

11 Weiteres Vorgehen

Die Ergebnisse dieser Arbeit können die Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten sein. Neben der Verbesserung der Schiffe sollte aber auch Erweiterung der Software betrieben werden. Sinnvoll wäre eine Bearbeitung der folgenden Themen.

11.1 Weiterentwicklung der FEM

Um die Kosten für eine FE-Analyse möglichst gering zu halten, ist eine möglichst effektive Nutzung der Software und Hardware und besonders des Personals anzustreben. In diesem Abschnitt werden einige Punkte erläutert, welche zu einer **Weiterentwicklung der FEM** führen, wodurch die Effektivität zu steigern ist.

Bei den großen FE-Programmsystemen ist eindeutig der Trend festzustellen, möglichst universelle Software anzubieten (*multi-purpose*) [siehe auch /ISSC91III.1 S. 335/]. Die Nutzung von Computerprogrammen, die nur für ein Einsatzgebiet geeignet sind (sog. *in-house* Programme), geht immer weiter zurück. Dies wird dadurch hervorgerufen, daß die Anwender von FEM-Software auch in Zukunft immer mehr anwenderfreundliche Programme bevorzugen werden. Insbesondere für die Pre- und Postprozessoren werden diesbezüglich Entwicklungen vorangetrieben, wobei jeder Anwender hilfreiche Vernetzungssoftware zu schätzen weiß. Für Anwendungen des Schiffbaus sind solche Vernetzungsmodule ebenfalls denkbar bzw. schon verfügbar, so daß auf diesem Gebiet sicherlich genügend Raum für weitere, anwendernahe Forschungsvorhaben ist.

Da der globale Kollaps eines Schiffes im Ladefall 3 in der Praxis sehr häufig durch das Reißen des Decksbaums ^{und/oder} des Gangbords begleitet wird, sind hierfür geeignete Modellierungen vorzusehen. Die Implementierung eines geeigneten Kriteriums für die Rißbildung in den Code wird somit notwendig.

Für weitere Betrachtungen sind zuverlässigere Materialdaten unumgänglich. Zugversuche an Werkstückproben von 10 und 20 Jahre alten Schiffen liefern die notwendigen σ - ϵ Kurven. Zu berücksichtigen ist der Einfluß der zyklischen Be- und Entlastung (*low cycle fatigue*) an den Bauteilen.

Moderne FEM Software bietet neben einem zuverlässigen Solver und anwenderfreundlichen Pre- und Postprozessoren auch einige sogenannte *Special Features* an. Für zukünftige Berechnungen ist das vorgestellte Berechnungskonzept um diese zu erweitern.

11.1.1 Nutzung von Optimierungsmodulen

Ein besonders interessantes Entwicklungsgebiet sind die Nutzung von Optimierungsmodulen, mit denen sich einzelne Abmessungen (z. B. Trägheitsmomente, Blechdicken) beeinflussen lassen. Eine Zielfunktion könnte z. B. ein minimiertes Gewicht bei einer vorgegebenen Belastung sein. Moderne Programmsysteme unterstützen solche Überlegungen bereits, wobei aber sicherlich noch viel Entwicklungsaufwand betrieben werden muß. Diesbezüglich wurden am **ISD** bereits einige Voruntersuchungen durchgeführt (z.B. SKO, CAO), so daß erste Ansatzpunkte für weitere Forschungsvorhaben bereits vorhanden sind. Denkbar sind zur Zeit lineare Voruntersuchungen und eine anschließende nichtlineare Überprüfung der optimierten Strukturen /B20/.

11.1.2 Verwendung des Parallelrechners

Von Seiten der Softwareentwickler geht ein Trend zur Anwendung von mehreren Prozessoren. Auch das genutzte FE-Programm **MARC** bietet diese Option an. Allerdings hat sich in einigen Testrechnungen herausgestellt, daß auf diesem Gebiet noch erheblicher Entwicklungsbedarf besteht. Da sich die globalen FE-Modelle der Schiffstechnik für solche Untersuchungen regelrecht anbieten (sehr große Gleichungssysteme, längliche Gestalt) ist den neuen Entwicklungen auf diesem Gebiet erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Da das Duisburger Hochschulrechenzentrum seit Juni 1998 über die entsprechende Hardware (Convex SPP 2000) verfügt, liegt es nahe zukünftige Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet am **ISD** durchzuführen.

11.2 Andere Schiffstypen

Nachdem die Untersuchungen für das 108 m Containerschiff abgeschlossen sind, sollten Arbeiten für ein 135 m Schiff aufgenommen werden. Die ersten Berechnungen können an dem Hauptspantquerschnitt des 108 m Schiffes durchgeführt werden, wodurch sich ein verhältnismäßig geringer Modellierungsaufwand ergibt. So ist u.a. die Frage zu beantworten, ob die bisherigen Spantkonstruktionen übernommen werden können, oder ob besondere Maßnahmen bezüglich der Quer- und Längsfestigkeit erforderlich sind. Demnach ist zu untersuchen, ob die angesprochenen Konstruktionsänderungen eine ausreichende Längs-, Querbiege- und Torsionssteifigkeit liefern, oder ob zusätzliche Querversteifungen (Schotte, Rohrduchten) notwendig sind.

Denkbar ist, daß die gewonnen Erkenntnisse auch auf ein modernes Binnentankschiff ausgedehnt werden.

11.3 Abschließende Bemerkungen

Die dargelegten Untersuchungen zeigen, daß die notwendigen umfangreichen Berechnungen auch auf normalen PC's und kleineren Workstations möglich sind. Um Ingenieurzeiten zu sparen, ist bei der Hardware bzw. Software unbedingt eine Arbeitsplatzversion gegenüber einer Serverkonstellation vorzuziehen. Schwierigkeiten mit fehlender Rechnerkapazität ergaben sich i.a. dann, wenn sich mehrere Wissenschaftler einen Rechner teilen müssen, wodurch erhebliche Engpässe beim Arbeitsspeicher und der Festplatte entstehen können.

Ein weiterer Punkt sind einige Softwarefehler (*Bugs*) in den derzeit aktuellen Programmversionen **MARCK7.2** und **MENTAT3.2**. Die Suche nach diesen Fehlern und deren Behebung erforderte einen nicht unerheblichen Zeitaufwand, der zuvor nicht kalkuliert werden kann. Zur Zeit werden einige *Benchmark* Tests erarbeitet, die vor unerfreulichen Überraschungen bei neuen Programmversionen schützen oder zumindest warnen sollen.

Die eigenen Erfahrungen der letzten 2 Jahre zeigten, daß Probleme mit der Hard- und Software einen erheblich größeren Zeitaufwand erforderten, als ursprünglich eingeplant. Erschwerend kommt hinzu, daß die Dokumentationen zu den theoretischen Hintergründen (z.B. Bogenlängenverfahren) der verwendeten Software und den Realisierungen im Programm (z.B. Einbindung eigener Elemente, Common-Blöcke) als sehr dürftig anzusehen ist. Die Bearbeitung dieser Punkte erforderte sehr viel Zeit und ist in den "institutsinternen Berichten" dokumentiert /V16/, /V17/, /V18/, /V19/.