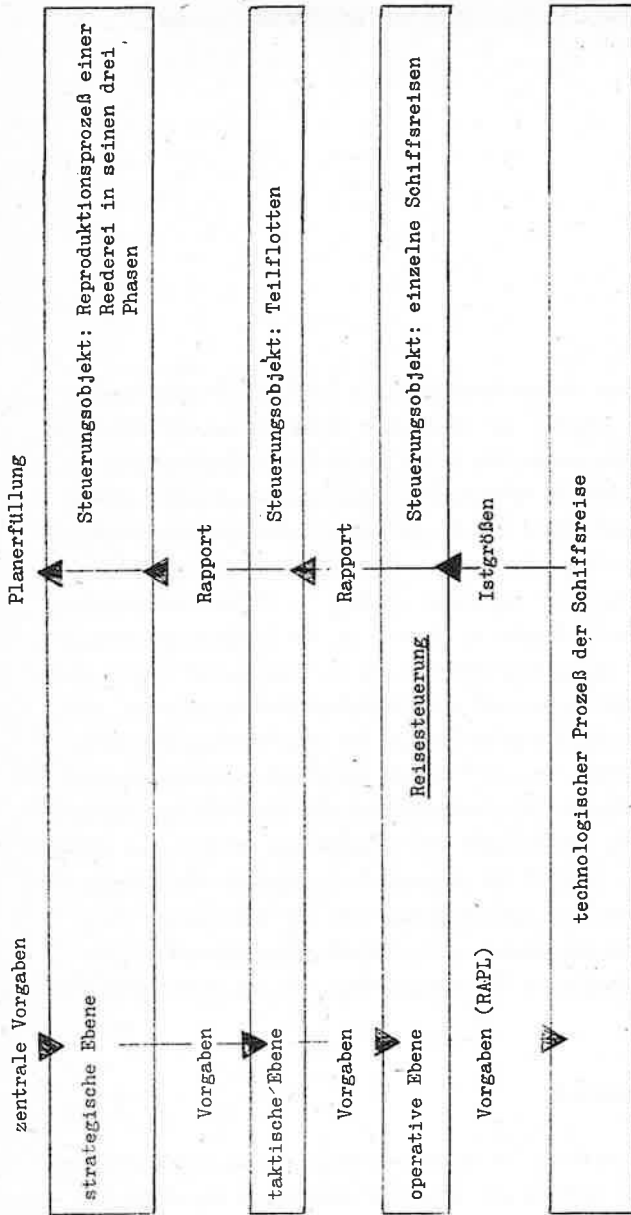


Bild 1 Einordnung der Reisesteuerung in die Hierarchie der Leitungsebenen

Dazu muß sie drei Hauptfunktionen erfüllen, die sich gegenwärtig in hohem Maße durchdringen und beeinflussen:

- die operativ-technologische Reisevorbereitung,
- die Produktionskontrolle und
- die Störungsbeherrschung.

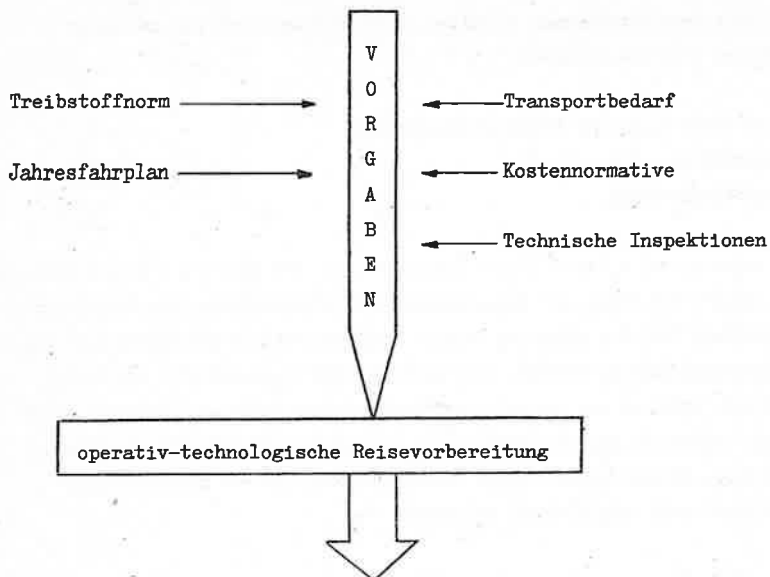
Während der operativ-technologischen Reisevorbereitung erfolgt eine Konkretisierung und Untersetzung der Planvorgaben der übergeordneten Leitungsebene auf die einzelne Reise. Ergebnis dieser Tätigkeit ist ein begründeter Reiseablaufplan (RAPL), der verbindliche Vorgaben für die Reise enthält (Bild 2). Während der operativ-technologischen Reisevorbereitung wird die Gesamtreise zeitlich weiter untersetzt. Dieser Prozeß kann als Austaktung bezeichnet werden. Er ist grundlegende Voraussetzung für die Schiffsreise-steuerung und wird noch ausführlich erläutert /4/.

Die wirksame Produktionskontrolle verlangt einen kontinuierlichen Vergleich der Istwerte des Reiseverlaufs mit den Sollvorgaben des RAPL. Dem Vergleich unterliegen alle Vorgabewerte, also nicht nur die Termine des Reiseverlaufs. Kontrollzeitpunkte sind die während der operativ-technologischen Reisevorbereitung bestimmten Anfangs- bzw. Endtermine der einzelnen Takte. Im Rahmen der Produktionskontrolle ist die Prozeßdatenerfassung die primär zu lösende Aufgabe. Die Erfassung der Istwerte erfolgt in den Niveaustufen

- manuelle Prozeßdatenerfassung mit in-line-Kopplung zum Rechner oder
- automatische Prozeßdatenerfassung mit in-oder on-line-Kopplung.

Die Störungsbeherrschung ist eng verbunden mit der Produktionskontrolle. Im Ergebnis der Produktionskontrolle sind zwei grundsätzliche Fälle zu unterscheiden:

- | | | | | | |
|----|----------|---|--------------|---|-------------------------|
| 1. | Istwerte | = | Sollvorgaben | } | innerhalb existierender |
| 2. | Istwerte | ≠ | Sollvorgaben | | Toleranzen |



begründeter Reiseablaufplan mit verbindlichen
Vorgaben bezüglich:

1. Reihenfolge der Anlaufhäfen
2. Ladungsmengen
3. zeitlichem Reiseverlauf
4. Frachteinnahmen
5. Treibstoffverbrauch
6. Reisekosten
7. Hilfsprozessen

Bild 2 Ergebnis der operativ-technologischen Reisevorbereitung

Nur im Fall 2 sind Maßnahmen zur Störungsbeseitigung einzuleiten, wobei verschiedene Varianten denkbar sind, die sich wiederum auf zwei Grundfälle reduzieren lassen:

1. Die Rückführung ist technologisch möglich und ökonomisch zweckmäßig. Diese Grundvariante schließt auch eine teilweise Rückführung auf die Vorgaben des Reiseablaufplanes ein.
2. Die Abweichung ist so groß, daß eine Rückführung auf Vorgaben des RAPL ökonomisch nicht zu vertreten oder technologisch überhaupt nicht realisierbar ist.

Im ersten Fall ist ein Aufholeprogramm zu erarbeiten, erforderlichenfalls mit einzelnen Teilkorrekturen des RAPL. Im zweiten Fall dagegen ist eine generelle Korrektur des RAPL vorzunehmen. Grundsätzlich gilt dabei, daß die potentiellen Möglichkeiten zur Rückführung des Prozeßverlaufes auf die Vorgaben des ursprünglich erstellten RAPL umso weitreichender sind, je größer die bei seiner Erarbeitung berücksichtigten Reserven gewählt wurden. Die im Einzelfall vorzuziehende Variante zur Störungsbeseitigung bzw. zur Reise fortführung kann auf der Grundlage folgender Arbeitsschritte erfolgen:

1. Darstellung der Auswirkungen der Abweichungen auf den technologischen Teil- bzw. Gesamtprozeß;
2. Variantenbildung zur Rückführung auf den RAPL;
3. Bewertung der Varianten;
4. Auswahl der Vorzugsvariante;
5. Realisierung der Vorzugsvariante.

Die Wiederherstellung der Planmäßigkeit des Reiseverlaufs läßt sich über verschiedene Steuergrößen realisieren, die erforderlichenfalls auch kombiniert einzusetzen sind:

- Schiffsgewwindigkeit;
- Anzahl technologischer Linien bei der Schiffsbe- bzw. -entladung;
- Überstunden/Nacharbeit in den Häfen;
- Änderung der Anlaufhäfen und
- Änderung der Ladungsmengen.

Zu beachten ist außerdem, daß die Rückführung auf den planmäßigen Reiseablauf nicht unbedingt innerhalb eines Teilprozesses vorzunehmen ist, sondern sich durchaus auch über mehrere Teilprozesse erstrecken kann.

3. Austaktung des Reiseverlaufs

Der technologische Gesamtprozeß der Schiffsreise setzt sich aus den Teilprozessen Fahrtbetrieb und Hafenbetrieb zusammen. Ihre Anzahl läßt sich aus der Menge der während der Reise anzulaufenden Häfen (n) ableiten, wobei für die Linienschiffahrt i. a. unterstellt werden kann:

$$n_{TH} = n$$

$$n_{TF} = n - 1$$

n_{TH} - Anzahl technologischer Teilprozesse Hafenbetrieb pro Reise

n_{TF} - Anzahl technologischer Teilprozesse Fahrtbetrieb pro Reise

Daraus ergibt sich für die Gesamtreise:

$$n_{TR} = n_{TH} + n_{TF} = 2n - 1$$

n_{TR} - Anzahl technologischer Teilprozesse während einer Reise

Werden die technologischen Teilprozesse unter dem Aspekt ihrer Zeitdauer betrachtet, kann geschrieben werden:

$$T_R = \sum_{i=1}^n TH_i + \sum_{j=1}^{n-1} TF_j$$

T_R - Reisezeit

TH_i - Zeit für Hafenbetrieb im Hafen i

TF_j - Zeit für Fahrtbetrieb auf der Strecke j

In der Linienschifffahrt werden überwiegend komplizierte Reisen durchgeführt,
d. h.

$$n > 2.$$

Sowohl der Gesamtprozeß Schiffsreise als auch die technologischen Teilprozesse können, vor allem in der Überseeschifffahrt, von zum Teil erheblicher Zeitdauer (bis zu mehreren Wochen) sein. Eine funktionsfähige Reisesteuerung verlangt die Zerlegung der Reise in relativ kleine Abschnitte, die einerseits planbar und andererseits einer aussagefähigen Kontrolle zugänglich sein müssen. Die Reiseabschnitte sollten im allgemeinen deutlich kürzer als die in üblichen Fahrplänen vorgegebenen Hafenankunfts- und -abgangszeiten sein, d. h. die technologischen Teilprozesse See- und Hafenbetrieb sind in weiter unteretzter Form verbindlich vorzuplanen. Die Festlegung und Terminisierung der Reiseabschnitte soll im weiteren als Austaktung der Schiffsreise bezeichnet werden. Das Resultat ist die zeitliche Untersetzung der Reise bzw. eines Reiseabschnittes in exakt definierte Reisetappen oder -takte. Diese verbindlich vorgeplanten Takte bilden eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung von kontinuierlichen Soll-Ist-Vergleichen während der Reise. Dadurch können frühzeitig Abweichungen des tatsächlichen vom zuvor geplanten Reiseablauf festgestellt und gegebenenfalls Steuermaßnahmen ausgelöst werden. Zweckmäßige Zeitpunkte dafür sind jeweils das Ende abgelaufener Takte bzw. der Anfang von Folgetakten. Das gilt praktisch allerdings nur in dem Maße, wie die Änderung der Prozeßzustände während der Reise in Echtzeit meßbar bzw. erfaßbar sind.

Für die Vorplanung der einzelnen Reisetakte gilt:

$$TE = TA + TD$$

TE - Taktende

TA - Taktanfang

TD - Taktdauer

Die Taktdauer ergibt sich als Differenz zwischen dem End- und Anfangstermin des Taktes:

$$TD = TE - TA$$

In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, daß die potentiellen Möglichkeiten zur wirksamen Reaktion auf Störeinflüsse während der Reise mit Abnahme der Taktdauer prinzipiell ansteigen. Gleichfalls wächst aber auch der Aufwand für die erforderlichen Kontroll- und Steuermaßnahmen. Die Wahl der Taktdauer kann deshalb als Optimierungsproblem zwischen dem gewünschten Niveau der Steuermöglichkeiten und den dafür erforderlichen Aufwendungen charakterisiert werden, und sie ist deshalb allgemeingültig nicht zu begründen. Die Aus-taktung darf also nicht formal erfolgen, sondern muß stets unter Beachtung der jeweiligen technischen, technologischen und kommerziellen Gegebenheiten vorgenommen werden. Dazu gehört, daß mehr oder weniger vorgegebene Zwangstermine, wie z. B. technologisch günstige und vertraglich vereinbarte Ankunftszeiten in Häfen oder Konvoizeitpunkten für Kanalpassagen, von vornherein weitgehend zu berücksichtigen sind.

Auf die Bedeutung angemessener Reservegrößen bei der Reisevorplanung als unabdingbare Voraussetzung für eine steuernde Beeinflussung des realen Reiseablaufes wurde bereits hingewiesen. Aus diesem Grund sind bei der zeitlichen Bestimmung der Reisetakte prozentuale Reservefaktoren (r) einzubeziehen, für die im allgemeinen gilt:

$$0 < r < 1$$

Ohne hier auf konkrete Größen für die Reservefaktoren eingehen zu wollen, gilt nunmehr für die Bestimmung des jeweiligen Taktendes TE_r

$$TE_r = TA + TD (1 + r).$$

Die prozentuale, auf die Transportdauer bezogene Reservezeit sichert, daß mit zunehmender Taktdauer und damit größerer Unsicherheit der Vorplanung, die absolute Reservezeit prinzipiell ansteigt.

Die Austaktung einer Reise darf nicht als einmaliger Prozeß gehandhabt werden. Sie ist vielmehr stufenweise mit wachsendem Detaillierungsgrad vorzunehmen, um damit die von Stufe zu Stufe objektiv zunehmende Prozeßkenntnis zu nutzen.

Dieses in Bild 3 veranschaulichte Vorgehen wird vorgeschlagen, weil eine detaillierte Vorplanung des gesamten Reiseverlaufs vor Reisebeginn aus heutiger Sicht als wenig realistisch eingeschätzt werden muß. Die stufenweise Austaktung gewährleistet, daß Veränderungen sowie Störeinwirkungen auf den Prozeßverlauf bei der Detailaustaktung gegebenenfalls im bestimmten Maße schon vorausschauend berücksichtigt werden können. Die damit verbundene Erhöhung der Genauigkeit der geplanten Takte trägt gleichzeitig dazu bei, wiederholende Detailtaktungen zu vermeiden und den Aufwand für die Taktung in Grenzen zu halten.

Die Austaktung erfolgt außerdem generell getrennt nach Fahrt- und Hafenbetrieb, weil erstens in den beiden Teilprozessen unterschiedliche Operationen und Prozesse mit und an dem Schiff ausgeführt werden und zweitens eine Unter-
setzung mit dem gleichen Konkretheitsgrad nicht erforderlich ist. Die Bestimmung der Takte der Teilprozesse wird analog der allen technologischen Prozessen eigenen Dreiphasenstruktur vorgenommen, d. h. die Bildung der Takte erfolgt nach den Phasen

- Anlaufphase,
- Hauptphase,
- Auslaufphase

bei nachträglich weiterer Unter-
setzung dieser Phasen.

Die Anzahl der zu bildenden Takte ist abhängig von der Dauer und der Beeinflußbarkeit der im Fahrt- und Hafenbetrieb ablaufenden Prozesse. So kann die Liegezeit auf Reede in einem Hafen zwar von erheblicher Dauer sein, aber eine weitere Unter-
setzung dieser Wartezeit ist ohne Aussagewert.

Vor Reisebeginn werden vom Prozeßleitsystem (PLZ) an Land zunächst die Hafenabgangs- und ankunftstermine geplant und daran anschließend eine erste verbindliche Grobunter-
setzung der einzelnen technologischen Teilprozesse

Taktstufe	Takte	Anlaufphase	Hauptphase	Auslaufphase
Stufe 1 PLZ	ETA ----- ETS	$(T_{RE} + T_{HRE} + T_{LIK} + T_{DOK} + T_{LK})$	$(T_W + T_{LL} + T_A + T_B)$	$(T_{DOK} + T_{SK} + T_{HRA})$
Stufe 2 PLZ		ETA - T _{BB}	T _{BB} - T _{BE}	T _{BE} - ETS
Stufe 3 Schiff		ETA - T _{LP} T _{LP} - T _{BB}	T _{BB} - T _{KU1} T _{KU1} - T _{KU2} ... T _{KU_n} - T _{BE}	T _{BE} - T _{ALP} T _{ALP} - ETS

Bild 3a Die stufenweise Austaktung des Hafenbetriebes

Taktstufe

Takte

Stufe 1
PLZ
ETS ----- T_{RP1} ----- T_{RP2} ----- T_{RPn} ----- ETA

Stufe 2
PLZ
ETS ----- T_{RP1} ----- T_{RP2} ----- T_{RPn} ----- ETA
Anlaufphase (T_{HMF})
Hauptphase ($T_{MF} + T_{FU} + T_{RP}$)
Auslaufphase (T_{RMF})

Stufe 3
Schiff
ETS - T_{BM}
 $T_{BM} - T_{KF1}$
 $T_{KF1} - T_{KF2}$
 $T_{KFn} - T_{EM}$
 $T_{EM} - ETA$

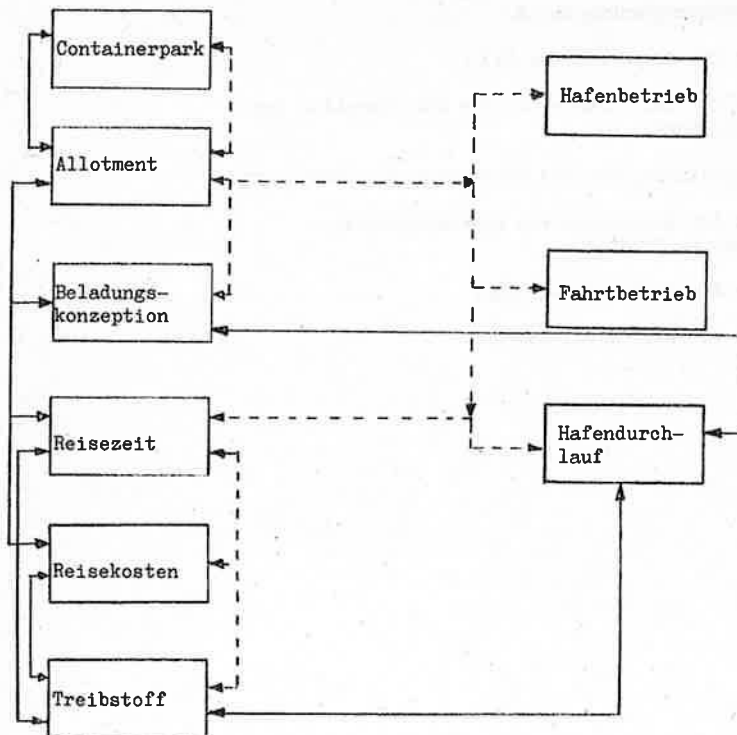
Stufe 4
Schiff
Kontrolltakte Fahrtbetrieb entsprechend Wachregime

Bild 3b Die stufenweise Ausrüstung des Fahrtbetriebes

Symbolverzeichnis für Bild 3a und Bild 3b

PLZ	- Prozeßleitzentrale
T _{RE}	- Reedezeit in (h)
T _{HRE}	- Hafenrevierzeit beim Einlaufen des Schiffes (h)
T _{LLK}	- Zeit für Lade- und Löschkarmachen (h)
T _{DOK}	- Zeit für Dokumentenabfertigung (h)
T _{LK}	- Zeit für Besichtigung und Kontrolle der Ladung oder Laderäume (h)
T _W	- Zeit für das Einrichten der technologischen Linie, einschließlich der Wartezeit bis zum Arbeitsbeginn nach der Lade- bzw. Löschbereitschaftserklärung (h)
T _{LL}	- Lade- bzw. Löszeit (h)
T _A	- Ausfallzeit während des Umschlages (h)
T _B	- Zeit für die Beräumung der technologischen Linie nach Abschluß der Lade- bzw. Löscharbeiten (h)
T _{SK}	- Zeit für das Seeklarmachen (h)
T _{HRA}	- Hafenrevierzeit beim Auslaufen des Schiffes (h)
ETA	- voraussichtlicher Ankunftsstermin auf Reede bzw. an der Lotsenposition
T _{LP}	- Ankunft am Liegeplatz
T _{BB}	- Bearbeitungsbeginn des Schiffes
T _{BE}	- Bearbeitungsende des Schiffes
T _{KU}	- Kontrollzeitpunkte des Lade- und Löschbetriebes (Takttermine)
T _{ALP}	- Zeitpunkt des Abgangs vom Liegeplatz
ETS	- voraussichtlicher Abgangstermin von Reede bzw. von der Lotsenposition
T _{HMF}	- Zeit bis zum Erreichen der Marschfahrtge- schwindigkeit (h)
T _{MF}	- Zeitdauer der Marschfahrt (h)

- T_{FU} - Fahrtunterbrechungen (h)
- T_{RF} - Zeit für Revierfahrten (h)
- T_{RMP} - Zeit für das Vorbereiten der Hauptmaschine zur Revierfahrt
- T_{KF} - Kontrollzeitpunkt des Fahrtbetriebes (Takttermine)
- T_{RP} - Zeit des Erreichens von Routungspunkten (markante Punkte)
- T_{EM} - Zeit für Beginn Marschfahrt
- T_{EM} - Zeit für Ende Marschfahrt



- Informations- und Weisungsbeziehungen während der operativ-technologischen Reisevorbereitung
- Informations- und Weisungsbeziehungen während der Störungsbeherrschung

Bild 4 Struktur des Systems der rechnergestützten Reisesteuerung (ohne Modul Abrechnung und Analyse)

Hafen- und Fahrtbetrieb vorgenommen. Die weitere Untersetzung der Takte erfolgt dann in unmittelbarer Prozeßnähe "vor Ort" durch die Schiffsleitung selbst, und zwar spätestens vor Beginn der einzelnen Teilprozesse. Die Takte der 3. Stufe sind dem PLZ zur Kenntnis zu geben. Das gilt dagegen nicht für die lediglich beim Fahrtbetrieb vorgesehene 4. Taktstufe, deren relativ kurzfristige Vorplanung zur Kontrolle und Steuerung ausschließlich des internen Schiffsführungsprozesses vorgenommen werden sollte.

4. Schlußbemerkungen

Mit den Hauptfunktionen und dem Austaktungsprinzip wurden wichtige theoretische Grundlagen für eine zweckmäßige Schiffsreisesteuerung in der Linienschifffahrt dargelegt. Die praktische Umsetzung muß über ein rechnergestütztes System erfolgen, das als entscheidungsorientiertes, automatisiertes Informationssystem zu entwickeln ist und durch eine modulare Struktur (Bild 4) gekennzeichnet sein sollte. Dabei ist nicht unbedingt davon auszugehen, daß alle Teilaufgaben der Reisesteuerung rechnerunterstützt abzarbeiten sind. Der modulare Charakter des Systems gestattet einen schrittweisen Aufbau des Projektes unter Einbeziehung bereits existierender Teillösungen.

Literaturverzeichnis

- /1/ LAUE, U.; SCHÖNKNECHT, R.:
Prozeßsteuerung in der Seeschifffahrt - Erfordernisse und Möglichkeiten. DDR-Verkehr, Berlin 20 (1987) 4, S. 114 - 116
- /2/ LAUE, U.; SEIDEL, G.:
Rechnergestützte Steuerung von Frachtschiffsreisen.
15. Verkehrswissenschaftliche Tage der Hochschule für Verkehrswesen "Friedrich List", Vorträge der Tagungssektion II, Dresden,
23. - 26. 6. 1987, S. II/9 - II/12
- /3/ SEIDEL, G.:
Möglichkeiten und Grenzen einer rechnergestützten Steuerung für den effektiven Flotteneinsatz,
Diplomarbeit, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Sozialistische Betriebswirtschaft, 1984 (unveröffentlicht)
- /4/ SEIDEL, G.:
Thesen zum KDT-Kolloquium "Rechnergestützte Produktionsprozeßsteuerung für einzelne Schiffsreisen"
Rostock, November 1986 (unveröffentlicht).