

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Glazik, G.

Aktuelle Probleme der hydraulischen Forschung auf dem Gebiet des Verkehrswasserbaus und die Darstellung einschlägiger Forschungsergebnisse der FAS auf internationalen Kongressen

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

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106183>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Glazik, G. (1981): Aktuelle Probleme der hydraulischen Forschung auf dem Gebiet des Verkehrswasserbaus und die Darstellung einschlägiger Forschungsergebnisse der FAS auf internationalen Kongressen. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 43. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 5-36.

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.



1) Dk 626/627
: 001.891

Wasserbau
: Fortdünng

Aktuelle Probleme der hydraulischen Forschung auf dem Gebiet des Verkehrswasserbaues und die Darstellung einschlägiger Forschungsergebnisse der FAS auf internationalen Kongressen

Dr.-Ing. G. Glazik

1. Grundzüge der Entwicklung des Verkehrswasserbaues und seiner wissenschaftlichen Grundlagen

Der Verkehrswasserbau umfaßt als Teilgebiet des allgemeinen Wasserbaues sämtliche bautechnischen Maßnahmen zur Nutzung der Gewässer als Verkehrswege. Die Wasserstraßen und Häfen haben sich seit ältesten Zeiten in Abhängigkeit vom gesellschaftlichen und technischen Fortschritt entwickelt. Zusammen mit den Verkehrsbedürfnissen wuchsen auch die Möglichkeiten, die Verkehrsanlagen diesen anzupassen. Bezüglich der Gewässer ist dabei als spezifisch zu beachten, daß diese mehrfache Funktionen erfüllen, deren Art und Wechselbeziehungen sich im Laufe der Zeit teilweise wandelten und die sich auch heute sowie zukünftig weiter wandeln. Vom Ursprung her bilden die Gewässer einen wesentlichen Bestandteil der natürlichen Umwelt und damit ihres Gleichgewichts. Das Wasser selbst entwickelte sich ebenfalls zu einem entscheidenden Wirtschaftsfaktor, und um die schnell wachsenden Ansprüche der Gesellschaft an die Wasserressourcen zu befriedigen, ist ihre rationelle Bewirtschaftung erforderlich. Die Schifffahrt ist nur eine, wenn auch eine der ältesten Gewässernutzungen.

Bis in die Gegenwart trifft man allgemein auf die Unterscheidung von Binnenschifffahrt und Seeschifffahrt. Im Zuge der modernen Entwicklung ergeben sich jedoch gerade in jüngster Zeit sowohl auf dem Gebiet der Transporttechnologie als auch auf dem des Verkehrswasserbaues, die beide in Wechselbeziehungen zueinander stehen, immer mehr Verknüpfungen zwischen See- und Binnenschifffahrt - geographisch und auch von den wissenschaftlich-technischen Grundlagen her. Unter geographischen Bedingungen seien in diesem Sinne solche Faktoren verstanden wie z.B. der Einsatz seegehender Binnenschiffe sowie die Entwicklung komplexer Fluß-Seeschifffahrts-Transportsysteme (unter Einsatz von Leichtertransportschiffen). Die wissenschaftlich-technischen

Grundlagen, von denen hier speziell die Rede sein soll, sind die hydrodynamischen Wechselwirkungen zwischen Schiff und Wasserstraße: Mit der immensen Größenzunahme der Seeschiffe - insbesondere der Tanker - wurden viele von ihnen befahrene Reviere zu sog. begrenzten Wasserwegen im Sinne der Schiffshydrodynamik, d.h. mit Einflüssen aus Seiten- und Tiefenbegrenzungen. Sieht man von einigen speziellen Bedingungen ab, die sich vielfach aber auch durch unterschiedliche Größen von Beiwerten erfassen lassen, so unterliegen die gegenseitigen Wechselwirkungen zwischen Schiff und Wasserstraße bzw. Fahrwasser im Binnen- und Seebereich gleichen hydraulischen Gesetzmäßigkeiten.

Hinsichtlich der Baumaßnahmen an den Wasserstraßen ist deren Zunahme ebenfalls für den Binnen- und Seesektor gleichermaßen charakteristisch. Dies gilt sowohl für Maßnahmen im ausgesprochenen Schifffahrtsinteresse - also den Verkehrswasserbau im eigentlichen Sinne -, als auch für mit weiteren Wassernutzungen verbundene Bauten. Die Straßen der Binnenschifffahrt sind die von Natur aus schiffbaren oder schiffbar gemachte Flüsse und die als künstliche Wasserwege angelegten Kanäle. In früheren Zeiten wurden an den Flüssen nur relativ geringfügige Veränderungen durchgeführt, in den meisten Fällen mit dem Ziel der Verbesserung der Vorflut und des Schutzes vor Überflutung. Diese Maßnahmen gründeten sich auf Erfahrungen sowohl hinsichtlich der Abflußbedingungen als auch der handwerklichen Bauausführung. Die steigenden Anforderungen an die Gewässernutzung machten größere Eingriffe erforderlich, wobei sich immer mehr die Notwendigkeit der komplexen Betrachtung der verschiedenen Nutzungen - z.B. Landeskultur, Verkehr, Energiewirtschaft - abzeichnete. Im Seesektor ist das Ansteigen der Baumaßnahmen vergleichsweise noch wesentlich jüngeren Datums. Insbesondere die Zunahme der Schiffsgrößen machte Vertiefungen von Fahrwassern und Häfen einschließlich Wellenschutz sowie neue und neuartige Umschlagsanlagen erforderlich. Es ergaben sich engere Verknüpfungen zwischen dem Seeverkehrswas-

serbau und dem Küstenschutz. Die Entwicklung der Industrie mit ihren Forderungen nach großen Brauchwassermengen führte zur Einbeziehung der Meeresküsten bzw. der Seegewässer zur Lösung dieser Aufgaben. Während dem Wasserbauingenieur die komplexe Betrachtungsweise und damit die Gestaltung von Wasserbauten als Mehrzweckobjekte im allgemeinen zur Selbstverständlichkeit oder zum Regelfall geworden ist, neigen auch heute noch manche Wassernutzer dazu, die Bereitstellung des Wassers für ihre eigenen wirtschaftlichen Belange isoliert zu sehen. Den im Laufe der Entwicklung gestellten Anforderungen, d.h. der möglichst weitgehenden Beherrschung der mit der Wassernutzung verbundenen immer komplizierter werdenden Prozesse in der Natur sowie in der volkswirtschaftlichen Reproduktion konnte und kann nur durch die zielstrebige Erarbeitung adäquater wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse und deren umfassende Anwendung bzw. Nutzung in der Praxis entsprochen werden.

Wie in vielen Zweigen der Technik, muß sich dabei auch der Verkehrswasserbau zahlreicher Teildisziplinen, die mit der wachsenden Komplexität vielfältiger werden und immer mehr Randgebiete erfassen, bedienen.

Besonders betont sei hier jedoch, daß die Ausgangsbasis stets die Auseinandersetzung mit dem Kräftespiel des Wassers in den verschiedensten Formen sein muß - sei es als Widerstand bei der Fortbewegung der Schiffe, als angreifendes Element auf Sohle und Böschungen eines Kanals, als gestaltende Kraft bei der Ausbildung eines Flußbettes oder auch als Sickerwasserströmung. Als Trend ist hervorzuheben, daß frühere Erfahrungswerte u.ä. - z.B. bei der Bemessung von Schüttsteindeckwerken an Schifffahrtskanälen - durch physikalisch begründete Bemessungsverfahren zu ersetzen sind. Wesentlich ist die Einbeziehung nautischer Fragestellung; hier ist der Einfluß des subjektiven Faktors, d.h. der Fähigkeiten, Erfahrungen und Reaktionen des Schiffsführers, oft nur schwer bzw. unvollkommen zu erfassen. Gerade diese Fragestellungen sind aber ein anschauliches Beispiel für

die zunehmende Einbeziehung von Teildisziplinen und Randgebieten sowie für das Erfordernis der Weiterentwicklung der Untersuchungsmethoden. Neue technische Hilfsmittel eröffnen neue Forschungsgebiete und Aussagemöglichkeiten. Ohne hier auf Einzelheiten einzugehen, sei beispielsweise auf die mathematische Modellierung, auf die Anwendung der EDV, auf die elektronische Meßtechnik hingewiesen. Diese modernen Hilfsmittel gehören heute bereits in allen Bereichen der Wissenschaft und Technik zu den Grundlagen; ihr konkreter Einsatz für den jeweils speziellen Fall erfordert aber meist noch eigenständige Entwicklungsarbeit, wie hier die Darlegung der Ergebnisse hydraulischer Forschungsarbeiten des Verkehrswasserbaues veranschaulicht.

Neuere Ergebnisse der Ingenieurwissenschaften, insbesondere auf den Gebieten des Wasser- und Schiffbaues, haben in den letzten Jahrzehnten neue Wege auch zur Erhöhung der Effektivität der Binnenschifffahrt aufgezeigt; verwiesen sei als hervorstechendes Beispiel auf die Einführung der Schubschifffahrt. Ähnliches gilt für die Seeschifffahrt, wo neben der erwähnten Größenzunahme der Schiffe vollkommen neuartige Transporttechnologien, z.B. in Form der Leichterträgerschiffe, aufkamen. Umgekehrt stellen die Schifffahrtskreise ihrerseits Forderungen an die Ingenieurwissenschaften, durch entsprechende wissenschaftlich-technische Ergebnisse die weitere Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Schifffahrt zu fördern. Darüber hinaus richten sich gesamtvolkswirtschaftliche Forderungen an die Adresse der Schifffahrt. Es ist eine lange bekannte Tatsache, daß die Binnenschifffahrt der energiewirtschaftlichste Verkehrsträger ist, insbesondere geeignet für Massengüter bei großen Transportentfernungen. Die heutige Energiesituation erfordert, sich dessen verstärkt bewußt zu werden und zeitgemäße Maßnahmen zur Entwicklung der Schifffahrt zu ergreifen. Die Realisierung aller dieser Anforderungen zur Effektivitätssteigerung sowohl der Binnen- als auch der Seeschifffahrt beinhaltet in großem Umfang Aufgabenstellungen für den Verkehrswasserbau.

2. Verkehrswasserbau und hydraulisches Modellversuchswesen

Eine Teildisziplin, die in den letzten Jahrzehnten wesentlich zur Entwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen des Verkehrswasserbaues beigetragen hat, ist das hydraulische bzw. wasserbauliche Modellversuchswesen. Das hydraulische Versuchswesen ist aus der Erkenntnis entstanden, daß es bei einschlägigen Problemen nicht immer möglich ist, die oft sehr große Zahl der Einflußfaktoren theoretisch zu erfassen und sie in die allgemeinen Gesetze der Hydromechanik einzuführen. Die Integration der Grundgleichungen der Hydromechanik usw. scheitert im konkreten Fall häufig an dem Unvermögen, die entsprechenden Randbedingungen in die Rechnung einzuführen. Der Versuch am verkleinerten Modell hat sich daher als ein vorzügliches und häufig unentbehrliches Hilfsmittel zur Erforschung hydraulischer Vorgänge, die der Berechnung nicht zugänglich sind, erwiesen. Ein richtig aufgebautes und betriebenes physikalisches Modell stellt quasi ein "Analogrechenggerät" dar, welches die konkreten Randbedingungen und übrigen Einflußfaktoren berücksichtigt.

Es würde den Rahmen der vorliegenden Ausführungen sprengen, näher auf Probleme der Ähnlichkeitsmechanik einzugehen. Es kann jedoch grundsätzlich festgestellt werden, daß das Modellversuchswesen als wissenschaftliches Hilfsmittel zur Lösung komplizierter hydraulischer Probleme allgemein Anerkennung gefunden hat. Sowohl im Wasser- als auch Schiffbau kann es auf jahrzehntelange Tradition und zahlreiche technisch und wirtschaftlich bedeutsame Ergebnisse verweisen. In den Schiffbauversuchsanstalten z.B. werden für wohl jeden größeren Neubau Widerstands- und Propulsionsverhalten am Modell untersucht bzw. optimiert. Im Verkehrswasserbau gehören zu den "klassischen" Aufgaben der Wasserbauversuchsanstalten z.B. modellmäßige Untersuchungen für Schiffsschleusen, für Einfahrten von See- und Binnenhäfen, für Flußregelungen usw. Die bereits erwähnte, für die moderne Wissenschaft und Technik typische Erscheinung der fortschreitenden Einbeziehung

immer weiterer Randgebiete in bestimmte Disziplinen bzw. deren teilweise Überschneidung hat in den letzten Jahrzehnten auch im Verkehrswasserbau zu Entwicklungen in der experimentellen Forschung geführt, die z.T. als Grenzgebiete des wasser- und schiffbaulichen Modellversuchswesens bezeichnet werden können.

Der Entwurf z.B. von Uferbefestigungen von Schiffahrtskanälen basierte bis in die jüngste Vergangenheit auf praktischen Erfahrungen, während Modellversuche mit Schiffen in Kanälen in den Schiffbauversuchsanstalten überwiegend der Ermittlung des Schiffswiderstandes dienten. In den letzten Jahrzehnten wurden in einer Anzahl von Versuchsanstalten - zumeist von wasserbaulichen Aufgabenstellungen ausgehend - Modellversuchstechnologien für Untersuchungen von Erscheinungen entwickelt, die in der Fachwelt unter dem Begriff der Wechselwirkungen von Schiff und Kanal bekannt geworden sind.

In den hydraulischen bzw. wasserbaulichen Versuchsanstalten der FAS wurden derartige Untersuchungen seit etwa Mitte der fünfziger Jahre systematisch betrieben. Sie waren auf die Erarbeitung sowohl von Grundlagenkenntnissen als auch auf die Lösung unmittelbar baupraktischer Fragen gerichtet, wobei naturgemäß in erster Linie die Wasserstraßen- sowie Schiffahrtsverhältnisse der DDR berücksichtigt wurden. Im Laufe der Jahre konnten dabei sowohl vielfältig einsetzbare Versuchsanlagen bzw. -technologien geschaffen als auch wertvolle zu verallgemeinernde Erkenntnisse gewonnen werden, worüber bereits in einer größeren Zahl von Publikationen - u.a. in der vorliegenden Schriftenreihe - berichtet wurde. Das vorliegende Heft vermittelt einen gewissen Überblick, wozu auch die zu den einzelnen Aufsätzen gehörenden Literaturangaben beitragen.

Die von der FAS in den vergangenen Jahren auf diesem Gebiet durchgeführten Forschungsarbeiten lassen sich etwa in den nachfolgenden Komplexen zusammenfassen:

- Größe und Verteilung der Verdrängungsströmung (Rückströmung) bei der Fahrt von Schiffen in Kanälen
- Ermittlung der bei der Fahrt von Schiffen in Kanälen auftretenden Wasserspiegelschwankungen (sog. Schiffswellen)
- Untersuchungen über den Propellerstrahl
- Befestigung der Sohlen und Ufer von Wasserstraßen gegenüber den Beanspruchungen aus dem Schifffahrtsbetrieb
- Steuerfähigkeit von Schiffen im begrenzten Fahrwasser
- Ermittlung der erforderlichen Manövrier- bzw. Fahrwasserbreiten von Schifffahrtskanälen und Hafenzufahrten unter Berücksichtigung der hydraulisch und nautisch bedingten Einflußfaktoren
- Tiefgangsreserven bei Seekanälen
- Haltevermögen von Schiffsankern
- Molen und Wellenbrecher für Seeverkehrswasserbau und Küstenschutz

Nachdem in verschiedenen Staaten derartige Untersuchungen angelaufen waren - ausgehend von den nationalen Aufgabenstellungen -, machte sich der Wunsch nach einem einschlägigen internationalen Erfahrungsaustausch breit. So wurden in der jüngsten Vergangenheit spezielle internationale Symposien zu dieser Thematik organisiert oder sie wurde Bestandteil von traditionellen Fachkongressen. Der Problematik entsprechend wurde sie z.T. gemeinsam von mehreren internationalen wissenschaftlich-technischen Fachgremien behandelt, z.B. von der "Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC)" und der "International Association for Hydraulic Research (IAHR)". Die FAS ist korporatives Mitglied in beiden Organisationen und beteiligt sich aktiv an deren Arbeit. Von Mitarbeitern der FAS wurden zu den Kongressen dieser Organisationen u.a. Ergebnisse von Forschungsarbeiten über hydraulische Probleme des Verkehrs-

wasserbaues vorgelegt. Anlässlich des von der PIANC veranstalteten XXIV. Internationalen Schiffahrtskongresses 1977 in Leningrad wurde von den einschlägig interessierten Fachkreisen der DDR angeregt, diese Kongreßberichte nach den Veranstaltungen nochmals in deutscher Sprache zu veröffentlichen, um sie einem breiteren Kreis von Fachleuten zugänglich zu machen. Von der Leitung und den Autoren der FAS wurde diese Anregung begrüßt, zeigt sie doch zum einen, daß mit einer solchen Publikation einem wirklichen Bedürfnis der Praxis entsprochen wird und zum anderen das spezielle Interesse an den Ergebnissen der Forschungsarbeiten der FAS. Wir hoffen, daß im Rahmen des internationalen Schriftentausches auch bei weiteren ausländischen Fachkreisen, die z.B. nicht zu den Teilnehmern der jeweiligen internationalen Kongreßveranstaltungen gehören, diese Publikationen eine positive Aufnahme finden. Die FAS schließt sich mit der separaten Veröffentlichung von aus ihrem Arbeitsgebiet stammenden Beiträgen zu internationalen Fachveranstaltungen der von vielen in- und ausländischen Institutionen teilweise bereits seit längerem geübten Praxis an und hofft, damit sowohl die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis im eigenen Lande als auch den internationalen Erfahrungsaustausch zu fördern.

Im vorliegenden Heft sind neben den Berichten zum XXIV. Internationalen Schiffahrtskongreß Beiträge aus dem Gebiet des Verkehrswasserbaues zu folgenden internationalen Veranstaltungen zusammengefaßt:

- XVII. IAHR-Kongreß, Baden-Baden 1977
- Symposium "Aspekte der Schiffbarkeit von begrenzten Wasserwegen einschließlich Hafenzufahrten",
gemeinsam organisiert durch PIANC und IAHR, Delft 1978
- 7. Internationaler Hafenkongreß, Antwerpen 1978.

Bedauerlicherweise hat sich die Herausgabe dieses Heftes verzögert. Erfahrungsaustausche mit in- und ausländischen Fachkollegen beweisen jedoch, daß die dargestellten Ergebnisse auch zum Zeitpunkt des Erscheinens des Heftes zum aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu zählen sind. Bemerkt sei noch, daß der Beitrag von FRÖHLICH und KLÜSSEN-DORF-MEDIGER aus der Abt. Wasserstraßen der FAS stammt, alle übrigen Beiträge aus der Abt. Wasserbau und Schifffahrt.

3. Die "Ständige Internationale Vereinigung der Schifffahrtskongresse" (PIANC)

Während der Vorbereitung des vorliegenden Heftes zur Drucklegung hat bereits der XXV. Internationale Schifffahrtskongreß im Mai 1981 in Edinburgh/Großbritannien stattgefunden. Auch die Ergebnisse dieses Kongresses, zu dem wiederum von Autorenkollektiven aus der FAS und anderen einschlägigen Institutionen der DDR Berichte eingereicht wurden, welche ebenfalls wie in der vorliegenden Form veröffentlicht werden sollen, berechtigen zur noch nachträglichen Veröffentlichung der Beiträge zu den vorstehend genannten internationalen Veranstaltungen. Da das vorliegende Heft speziell dem Verkehrswasserbau gewidmet ist, soll Gelegenheit genommen werden, im Rahmen dieses einleitenden Artikels etwas näher mit den Arbeiten der PIANC, der repräsentativen internationalen Fachorganisation auf diesem Gebiet, bekannt zu machen.

Die "Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC)" organisiert die in vierjährigem Turnus stattfindenden Internationalen Schifffahrtskongresse. Diese internationale Vereinigung existiert seit 1885. Gemäß Statut "ist ihr Ziel die Förderung der Instandhaltung und des Betriebes sowohl der Binnen- als auch der Seeschifffahrt durch Anregung und Unterstützung des Fortschritts bei der Projektierung, dem Bau, der Verbesserung, der Unterhaltung und dem Betrieb

der Binnen- und Seewasserstraßen (Flüsse, Flußmündungen, Kanäle, Hafenzufahrten), der Binnen- und Seehäfen und der Küstengebiete zum Wohle der Menschheit. Dies wird erreicht durch Sammeln und Veröffentlichung von einschlägigen Informationen, durch Untersuchungen über spezielle Probleme, durch internationale Kongresse sowie internationale und nationale Kommissionen, wodurch die Erfahrungen und Forschungsergebnisse ihrer Mitglieder ausgetauscht werden können". Der Vereinigung gehören z.Z. etwa 2500 korporative und individuelle Mitglieder aus rund 60 Staaten von allen Kontinenten an.

Durch die PIANC wird u.a. in Form von Empfehlungen zum wissenschaftlich-technischen Fortschritt beigetragen. Als Empfehlungen werden sowohl die Schlußfolgerungen aus den Kongressen als auch Abschlußberichte der zu bestimmten Problemen gebildeten internationalen Kommissionen verabschiedet. Als Beispiel solcher Kommissionen seien die für das Studium der Meereswellen, für Uferbefestigungen sowie für Schleusen und Hebewerke genannt. Der Schwerpunkt der Arbeiten der PIANC liegt traditionell auf ingenieurtechnischem Gebiet, wobei der Verkehrswasserbau im Vordergrund steht. Die Komplexität der Aufgaben führt dazu, auch Fragen des Schiffahrtsbetriebes und ökonomische Probleme einzubeziehen. Die Programme der Internationalen Schiffahrtskongresse umfassen jeweils die beiden Sektionen Binnen- und Seeschifffahrt. Für jede Sektion wird eine Anzahl aktueller Themen vorgegeben, zu denen von den der Vereinigung angehörenden Mitgliedern Berichte eingereicht werden können. Auf dem XXIV. Internationalen Schiffahrtskongreß wurden folgende Themen behandelt:

Sektion I, Binnenschifffahrt

1. Methoden zur Erhöhung der Kapazität und Sicherheit von Wasserstraßen
 - durch Verbesserung der Fahrwasser, Schleusen und Hafenanlagen;

- durch zweckmäßige Wahl der Transportmittel und deren Ausrüstung;
 - durch Systeme zur Kontrolle und Organisation des Verkehrs;
 - durch verschiedene Maßnahmen zur Kontrolle der Vereisung.
2. Die Auswirkungen des Fortschritts beim Umschlag, Beladen und Entladen der verschiedenen Güter, als Schüttgüter, in Containern und in Leichterträgerschiffen (einschließlich gefährlicher Güter) auf die Konzeption und Ausrüstung der Binnenwasserstraßen und -häfen.
 3. (Gemeinsam für die Sektionen I und II)
Das Verhalten der Binnen- und Seeschiffe bei der Durchfahrt, beim Überholen und Vorbeifahren in Kanälen und Fahrwassern von begrenzter Breite und Tiefe unter Berücksichtigung des Anwachsens ihrer Abmessungen und Geschwindigkeiten. Ferner das Ausmaß der zerstörenden Wirkung auf die Ufer und Sohlen sowie Maßnahmen zur Vorbeugung und Abhilfe.
 4. Verbesserung und Schutz der Wasserstraße und des Umweltmilieus, als Einheit betrachtet.
 5. Wasserversorgung der Wasserstraßen, insbesondere von Kanälen mit Scheitelhaltungen, unter Berücksichtigung der verschiedenen Wassernutzungen. Ökonomische und technische Aspekte.

Sektion II, Seeschifffahrt

1. Verbesserungen beim Entwurf und Bau großer Hafenbauwerke.
2. Verbesserung und Unterhaltung der Schiffahrtsrinnen und Kontrolle des Regimes in Flußmündungen in Beziehung zur Energie der Tidebewegung und der Wellen vor der Mündung.
3. Die Auswirkungen neuer Systeme und Geräte für den Güterumschlag auf den Entwurf von Häfen und Offshore-Anlagen unter besonderer Berücksichtigung des vorhandenen Binnen-

verkehrsnetzes.

4. Der Entwurf von Fendern für sehr große Frachtschiffe, schnelle Containerschiffe und andere große Schiffe unter Berücksichtigung der Elastizität der Pieranlagen, Kai-mauern usw. Experimentelle Arbeiten und Sammlung von Daten.
5. (Gemeinsam für die Sektionen I und II)
Erhaltung und Verbesserung der Tiefen einschließlich der Anwendung von Entwicklungen in der Baggertechnik sowie neuer Methoden des Aushubs und der Ablagerung des Materials.

Die Übersicht über die Kongreßthemen läßt erkennen, daß vielfache Berührungspunkte zwischen den Problemen der Binnen- und Seeschifffahrt bestehen, insbesondere auch hinsichtlich des methodischen Herangehens.

Wie weiter oben bereits erwähnt, werden im Ergebnis der Internationalen Schifffahrtkongresse Schlußfolgerungen formuliert. Sie stellen eine Synthese der Berichte, der Generalberichte und der Diskussion zu den jeweiligen Kongreßthemen dar. Je nach Beteiligung der einzelnen Länder und der mehr oder weniger bestehenden Übereinstimmung der Ansichten unterscheiden sie sich natürlich in ihrer Aussagekraft. Grundsätzlich sind diese Schlußfolgerungen jedoch eine Widerspiegelung des internationalen Standes des Fachgebietes.

Nachstehend werden die (in deutscher Sprache durch den Verfasser als Arbeitsübersetzungen erarbeiteten) Schlußfolgerungen des XXIV. Internationalen Schifffahrtkongresses 1977 in Leningrad abgedruckt, um sie einem breiteren Kreis von Fachleuten bekannt zu machen (Bezeichnung der einzelnen Themen siehe vorausgegangene Übersicht).

Sektion I, Thema 1

1. Das Problem der Erhöhung der Verkehrskapazität von Binnenwasserstraßen sowie der Sicherheit der Schifffahrt wird immer wichtiger. Dies leitet sich ab aus der Entwicklung der zwischenregionalen ökonomischen Verbindungen, dem zunehmenden Volumen an verfügbarem Material und der wachsenden Bewegung von Frachten auf Binnenwasserstraßen.
2. Die Hauptwege zur Lösung dieses Problems sind:
 - Verringerung der Schleusungszeiten und Optimierung der Nutzung der Schleusenammern
 - Verbesserung der Schifffahrtsbedingungen durch Verbreiterung der Kanäle, Abflachung der Kurven und Erhöhung der Reisegeschwindigkeit der Schiffe sowie evtl. zusätzlicher Bau moderner Schleusen
 - Wahl optimaler Schiffe und Schiffssysteme entsprechend den Schifffahrtsbedingungen und der Art der Fracht
 - Mechanisierung und Automatisierung der Abwicklung der Schifffahrt, um die Schifffahrtsbedingungen zu vervollkommen sowie zusätzlich moderne Hilfsmittel zur Gewährleistung der Sicherheit der Schifffahrt einzuführen
 - Entwicklung von Maßnahmen zur Ausweitung der Schifffahrtsperiode durch Regelung des Wasserabflusses und Überwindung des Eisproblems.
3. Eine der wichtigsten Methoden zur Erhöhung der Verkehrskapazität von Binnenwasserstraßen ist der Bau und die breitere Nutzung größerer Schiffe, ferner die Entwicklung neuer Typen von Schiffssystemen und diesbezüglicher automatischer Kupplungseinrichtungen, wenn sie für diese erforderlich sind, um größere Frachtbewegungen in großen Schubeinheiten zu ermöglichen sowie Einführung von Schubeinheiten, welche zeitweise abgeknickt werden können, um scharfe Kanalkrümmungen zu durchfahren.

4. Um das Problem der Erhöhung der Verkehrskapazität der Wasserstraßen zu lösen, ist es wesentlich, Systeme für die Kontrolle der Schiffsbewegungen sowie mechanisierte und automatisierte Methoden und moderne elektronische Ausrüstungen für die Kontrolle des Verkehrs zu entwickeln.
5. Im Hinblick auf die Entwicklung neuer Typen von Durchlaßbauwerken besteht die Tendenz, die Abmessungen der Schifffahrtsrouten einiger Wasserstraßen zu vergrößern, um größere Schiffsabmessungen und besondere Geschwindigkeiten bei Gewährleistung der Sicherheit der Schifffahrt zu ermöglichen.
6. Da die Faktoren, welche die Verkehrskapazität von Binnenwasserstraßen sowie die Sicherheit der Schifffahrt beeinflussen, zahlreich sind und stark variierenden Charakter haben, sollten sie in ihrer Gesamtheit und für jede besondere Anwendung untersucht werden.
Wenn notwendig, sollte jeder Trend eine gründliche technische und ökonomische Basis haben sowie mittels physikalischer und mathematischer Modellierungsmethoden experimentell erprobt sein.
7. Eine bedeutende Reserve zur Erhöhung der Verkehrskapazität der Wasserstraßen ist die Verlängerung der Schifffahrtsperiode. Deshalb wird vorgeschlagen, diesen Punkt in die Tagesordnung des XXV. Internationalen Schifffahrtskongresses aufzunehmen. Der Kongreß sollte drei Aspekte dieses Problems behandeln:
 - Verlängerung der Schifffahrt durch Ausdehnung der Perioden im frühen Frühjahr und späten Herbst mittels verschiedener Maßnahmen zur Beherrschung des Eisproblems;
 - Organisierung einer ganzjährigen Schifffahrt durch Maßnahmen zum Eisbrechen;
 - Betrieb der Binnenflotte in Verbindung mit den Schiffen, welche in der Winterperiode längs der eisfreien Flächen in Seegebieten fahren.

8. Die Schifffahrt auf flachen Binnenwasserstraßen in wasserarmen und Niedrigwasser-Zeiten verdient ebenfalls Beachtung.
9. Es ist wünschenswert, eine vereinheitlichte Terminologie für das Gebiet der Binnenschifffahrt zu entwickeln.
10. Die Sektion I hält es für erforderlich, die technischen Probleme zur Erhöhung der Verkehrskapazität und der Sicherheit der Schifffahrt unter Berücksichtigung sowohl der sozialen als auch der ökologischen und Umwelt-Effekte zu lösen.

Sektion I, Thema 2

Die Analyse der Auswirkungen des Fortschritts beim Gütertransport, beim Umschlag und beim Speicherbetrieb auf den Entwurf und die Ausrüstung von Häfen und Wasserstraßen, welche in den Beiträgen dargelegt wurde, ermöglicht es der PIANG, folgende Erfordernisse für die weitere Arbeit zu empfehlen:

1. Koordinierte Entwicklung einer komplexen Technologie unter Berücksichtigung der Vorteile sowohl für den Verkehr als auch für die technischen Belange der Flotte, der Wasserstraßen und Häfen.
2. Verbesserung der Bedingungen für eine ökonomisch stichhaltige Anwendung der Technologie durch Standardisierung der Frachtcharakteristiken (Container, Paletten, Pakettierungen und Güter, welche in Leichtertransport-schiffen befördert werden) sowie durch die Konzentration einheitlichen Güterverkehrs.
3. Durchsetzen der Annahme und Anwendung von Abmessungs-Standards für Frachten und Frachträume, welche auf ISO-Standards und -Beratungen basieren.
4. Entwicklung des Gütertransports in speziellen Schüttgutfrachtern, Tankern, Containerschiffen, Leichter-

transportschiffen, Ro-Ro-Schiffen und Schiffen, welche dem Einsatz sowohl in der Binnen- als auch der Seeschifffahrt angepaßt sind.

5. Vergrößerung der Kapazität der Wasserstraßen und der Wasserbauwerke, um die wachsenden Abmessungen der Schiffe und der Schwergutfrachten aufnehmen zu können und die Sicherheit der Schifffahrt gleichzeitig mit dem Anwachsen ihrer Kapazität zu gewährleisten.
6. Entwicklung hocheffektiver spezialisierter Umschlagsmethoden und -komplexe in den Häfen einschl. deren Automatisierung.
7. Vorhalten angemessener Zwischenlager- und Lagermöglichkeiten in den Häfen, um gute Bedingungen für die Güterlagerung sowie die termingerechte Bedienung des Wasser- und Landtransportes zu gewährleisten.
8. Entwicklung eines Systems des koordinierten Empfangs, Umschlags und Löschens der Güter eines Hafens, basierend auf guter Organisation, Informationsaustausch und Automatisierung der Verkehrskontrolle. Die Erfüllung der damit verfolgten Absicht - allgemeine Verringerung der Transportkosten und Erhöhung der Rolle der Binnenschifffahrt - erfordert die Ansiedlung von Industrieunternehmen unmittelbar an den Ufern von Wasserstraßen, wo immer es von physikalischen und Umwelt-Bedingungen her möglich ist.
9. Entwicklung des Gesundheits- und Umweltschutzes in Häfen einschl. der Kontrolle der Verstaubung und des Verstreuens von Gütern, Installation von Ventilationsystemen, Einführung der Reinigung der Oberflächen sowohl an Land als auch der Wasserflächen sowie Benutzung ferngesteuerter und programmierter Umschlagseinrichtungen, sofern dies für die Schaffung besserer Arbeitsbedingungen nützlich ist.

10. Förderung der Erarbeitung und Anwendung von Modellen, welche alle Faktoren des Angebots und der Nachfrage von Transportaktivitäten integrieren und die sozial-ökonomischen Unterschiede zwischen den verkehrsmäßig verbundenen Gebieten berücksichtigen.
11. Die Entwicklung der Verkehrsmöglichkeiten sollte derart erfolgen, daß in Ergänzung zu ökonomischen Aspekten die Energieressourcen eine angemessene Berücksichtigung finden.

Sektion I, Thema 3

1. Das Verhalten der Schiffe ist von großer Bedeutung bezüglich der Technologie, Ökonomie und Sicherheit für die Festlegung sowohl der Kanalabmessungen bzw. der Schiffsgrößen als auch des Schutzes der Ufer und der Sohle. Das Interesse für diese Thematik und ihre Bedeutung beruht auf der raschen Entwicklung der Schifffahrt.
2. Das Problem des Verhaltens der Schiffe ist äußerst komplex, und die laufenden Forschungsarbeiten schließen zahlreiche Einzelthemen ein. Lösungen wurden nur bis zu einem gewissen Grade gefunden, und viele Lücken müssen geschlossen werden. Die veralteten Faustregeln werden durch exaktere analytische und rechnerische Methoden ersetzt.
3. In Ergänzung zu dem beträchtlichen Fortschritt bei maßstäblichen Modellversuchen sowie Messungen in der Natur bedeuten die jetzt entwickelten mathematischen Modelle eine ziemlich radikale Abkehr von den gegenwärtig üblichen Entwurfsverfahren. Die neuen Methoden sind wegen ihres allseitigen Leistungsvermögens in hohem Grade zu würdigen; aber sie sollten in einer solchen Art entwickelt werden, daß sie in vollem Ausmaße durch den Ingenieur im Planungsprozeß angewendet werden können.

4. Die einzelnen Methoden und ihre Resultate sind noch sehr unterschiedlich und in vielen Fällen schwierig zu vergleichen. Die genannten Schwierigkeiten sollten im nächsten Stadium der Entwicklung von Berechnungsmethoden überwunden werden.
5. In Ergänzung zu den unter 3. und 4. dargelegten Punkten wird beispielsweise die Durchführung folgender Forschungsarbeiten empfohlen:
 - a) Wechselwirkung zwischen den Schiffsabmessungen und den Gesamtabmessungen einer Wasserstraße;
 - b) Sicherheit der Fortbewegung und Spielraum der Tiefgangsreserve (under keel clearance) in begrenzten Wasserwegen mit variabler Tiefe;
 - c) Vervollkommnung der Schiffe und Entwicklung von Kontrollapparaturen.

Sektion I, Thema 4

1. Sowohl natürliche als auch künstliche Wasserwege sind integraler Bestandteil der Umwelt des Menschen. Daher sollte die Verbesserung eines Wasserweges Maßnahmen für den Umweltschutz einschließen.
Folgende Gesichtspunkte sind zu berücksichtigen:
 - a) Flora und landwirtschaftliche Nutzfläche im Flußtal oder an den Kanal angrenzend; in diesem Falle sind auf der einen Seite die Auswirkungen der Wasserstrasse auf den Grundwasserspiegel und andererseits auf die Höhe und Dauer der Hochwasserstände (Überflutung) zu berücksichtigen.
 - b) Die Existenz von Häfen und Kaianlagen zur Versorgung am Wasser liegender Städte, industrieller Entwicklungen und ländlicher Ansiedlungen, einschließlich Schutz gegen Überflutung.
 - c) Die Mittel der Verbindungssysteme über Land, namentlich Landstraßen, Eisenbahnen, Energieverteilungs-

leitungen und Rohrleitungen, welche die Flüsse und Kanäle kreuzen oder an sie angrenzen.

- d) Die Fische, welche bestimmte Bedingungen für die Ernährung, die Wanderung und das Laichen benötigen sowie andere Wasserlebewesen.
2. Es ist wichtig anzuerkennen, daß neben der Nutzung für Transportzwecke Binnenwasserstraßen genutzt werden können für:
 - a) Wasserversorgung für Bevölkerung und Industrie;
 - b) Wasserkrafterzeugung;
 - c) Be- und Entwässerung;
 - d) Erholung, Tourismus und Sport.
 3. Es sollten Maßnahmen für den Schutz von Flüssen, Kanälen und Stauseen gegen Verschmutzung durch Schiffe und andere Ursachen erarbeitet und eingeführt werden. Es ist notwendig, Anlagen zu projektieren und einzuführen, welche zusammen mit Methoden für die Sammlung und Beseitigung die Möglichkeit irgendeiner Verschüttung von verschmutzenden Stoffen reduzieren.
 4. Entwürfe für die Verbesserung vorhandener und den Bau neuer Wasserstraßen sollten auf gründlicher Untersuchung aller charakteristischer Merkmale des projektierten Wasserweges und seiner Umgebung einschließlich seiner industriellen und sozialen Umwelt basieren. Bei der Erarbeitung prinzipieller Entscheidungen ist es erforderlich, mit Spezialisten, welche für diesbezügliche Aktivitäten verantwortlich sind, sowie mit Vertretern der örtlichen Bevölkerung und anderer interessierter Teile zusammenzuarbeiten.
 5. Zur Erreichung der Mehrzwecknutzung einer Wasserstraße muß man Entscheidungen anstreben, welche die sowohl ökonomisch als auch sozial vorteilhafteste Lösung liefern.

6. Wo der Bau oder Ausbau einer Wasserstraße das Gleichgewicht der Natur stört, sollten Schritte unternommen werden, um das Gleichgewicht wieder herzustellen oder neue Charakteristiken zu entwickeln, welche die verursachten Schäden kompensieren.
7. Neue Wasserstraßenbauten sollten die umgebende Landschaft und die architektonische Ansicht der wasserseitigen Bauwerke und Entwicklungen berücksichtigen.
8. Der Ausbau oder die Instandhaltung bestehender Wasserstraßen sollte sichern, daß Schritte unternommen werden, um der Wasserverschmutzung vorzubeugen, welche aus der Baggerung und anderen Arbeiten resultiert. Diese Arbeiten sollten nicht die normalen Bedingungen stören, welche für die Fische erforderlich sind; sie sollten auch nicht die Bedingungen für die benachbarten Kulturländereien, die wasserseitige Flora oder Erholungsstätten schädigend beeinflussen.
9. Es ist erforderlich, die Forschungen über den Einfluß von Strömungen und Wellen auf die Fluß- und Kanalufer fortzuführen und weiterhin wirksame Methoden für den Uferschutz zu entwickeln.
10. Wo auch immer ungewöhnlich starker Verkehr auf Straßen und Eisenbahnen abgewickelt wird, sollte die Entwicklung von Wasserstraßen in Betracht gezogen werden, da sie die Umwelt weniger beeinflussen.
11. Es wird vorgeschlagen, daß als Unterstützung für die Verbreitung von Informationen über Methoden zur Integration der Wasserstraßen mit der Umwelt Absprachen zum Austausch von Informationen hierzu durch die PIANC getroffen werden sollten.

Sektion I, Thema 5

Die Verbindung von Wassereinzugsgebieten, die Kanalisierung von Flüssen und die Regulierung des Abflusses verbessern die ökonomische Effektivität des Wasserverkehrs und schaffen Voraussetzungen für einheitliche Schifffahrtsbedingungen. Die vergrößerte Leistungsfähigkeit der Flußbetten bzw. Kanäle kann die HW-Stände reduzieren und den Abfluß während Niedrigwasserperioden erhöhen. Die Lösung des Problems einer geeigneten Wassernutzung wird sowohl in nationalen als auch internationalen Maßstäben immer wichtiger.

Die eingereichten Berichte und die Bemerkungen während der Diskussion ermöglichen uns die nachstehenden Schlußfolgerungen:

1. Dieses Jahrhundert ist gekennzeichnet durch intensiven Wasserverbrauch in immer zunehmendem Umfang. Die Wasserressourcen werden eine der kritischsten Komponenten der nationalen Reichtümer eines Landes. Die Errichtung von Wasserstraßen einschließlich der Verbindung von Wassereinzugsgebieten sollte den Wasserverkehr, die Wasserkraftnutzung, die öffentliche Wasserversorgung, Industrie und Landwirtschaft sowie den Wassertourismus berücksichtigen. Die Erhöhung der Verkehrskapazität ist eines der grundsätzlichen Ziele von Projekten für Wasserstraßensysteme sowie für die Wasserbewirtschaftung. Die Errichtung von Staubawerken, die nicht durch die Schifffahrt überwunden werden können und welche manche Flußabschnitte voneinander isolieren, darf nur in Ausnahmefällen erfolgen.
2. Die Vorhersage der Auswirkungen der Umverteilungen des Abflusses der Flüsse im großen Maßstab muß sich auf eine Mehrzweck-Analyse stützen, wobei soziale, ökologische, technische und ökonomische Aspekte zu berücksichtigen sind. Die Fachleute aller betroffenen Staaten müssen

eine gemeinsame methodische Lösung für die Bestimmung der ökonomischen Effektivität der umfassenden Nutzung der Wasserressourcen und der Verteilung des Wassers zwischen den verschiedenen Nutzern finden.

3. Die Errichtung und der Betrieb von Wasserstraßen, der Wasserhaushalt und die Kontrolle der Wasserqualität sind von großer Bedeutung. Folgende Maßnahmen zur Erhaltung bzw. zum Schutz werden empfohlen: computergestützte automatisierte Kontrolle von Wassersystemen; Überpumpen von Wasser von Abschnitt zu Abschnitt, die Nutzung von Pumpstationen als Hydroakkumulatoren, der Bau von Schleusen mit Sparbecken, Schiffshebwerke, die Nutzung des Grundwassers und eine solche Trassierung von Kanälen, daß Versickerungen vorgebeugt wird.
4. Die Kontrolle der Wasserqualität wird erleichtert durch die Trennung der ungereinigten häuslichen und industriellen Abwässer und der verschmutzten Regenwässer bei ihrem Abfluß in die Wasserstraßen. Sorgfalt ist erforderlich, um das Überpumpen verschmutzten Wassers von niedriger liegenden Abschnitten in Scheitelhaltungen zu verhüten.
5. Es ist wünschenswert, daß die PIANC gemeinsam mit der IAHR das Problem des Wasserhaushaltes und der Kontrolle der Wasserqualität bei der Errichtung und dem Betrieb der Verbindung von Wassereinzugsgebieten sowie der Kanalisierung von Flüssen auf dem nächsten Hydraulik-Kongreß oder einem speziellen Symposium diskutieren.

Sektion II, Thema 1

1. Im Lichte der großen Erhöhung der Kosten von Hafenbauwerken ist es notwendig, die kontinuierliche Beachtung der Standards für die Zuverlässigkeit und Standfestigkeit während des Baues und des Betriebes sicherzustellen.

Hierfür wird vorgeschlagen, daß weitere Studien Untersuchungen des Verhaltens sowohl an Modellen als auch durch die instrumentelle Ausrüstung naturgroßer Bauwerke beinhalten.

2. Die Kosten von Tiefwasser-Anlegebauwerken, sowohl am Ufer liegende als auch off-shore-Anlagen, erfordern neue Lösungen des Problems einschließlich der Berücksichtigung von Schnellbaumethoden.

Ein Nutzen kann abgeleitet werden aus der Publikation von Informationen über die Entwicklung von Bauwerken mit niedrigen Kosten, wie darüber im PLANC-Bulletin berichtet wird.

Unter den eingereichten Beiträgen sind drei Bauwerkstypen, welche eine ökonomische Bauausführung versprechen, und zwar: Membranwände, Montage vorgefertigter Bauteile und die Ausführung mittels sich selbst-anhebender ("self-elevating") Plattformen.

3. Die Entwicklung von Häfen, insbesondere in der Bauphase, erfordert zunehmend, die Forderungen bezüglich der Umwelt zu berücksichtigen.
4. Die Ergebnisse neuerer Forschungen haben verdeutlicht, daß sowohl bezüglich der Standsicherheit der Bauwerke als auch der Vorteile für die Schifffahrt besondere Beachtung den Auswirkungen der Wellen, der Strömungen und den meteorologischen Faktoren zu schenken ist.

1. Im Hinblick sowohl auf die Entwicklung der Seeschifffahrt als auch die Veränderungen der Schiffsabmessungen sind die Probleme der Gestaltung von Zufahrtskanälen zu Seehäfen von besonderer Bedeutung.

In den eingereichten Berichten werden Probleme behandelt, welche den Entwurf, Bau und Betrieb von Schifffahrtskanälen sowie die Kontrolle des Wasserabflusses in den Flußmündungen und Einleitungen anderer Tidegebiete betreffen.

Es sollte bekannt sein, daß Fortschritte auf dem Gebiet der Verbesserung bestehender Schifffahrtskanäle erreicht wurden. Trotzdem müssen sich bei der Lösung mancher Fragen Ingenieure und Wissenschaftler immer noch durch Erfahrung und Intuition leiten lassen. Daher ist es notwendig, weitere umfassende Forschungen auf die Erarbeitung unzweideutiger wissenschaftlicher Empfehlungen zu lenken, die alle Aspekte des Entwurfs und Betriebs von Routen des Seeverkehrs betreffen. Die umfassendsten und zuverlässigsten Ergebnisse können mit Hilfe von Natur- und Modelluntersuchungen gewonnen werden. Die physikalische und mathematische Simulation soll auf Naturdaten basieren.

2. Wesentlich ist die richtige Wahl der Routen der Seekanäle und der Gestaltung der Korrektionsbauwerke. Durch ausgeführte Forschungsarbeiten wurde nachgewiesen, daß unter bestimmten Bedingungen, wenn die Zufahrtskanäle unter einem kleinen Winkel zur vorherrschenden Wellenaufrichtung liegen, die Versandung und die Höhe der den Hafen erreichenden Wellen geringer sind. Nichtsdestoweniger können diese Vorteile durch nautische Probleme und verstärktes Rollen der Schiffe, was eine Vergrößerung der Kanaltiefe erfordert, aufgewogen werden.

Unter diesen Bedingungen sollten die Vor- und Nachteile abgewogen werden, um eine optimale Lösung zu erhalten.

Die Anwendung von Korrektionsbauwerken zur Verminderung der Versandung bzw. Verschlammung ist am wirkungsvollsten in der Nähe der Einfahrten zu Häfen im Flachwasser. Bestimmte Bauwerksgestaltungen können helfen, günstige Bedingungen für die Erhaltung einwandfreier Tiefen unter Ausnutzung des Kolk-Effekts von Tide- und Flußströmungen zu schaffen.

3. Eine der grundlegenden Maßnahmen zur Erhöhung des Tiefgangs der den Kanal passierenden Schiffe ist die rationelle Ausnutzung vorhandener Tiefen durch Vergleich der optimalen Tiefgangsreserve ("under-keel-clearance") mit den während der Durchfahrt existierenden Bedingungen. Diese Maßnahme ist besonders wirkungsvoll für Kanäle, welche intensiver Verschlammung unterliegen und eine lockere Konsistenz des Bodenmaterials aufweisen.
4. Im Hinblick auf die Zunahme der Kanaltiefen sollten die bestehenden Empfehlungen für die Berechnung und Vorhersage der Versandung bzw. Verschlammung von schiffbaren Tiefwasser-Kanälen spezifiziert und weiterentwickelt werden - insbesondere, wenn diese Kanäle in schlammigen Boden gebaggert sind. Die genaueste Lösung wird als Ergebnis umfassender Natur- und Modelluntersuchungen zu erhalten sein, was die Entwicklung moderner Meßgeräte erfordert.
5. Während der Bauausführung und der Unterhaltung von See-kanälen sind besondere Maßnahmen für den Schutz der Umwelt vorzusehen, einschließlich des Schutzes der marinen Biosphäre gegenüber Verschmutzung - insbesondere im Fall der Ablagerung von Baggermaterial und des Schutzes angrenzender Küsten gegenüber Erosion, welche aus Baggerung nahe der Schorre sowie der Unterbrechung des Küstenlängstransports (des Sediments) resultiert. Es wird dann ratsam sein, die Meeresküste durch Strandauffüllungen unter

Verwendung von im Zuge der Ingenieurbauarbeiten angefallenen Material oder von kontinuierlichen Fördersystemen zur Erhaltung des Litoraltransports ("sand by-passing") zu schützen. In jedem Falle muß das Langzeitverhalten sorgfältig kontrolliert werden.

6. Unter Berücksichtigung der Bedeutung und Komplexität des Vorhabens, Seehäfen mit sicheren und ökonomischen Tiefwasserzufahrten zu versehen, ist es ratsam, die internationale Zusammenarbeit fortzusetzen für die Erarbeitung von Empfehlungen für die Auslegung von Seekanälen, die Definition optimaler Abmessungen von Kanälen und die Verbesserung der Effektivität des Betriebs unter angemessener Berücksichtigung des Umweltschutzes.

Sektion II, Thema 3

1. Der Seehafen ist ein integraler Bestandteil der gesamten Transportkette, welche alle Arten des Transports bei der Güterbewegung vom Abgangs- bis zum Bestimmungsort einschließt. Es wird daher vorgeschlagen, solche Entwurfslösungen zu finden, welche sowohl für Hafenbau und -betrieb als auch für die Förderung der Optimierung der vollständigen Transportkette am besten sind. Es muß anerkannt werden, daß es echte Interessenkonflikte zwischen den verschiedenen Transportsystemen im Hafen geben kann und daß allgemein die Hafenverwaltung und bzw. oder andere verantwortliche nationale Körperschaften die besten Dienststellen für eine solche Optimierung in bezug auf die Minimierung volkswirtschaftlicher Kosten sind. Um diese Ziele zu erreichen, wird vorgeschlagen, neben anderen Methoden die mathematische Simulation breiter anzuwenden.
2. Derzeit besteht in modernen Frachthäfen ein Trend zur Errichtung hochmechanisierter Komplexe, welche nichtsdestoweniger Liegeplätze erfordern, die ein großes Maß

an Flexibilität in der Art und Weise ihrer Nutzung aufweisen.

3. Um den wirksamen Nutzen neuer Transport- und Umschlagssysteme sicherzustellen sowie die Vorteile moderner Hafeneinrichtungen zu maximieren und die Risiken ihres vorzeitigen Ausfalls zu minimieren, wird vorgeschlagen, alle Anstrengungen zu unternehmen im Hinblick auf die internationale Übereinstimmung der Kriterien für den Entwurf von Hafeneinrichtungen unter Berücksichtigung besonderer lokaler und wichtiger Umstände eines Hafens.
4. Um Fortschritte bei der Lösung der vielen technischen und ökonomischen Probleme der Hafenentwicklung zu machen, wird vorgeschlagen, daß die PIANC die Führungsrolle bei der Koordinierung der Anstrengungen auf diesem Gebiet von solchen internationalen Organisationen wie IAPH, ISO, ICHCA, PIANC usw. übernimmt.
(IAPH = International Association of Ports and Harbours;
ISO = International Organization for Standardization;
ICHCA = International Cargo Handling Co-ordination Association).

Sektion II, Thema 4

1. Die vorgelegten Berichte demonstrieren, daß bei der Verbesserung der Fendersysteme ein beträchtlicher Fortschritt erzielt wurde und daß zwischen den Berichterstatern jetzt eine beachtliche Übereinstimmung besteht, wie an die Lösung des Problems herangegangen werden sollte. Nichtsdestoweniger ist das Problem der Wechselwirkung zwischen dem Schiff und dem Hafenbauwerk bis heute noch nicht ausreichend erkenntnismäßig durchdrungen, um Bauwerke mit dem wünschenswerten Genauigkeitsgrad zu entwerfen. Um weiterhin die Entwurfsmethoden für Fendersysteme zu verbessern, sollten mehr Daten gewonnen werden, welche die Parameter und Koeffizienten des Me-

chanismus der Wechselwirkung zwischen dem Schiff und dem Hafengebäude betreffen.

2. Eine verbesserte Methode zur Lösung des Problems der Wechselwirkung zwischen dem Schiff und dem Hafengebäude kann durch ein statistisches Herangehen gefunden werden. Um solche Methoden zu entwickeln, ist es erforderlich, die benötigten Daten sowohl von Labor- als auch Naturuntersuchungen zu sammeln.

3. Die Entwurfskriterien für das Energieaufnahmevermögen der Fendersysteme für große Schiffe sollten auf folgenden Stadien basieren:

1. Betriebsfall

Das Fendersystem sollte in der Lage sein, die aus dem normalen Anlegebetrieb resultierende Energie innerhalb der Bereiche der Betriebs-Spannungen aufzunehmen.

2. Havariefall

Da das Fendersystem weniger aufwendig ist als das Anlegebauwerk, sollte hervorgehoben werden, daß Schäden an diesem nicht so kritisch sind als solche am Anlegebauwerk oder am Schiff. Der Entwurf sollte daher ein so hohes Energieaufnahmevermögen des Fendersystems vorsehen als vernünftigerweise eingebaut werden kann. Sollte es versagen, würde es ein Vorteil sein, wenn das Bauwerk so entworfen wurde, daß es ohne größeren Aufwand wiederhergestellt werden kann.

4. Es wird vorgeschlagen, die Anlegegeschwindigkeit des anlegenden und die Bewegungen des vertäuten Schiffes zu überwachen. Wenn die Geschwindigkeit des anlegenden oder die Bewegungen des vertäuten Schiffes ermittelt werden können, kann es möglich sein, Schritte zu unternehmen, um dem Erreichen unerwünscht hoher Werte vorzubeugen, wodurch die Gefahr des Auftretens von Schäden am Schiff und am Anlegebauwerk vermindert und das Risiko der Umweltverschmutzung minimiert werden. Es wird ferner da-

rauf hingewiesen, daß die Messung der Spannungen in Fendersystemen wünschenswert ist.

5. Ein anderer wichtiger Gesichtspunkt für den Entwurf, insbesondere bei Dalben vom flexiblen Typ, ist die Wechselwirkung von Baugrund und Pfahl. Es ist ratsam, Vorteile zu ziehen aus der technischen Entwicklung, welche bereits auf ähnlichen Gebieten vorliegt, so z.B. bei Off-shore-Plattformen.

Es ist ferner empfehlenswert, Naturmessungen von Baugrundparametern sowie der Wechselwirkung von Baugrund und Pfahl anzuregen.

6. Um die Verbesserung der Entwurfsmethoden für Fendersysteme voranzutreiben, machen wir darauf aufmerksam, daß eine breitere internationale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet erforderlich ist. Diese internationale Zusammenarbeit sollte umfassen:
 1. Sammlung und Analyse verfügbarer statistischer Daten.
 2. Einrichtung einer zentralen Datenbank und eines koordinierenden Forschungszentrums.
 3. Untersuchung und Auswahl von empfohlenen Entwurfsmethoden für Fendersysteme.
7. Es wird vorgeschlagen, eine internationale Studienkommission zu bilden, welche dem Ingenieur Richtlinien für die Verbesserung des Entwurfs von Fendersystemen durch Angabe von Berechnungsmethoden sowie Informationen über die neueste Entwicklung auf diesem Gebiet bereitstellt.
8. Untersuchungen über Spannungen im Schiffsrumpf sollten intensiviert und durch die internationale Studienkommission in enger Zusammenarbeit mit den entsprechenden internationalen Körperschaften, welche die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet betreiben, gelenkt werden.

Sektion II, Thema 5

1. Es wurden wesentliche Fortschritte auf den Gebieten der Ausrüstung sowie der Verfahren für die Unterhaltung und Entwicklung schiffbarer Wasserwege erzielt. Dennoch erfüllen der Baggerbetrieb und die Baggertechnologie bei der steigenden Anzahl und Größe der Frachtschiffe sowie unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Umweltschutzes zuweilen nicht die Anforderungen und sollten weiter verbessert werden. Insbesondere ist es notwendig,

1.1. Techniken und Ausrüstungen für die wirkungsvolle Baggerung großer Massen dichten Bodens - einschließlich mit Gesteinseinschlüssen - an exponierten Stellen, möglichst unter Vermeidung von Unterwassersprengungen

1.2. spezielle und generelle Lösungen des Problems der Deponie von Baggermaterial in einer Weise, welche von Umweltaspekten her akzeptabel und ökonomisch vernünftig ist,

zu entwickeln.

2. Das ständige Anwachsen der Gesamtkosten für Baggerungen führte zu einem beachtlichen Anstieg der durch die Häfen zu erbringenden Unterhaltungsaufwendungen, was es zwingend notwendig macht, die Effektivität der eingesetzten Ausrüstungen und die Produktivität zu verbessern sowie die Unterhaltungsausgaben zu reduzieren.

Unter diesem Aspekt wird vorgeschlagen:

2.1. Grundlagenforschung auf diesem Gebiet zu fördern, insbesondere verbesserte Techniken für das Pumpen kohäsiver sowie konglomerathaltiger Böden zu entwickeln;

2.2. die Zuverlässigkeit, den Verschleißwiderstand und die Reparaturfreundlichkeit von Spezialmaschinen, Mechanismen und Geräten an Bord von Baggern zu verbessern;

- 2.3. automatische Kontrollsysteme für die Automatisierung sowohl der eigentlichen Bagger- als auch der Hilfsarbeiten (Ausbringen und Aufnehmen der Anker, Anlegen längsseits eines Kais oder Schiffes u.ä.) zu entwickeln und einzusetzen - unter dem Gesichtspunkt, den Betrieb einfacher und sicherer zu gestalten, die Besatzung zu verringern und die Arbeitsbedingungen zu verbessern;
- 2.4. Fortführung theoretischer und praxisorientierter Forschungen zur Quantifizierung des Baggerprozesses und der Deponie des Baggergutes mit dem Ziel, unnötige Unterhaltungsbaggerungen zu minimieren.
3. Im Hinblick auf die große technische und ökonomische Bedeutung der Unterhaltung und Entwicklung der Wasserstraßen wird vorgeschlagen, daß Fragen der Baggerung permanent im Blickfeld der PIANC behalten und daß der Austausch von Erfahrungen und Informationen bezüglich technologischer Ausführungen auf diesem Gebiet in jeder Weise gefördert werden.