

# SE SIS – Entwicklung eines integrierten schiffbaulichen Entwurfs- und Simulationssystems



Thomas Gosch (Flensburger Schiffbau-Gesellschaft mbH & Co. KG)

Wilfried Abels (Technische Universität Hamburg-Harburg)

Eric Esins (Center of Maritime Technologies e.V.)

Ottmar Krämer-Fuhrmann (Fraunhofer-Institut SCAI)

Wolfgang Lösekann (SAM Electronics GmbH)

Thijs Metsch (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.)

Lasse Paasch (Lindenau GmbH, Schiffswerft & Maschinenfabrik)

## 1 Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt SESIS (Schiffentwurfs- und Simulationssystem) hat das Ziel eine strukturierte, modulare und flexible Softwareplattform für das frühe Entwurfsstadium komplexer Schiffe zu entwickeln.

Zu diesem Zweck werden verschiedene Simulations- und Entwurfswerkzeuge durch die neu geschaffene Integrationsumgebung RCE unter einer nutzerfreundlichen grafische Oberfläche integriert.

Dem schiffbaulichen Anwender bietet SESIS wesentliche Vorteile:

- Effektive Zusammenarbeit aller Beteiligten am Entwurfsprozess durch sicheren Zugriff auf verteilte Daten und Anwendungen,
- Einbindung verschiedenster „historisch gewachsener“ Methoden in eine einheitliche moderne Oberfläche,
- Modularer Aufbau mit der Möglichkeit, Methoden dezentral zu entwickeln und in die Entwurfsumgebung einzubinden – der einzelne Nutzer erhält damit Zugriff auf die Wissensbasis externer Experten,
- Übersichtliche Verwaltung der eingebundenen Methoden und Daten,
- Variabler Zugriff auf die benötigten Methoden, zentrale Lizenzverwaltung und bedarfsgerechte Abrechnung der Nutzung,
- Zentrale Wartung und Pflege der Softwarebasis und verteilte Entwicklung und Anpassung der Methoden durch dezentrale Experten.

Ziel des Forschungsprojektes SESIS ist es, diese Vorteile durch Einbindung ausgewählter schiffbaulicher Methoden zu demonstrieren und die Softwareplattform zu entwickeln. Das erarbeitete Nutzungskonzept ermöglicht eine nachträgliche Einbindung weiterer Partner.

## 2 RCE

Das Reconfigurable Computing Environment (RCE) ist eine Service orientiertes Software-Framework zum Erstellen ingenieurtechnischer Werkzeuge für die Unterstützung kollaborativer Entwurfsprozesse. Es versteckt die Komplexität heterogener und verteilter IT-Systeme hinter einer graphischen Benutzerschnittstelle und ermöglicht einen sicheren Zugriff auf verteilte Daten und Anwendungen.

RCE wurde gemeinschaftlich vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln-Porz und dem Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen (SCAI) in Sankt Augustin entwickelt.

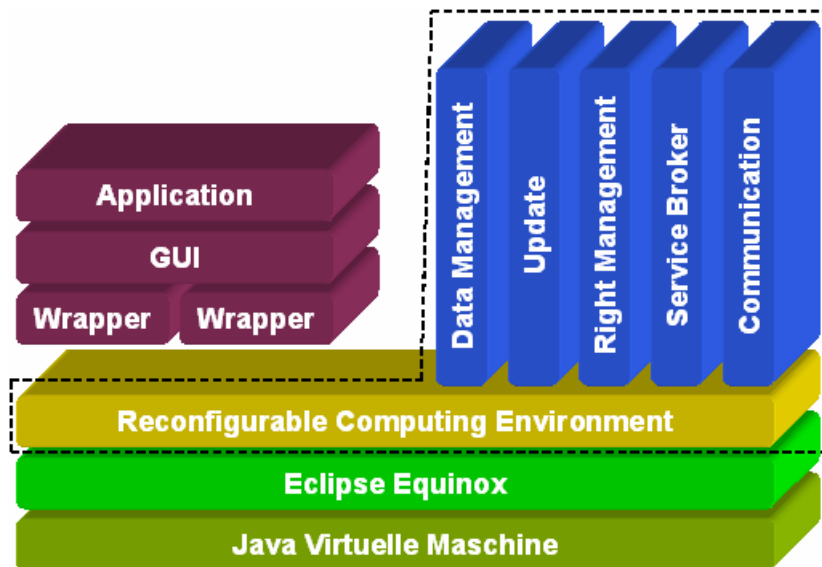


Abbildung 1: Komponenten des RCE Basissystems

### 2.1 Portabilität

RCE ist vollständig in Java geschrieben und ist damit problemlos auf einer Vielzahl unterschiedlicher Betriebssysteme ablauffähig: vom Windows-Laptop bis hin zum Großrechner.

## 2.2 Basisfunktionen

Das RCE-System bietet alle Basisfunktionen, die eine verteilte Softwareumgebung benötigt, um Daten sicher auszutauschen und Anwendungen auf entfernten Rechnern starten zu können. Zu diesen Basisfunktionen zählen:

- Ein Datenmanagement, welches den Zugriff auf Dateisysteme und Datenbanken ermöglicht. Eine integrierte Versionsverwaltung sorgt für eine kontrollierte Weiterentwicklung der Datenbestände.
- Ein Kommunikationssystem, welches den Datenaustausch zwischen verschiedenen RCE-Instanzen ermöglicht. Je nach Entfernung zwischen den Kommunikationspartnern und deren Sicherheitsanforderungen kommen verschiedene Kommunikationsprotokolle (wie RMI, CORBA oder SOAP) zum Einsatz.
- Ein Service Broker ermöglicht das Auffinden von Anwendungen im RCE Netzwerk, damit diese transparent auf entfernten Rechnern gestartet werden können. Über eine Grid-Schnittstelle können z.B. auch rechenintensive Berechnungen und Simulationen auf Hochleistungsrechner von kommerziellen Service Providern ausgelagert werden.
- Neue Entwicklungsprojekte, wie z.B. BEinGRID, PartnerGrid, Virtueller Satellit, nutzen RCE als Basis und stellen z.B. neue Grid-Funktionalitäten für den RCE Anwender zur Verfügung.
- Eine integrierte Rechteverwaltung kontrolliert den Zugriff auf alle Ressourcen des Systems, sodass eine missbräuchliche Verwendung verhindert werden kann. Die Zugriffsrechte müssen vom Besitzer einer Ressource vergeben werden, damit dieser jederzeit die Kontrolle über die Verwendung seiner Daten und Programme behält.
- Ein integrierter Update-Mechanismus sorgt dafür, dass sich ein laufendes RCE-System bei der Freigabe neuer Software-Versionen leicht auf den aktuellen Stand aktualisieren lässt.

## 2.3 Erweiterbarkeit

RCE basiert auf OSGi (Open Services Gateway initiative), dem Industriestandard für offene verteilte Systeme, wodurch das System durch Plug-Ins beliebig erweitert werden kann. Insbesondere können bestehende Applikationen über Wrapper-Technologien in das System integriert werden. Auch können Programme, die in anderen Programmiersprachen

(wie C, C++ oder Fortran) entwickelt wurden, über eine übersichtliche Schnittstelle integriert werden, sodass Investitionen in existierende Softwaresysteme erhalten werden.

## 2.4 Nutzen

Mit den RCE-Basisfunktionen werden eine große Anzahl von Anforderungen abgedeckt, die allen Softwaresystemen gemeinsam sind, die über mehrere Rechner verteilt werden sollen. Mit RCE ist es möglich, verschiedene Funktionalitäten eines Systems, wie zum Beispiel Datenbanken, Simulationsprogramme auf Großrechnern und graphische Benutzerschnittstellen am Arbeitsplatz eines Ingenieurs zu einem System zu integrieren. Der Programmentwickler eines auf RCE basierten verteilten Systems muss sich weder um die Verteilung, noch um die Kommunikation oder die Durchsetzung der Zugriffsrechte kümmern.

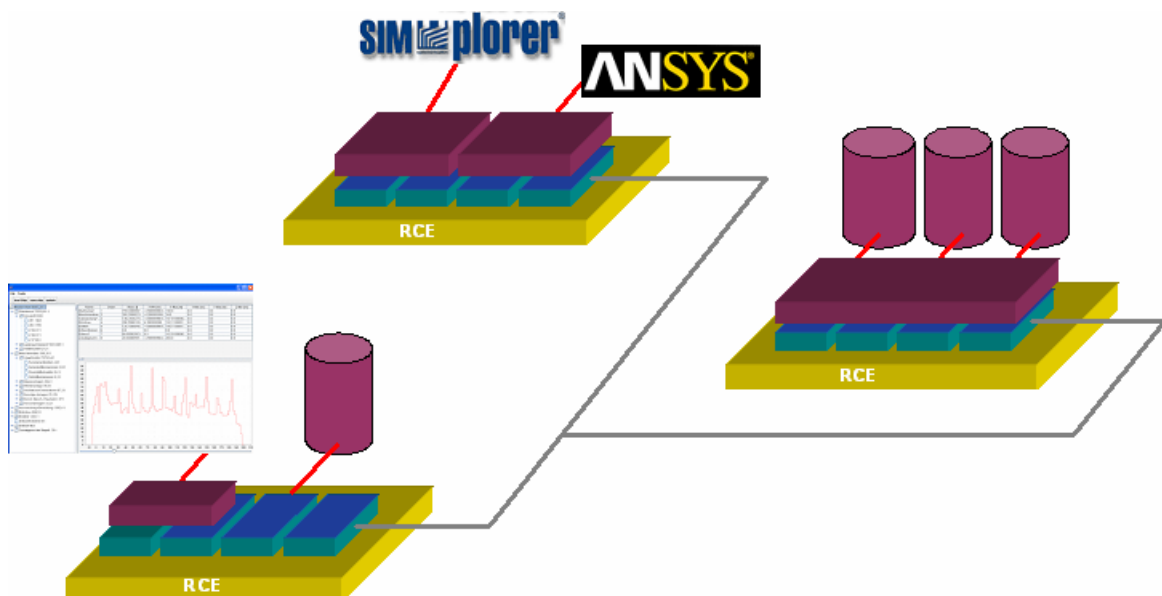


Abbildung 2: Verteiltes Arbeiten mit RCE

Das RCE ist über Firmengrenzen hinweg einsetzbar, um die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Entwicklerteams zu ermöglichen. In solchen Szenarien müssen lediglich die Rechteverwaltung und das Kommunikationssystem entsprechend konfiguriert werden. So ist auf einfache Weise durchsetzbar, dass Partnerunternehmen ein (wahlweise lesender oder ändernder) Zugriff auf Datengruppen ermöglicht wird und dass Daten zwischen den Firmen verschlüsselt übertragen werden.

### 3 Schiffbauliche Anwendungen

Innerhalb der Projektlaufzeit wurden ausgewählte schiffbauliche Methoden in die RCE Plattform integriert, um deren Funktionsfähigkeit zu testen und zu demonstrieren. Es war nicht das Ziel des Forschungsprojektes, alle Schritte eines frühen Entwurfsprozesses komplett nachzubilden. Die Funktionalität von SESIS kann nach Projektende in Zusammenarbeit mit weiteren Partnern schrittweise erweitert werden.

#### 3.1 Bessere Integration von ANSYS und LS-DYNA in den frühen Entwurfsprozess (Lindenau GmbH, Kiel)

Entwürfe neuer Schiffstypen stellen für die Projektteilungen auf Werften ein großes Risiko dar, da Erfahrungswerte fehlen. Mit Hilfe von Simulationen mit der Finiten - Elemente - Methode (FEM) lassen sich z.B. Festigkeit und Schwingungen global und lokal zuverlässig berechnen.

Probleme können so in einem frühen Stadium erkannt und gelöst werden. Um FEM-Löser effektiv einzusetzen bedarf es einer einfach zu bedienenden Schnittstelle zwischen Entwurfssystem und FEM-Löser mithilfe derer bestehende Modelldaten in ein FE Modell umgesetzt werden können.

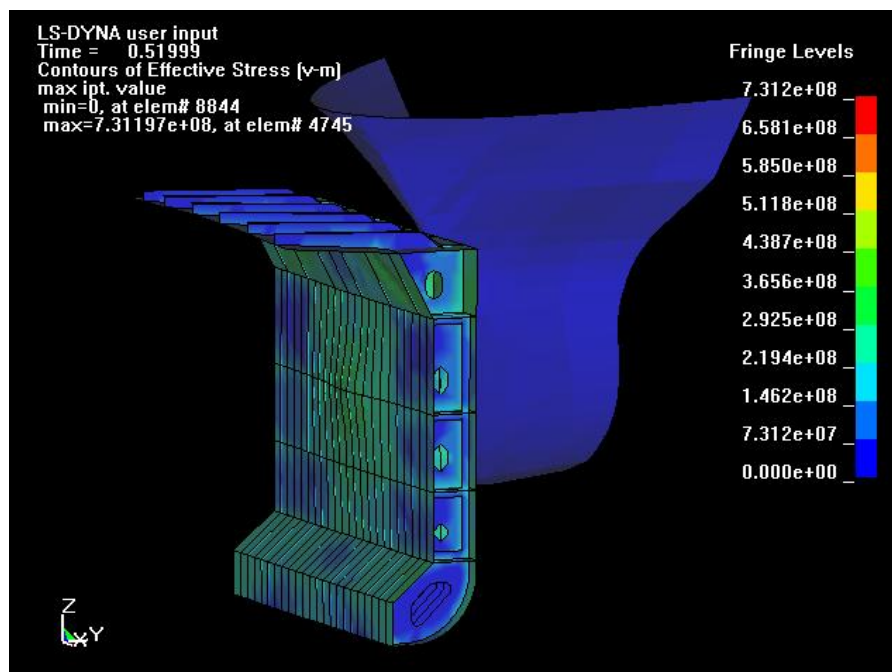


Abbildung 3: Beispielrechnung einer Kollision in LS-DYNA

Für eine Integration von FE Methoden in die frühe Konstruktion bestehen die Anforderungen ein Modell schnellstmöglich in eine Berechnung umzusetzen. Das Format sollte editierbar sein und nicht wie üblich bereits elementiert um das Modell mit Details oder bereits bestehenden Modellen ergänzen zu können. Typische Berechnungsszenarien sollen voreingestellt werden können um eine Simulation möglichst schnell zu starten.

### **Integrierte Funktionen**

Der SESIS Nutzer kann mit Hilfe einer grafischen Benutzeroberfläche die Stahlschiffsdaten aus NAPA-Steel oder aus noch nicht verfügbaren eigenen Methoden importieren. Die Schiffsdaten werden danach für die verschiedenen Simulationsszenarien Festigkeit, Vibration und Kollision aufbereitet. Dazu gehört:

- Auswahl eines Modellbereiches
- Auswahl eines Simulationsszenarios
- Auswahl von Materialkennwerten
- Auswahl von Materialverhalten

Die Schnittstelle gibt die Daten in ANSYS Parametric Design Language (APDL) an ANSYS aus. In APDL geschriebene Simulationen lassen sich mit geringem Speicheraufwand sichern um später nachvollzogen zu werden. Mit der Anbindung von ANSYS ist ebenfalls die Nutzung des expliziten Löser LS-DYNA möglich, der aus ANSYS komfortabel angesteuert werden kann.

### **Potenzieller Nutzerkreis / Vorteile**

Werften, die Entwurf und Konstruktion mit Hilfe von FE Berechnungen unterstützen.

- Automatisierte FE Modellerstellung
- Vorgefertigte Berechnungsszenarien: Festigkeit, Schwingung und Kollision
- Nutzung des leistungsfähigen Vernetzungswerkzeuges von ANSYS
- Nachvollziehbarkeit der Simulation durch Ausgabe in APDL
- Erweiterung der Simulationsbandweite durch eine Bearbeitung des APDL Codes durch den Nutzer ist möglich

### 3.2 Exemplarische Integration von E4 Methoden (Flensburger Schiffbau-Gesellschaft)

Eine wichtige Anforderung an die SESIS Umgebung ist die Möglichkeit zur zuverlässigen und leichten Einbindung und Verknüpfung von auf der Wert bereits etablierten Entwurfsmethoden. So können bereits vorhandenen Fähigkeiten beibehalten, miteinander kombiniert oder auch um neue Fähigkeiten erweitert werden.

#### Integrierte Funktion

Um die Leistungsfähigkeit des SESIS Systems im Bezug auf Integration und Anwendung von softwaretechnisch verschiedenen Entwurfsmethoden zu testen werden im Rahmen des Projektes exemplarisch einzelne, ausgewählte Werkzeuge aus dem E4 System integriert.

E4 ist ein offenes Methodenbank-System, in dem für nahezu alle Disziplinen des Schiffsentwurfes Werkzeuge zur Verfügung stehen. Es ist mittelfristig geplant, den gesamten Leistungsumfang des E4 Systems in die SESIS-Umgebung zu integrieren.

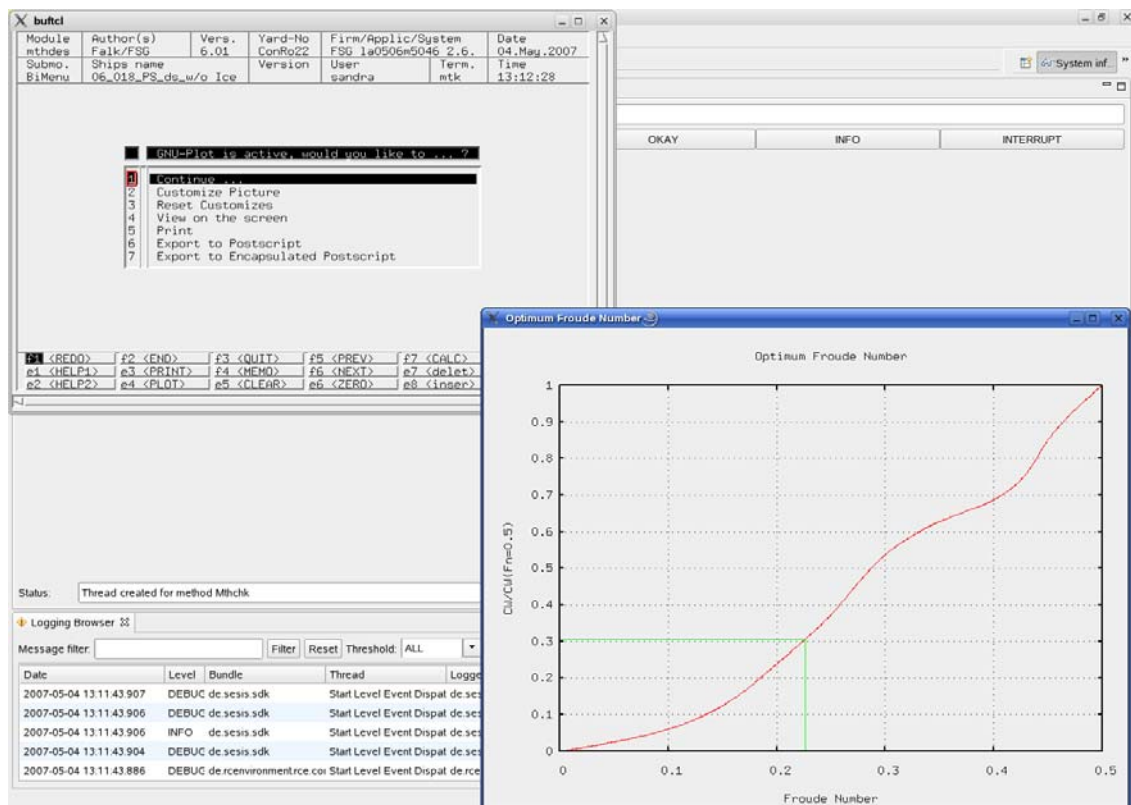


Abbildung 4: 2D Grafik (Kontrolle der Hauptdaten)

## Grafische Kontrolle von Hauptdaten und Schiffsform

Folgende Funktionalität zur grafischen Kontrolle von Hauptdaten und Schiffsform wurde in die SESIS Umgebung integriert:

- Grafische Kontrolle der Hauptdaten
- Plot von Linienrissen
- Plot von Anhangszeichnungen (Wellenböcke, etc.)
- Plot der Metazentrischen Evolvente
- 3D Plot der Schiffsform.

Die SESIS Umgebung stellt für die Integration der Methoden verschiedene Ansätze zur Verfügung:

- Integration als im Quelltext unverändertes Programm (Black-Box)
- Integration von Rechenfunktionalität des ursprünglichen Programms und Nutzung von neuer GUI, Grafik, Datenmanagement, etc. des SESIS Systems (Grey- und White-Box).

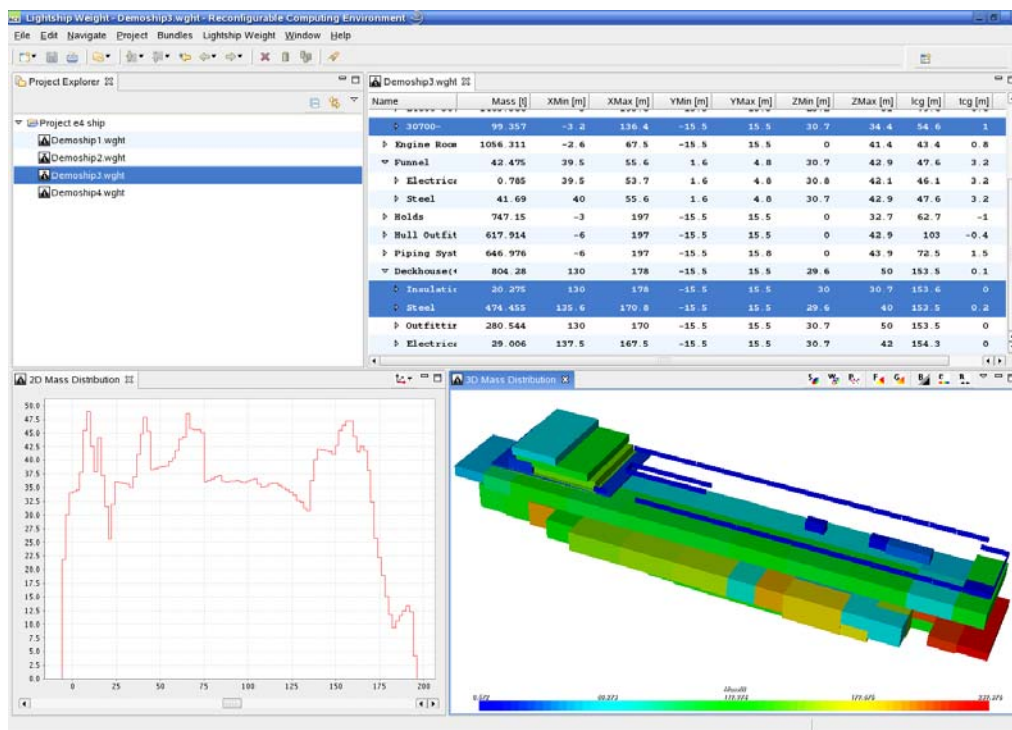


Abbildung 5: SESIS „MASSEN-Methode“

## **Definition und Verwaltung von Lightship- und Ladefallmassen**

In dieser Methode wurden Berechnungsalgorithmen und Graphical User Interface (GUI) mit SESIS Mitteln umgesetzt. Die SESIS Umgebung liefert dafür Datenbrowser, Tabellenverwaltung sowie 2D und 3D Grafik. Das implementierte Datenmodell ermöglicht verschiedene logische Gruppierungen der Massenverteilungen und damit verschiedenen Sichtweisen (Decksweise Massenverteilung, Baugruppen, etc.) auf die Daten. Außerdem ist der Zugriff auf „alte“ Datenmodelle der bisher bei der FSG genutzten E4 Werkzeuge möglich.

## **Potenzieller Nutzerkreis / Anwendungsbereich / Vorteile**

Die SESIS Umgebung stellt eine Plattform zur Integration von heterogenen Softwareanwendungen in ein einheitliches System dar. Außerdem stehen darin Software Tools und Methodiken für die effiziente Neu- oder Weiterentwicklung von Methoden zur Verfügung. Deshalb bietet das SESIS System für jedes Unternehmen, bei dem komplexe Entwicklungsprozesse in kurzer Zeit durchgeführt werden, gute Möglichkeiten zur Vereinheitlichung, effizienten Kombination und Weiterentwicklung der dabei genutzten Software Werkzeuge.

### **3.3 Verteilte Simulation von Schiff und Navigationsanlage (SAM Electronics, Hamburg)**

Moderne Schiffe werden mit einem automatischen Bahnführungssystem gesteuert. Es wird bei der Werftprobefahrt auf das Manövrierverhalten des Rumpfes einjustiert. Es gibt Neubauten mit geringer Kursstabilität (ebener Heckboden, kein Kiel). Der Kurs kann hier nur mit hohem Regelaufwand gehalten werden. Der Bahnregler für diese Schiffe lässt sich nur mit großem Messaufwand korrekt abgleichen. Die Probefahrt reicht hierzu oft nicht aus.

Ideal wäre ein Test des Bahnreglers in der Entwurfsphase des Schiffes. Ein Simulator könnte das fahrende Schiff ersetzen. Der Simulator müsste bei der Werft stehen und immer den aktuellen Schiffsentwurf als Modell geladen haben. Hierzu muss der Schiffsentwurfprozess mit dem Simulator integriert werden. Ferner muss der Simulator über ein Datennetz (z.B. Internet) mit dem Bahnregler beim Zulieferer online verbunden sein. IT-Integration und Netzanbindung sind die Aufgabenstellungen für SESIS.

## **Integrierte Funktionen**

Das fahrende Schiff wird durch einen Schiffssimulator dargestellt. Zum Einsatz kommen Simulatoren (z.B. SimFlex von Force) wie sie auch für Trainingszwecke eingesetzt werden. Wichtig ist eine offene Schnittstelle

zur Beschreibung des Schiffsrumpfes über Kräftetabellen. Die Tabellen liegen auf dem SESIS - Server. Sie beschreiben die hydrodynamischen Eigenschaften des geplanten Schiffes und werden beim Start der Simulation herunter geladen. Der Simulator bei der Werft ist über das Internet mit der Bahnführung beim Zulieferer verbunden. Die Bahnführung beim Zulieferer steuert das Schiffsmodell aus der Ferne und ersetzt den Abgleich bei der Probefahrt.

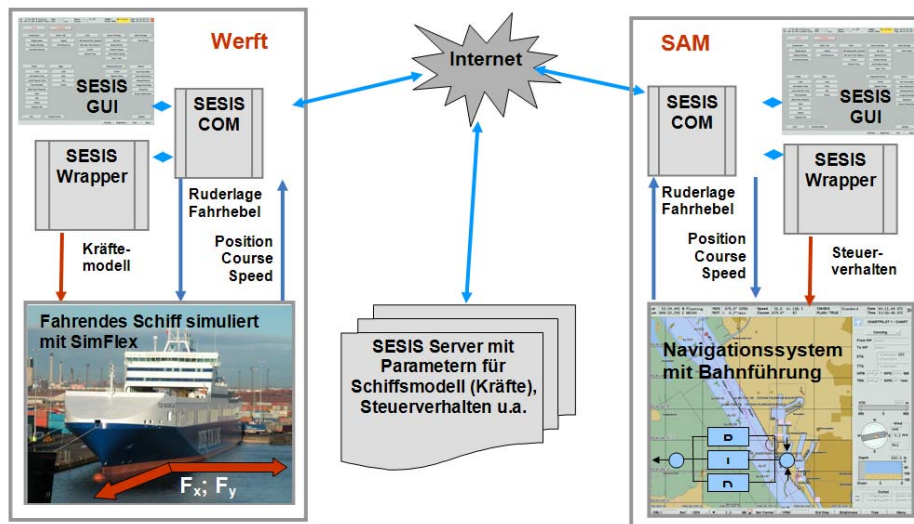


Abbildung 6: Verteilte Simulation von Schiff und Navigationsanlage

### Anwendungsbereich / Vorteile

Die verteilte Simulation wird beim Zulieferer zum Vorabgleich an den speziellen Schiffsentwurf eingesetzt. Ferner kann der Schiffbauer in der Werft sein Schiffsdesign bezüglich Steuerverhalten überprüfen.

Die Inbetriebnahme der Navigationsanlage mit Bahnführung verläuft wesentlich schneller, erfolgreicher, und mit niedrigeren Kosten. Durch die bessere Zusammenarbeit und integrierte Arbeitsweise wird das Risiko, dass ein Neubautentwurf nicht steuerbar ist, wird deutlich geringer.

### 3.4 Verteilte Simulation von Schiff und Antriebsanlage (SAM Electronics und Flensburger Schiffbau-Gesellschaft)

Die Simulation verschiedener Varianten der Antriebsanlage im Zeitbereich hilft bei der frühzeitigen Erkennung von Konzept- und Dimensionierungsfehlern.

Für Teile des Gesamtsystems aus dem jeweiligen Kompetenzfeld der Werften bzw. Zulieferer existieren häufig Simulationscodes. Die übliche Programmierung von Ersatzmodellen für die Fremdkomponenten sowie

der umständliche Datenaustausch werden in SESIS durch eine direkte Kopplung der Simulationen über Rechnergrenzen hinweg ersetzt.

## Integrierte Funktionen

Schiffs- und Propellermodelle auf einem wertseitigen Rechner (Server) sind mit Modellen eines elektrischen Propellerantriebs inklusive der elektrischen Energieerzeugung und Bordnetzversorgung auf einem Rechner beim Zulieferer (Client) über das Internet koppelbar und gemeinsam simulierbar.

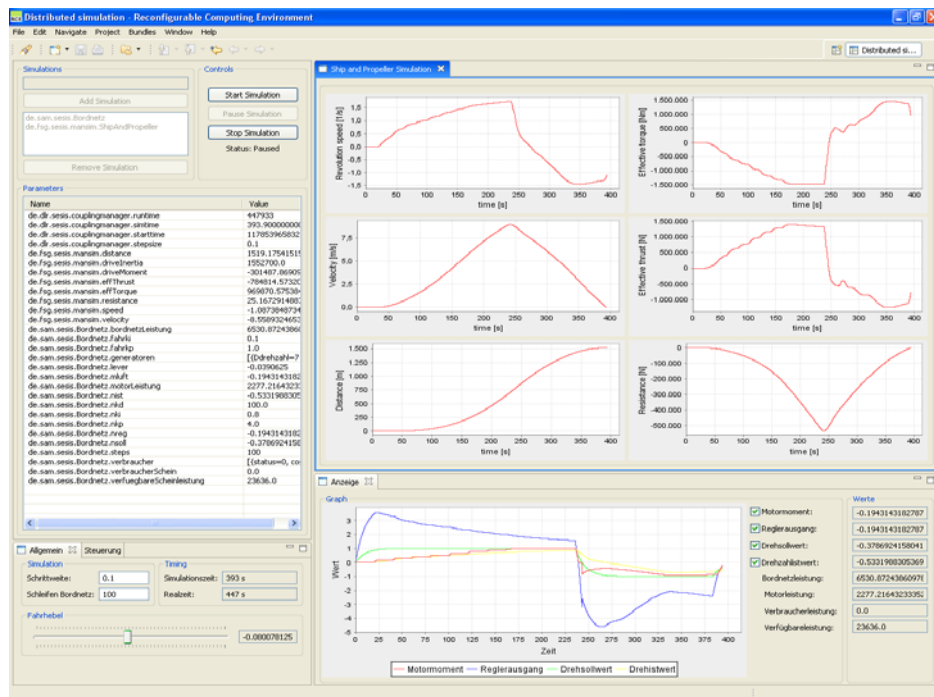


Abbildung 7: Verteilte Simulation von Schiff und Antriebsanlage

Sowohl auf dem Server als auch auf dem Client werden während des Simulationslaufes unabhängig voneinander die Differentialgleichungssysteme iterativ im Zeitbereich gelöst.

In der Simulationsvorbereitung stellt der Server die zugänglichen Schiffe und ihre Anlagenkonfigurationen und Betriebsfälle – im Wesentlichen die Ladefälle – bereit.

Auf dem Client werden vor der Simulation die elektrischen Komponenten ausgewählt, mit Daten versorgt sowie die Simulationsparameter vorgegeben. Während der Simulation sorgt der Client für die Synchronisierung der verteilten Simulation sowie den Datenaustausch. Außerdem visualisiert er die Ergebnisse und sorgt für deren Ablage in der Datenbasis.

### **Potenzieller Nutzerkreis / Vorteile**

Potenzielle Nutzer sind Werften, die über Simulationsmodelle von schiffbaulichen Komponenten verfügen sowie Zulieferer, die eigene Modellstrukturen von Antriebskomponenten verwenden wollen.

Vorteile:

- Teilsimulationen aus völlig verschiedenen Wissensgebieten können miteinander kombiniert werden
- Jeder Projektpartner kann sich auf seinen Kompetenzbereich konzentrieren
- Direkter Austausch aktueller Daten
- Schnelle Reaktion auf Design-Änderungen
- Optimierung des Entwurfs und Aufdecken von Schwachstellen.

### **3.5 Ressourcenabschätzung auf Basis eines frühen Raummodells (Center for Maritime Technologies, Hamburg)**

Durch die Bestimmung von Eckterminen, benötigten Ressourcen und eventuell notwendiger Umbaumaßnahmen in der Werft ist eine Abschätzung der „Baubarkeit“ neuer Aufträge unter Berücksichtigung der bereits festgelegten Werftbelegung sinnvoll. Aufgrund fehlender Informationen und geeigneter Werkzeuge ist dies oft nicht möglich. Verfügbare Simulationswerkzeuge sind oft teuer und erfordern spezielles Know-how in der Werft. Zuverlässige Simulationsergebnisse erfordern Eingangsdaten, die aufgrund fehlender Anbindung der Simulation an frühe Entwurfswerkzeuge meist nicht zur Verfügung stehen.

#### **Integrierte Funktionen**

Die Methode basiert auf einem Raummodell, das von einem geeigneten Entwurfswerkzeug zur Verfügung gestellt wird. Mit Hilfe einer speziellen grafischen Benutzeroberfläche kann der Anwender

- Räume aufgrund von Erfahrungswerten mit Bauaufwänden für verschiedene Gewerke belegen,
- Eine grobe Blockeinteilung und Reihenfolgenplanung vornehmen und
- Die kritischen Werftressourcen (Flächen, Arbeitskräfte nach Gewerken) in einer vereinfachten Form definieren. Dieses Werftmodell kann zur Planung weiterer Aufträge abgelegt und wieder verwendet werden.

Die Methode übergibt die so erstellten Daten an das Simulationswerkzeug (nicht Bestandteil von SESIS), das im Hintergrund läuft und Belegungsdaten in werftypischer Form (Gantt-Charts, Belegungstabellen, Kapazitätsgebirge) zurückgibt.

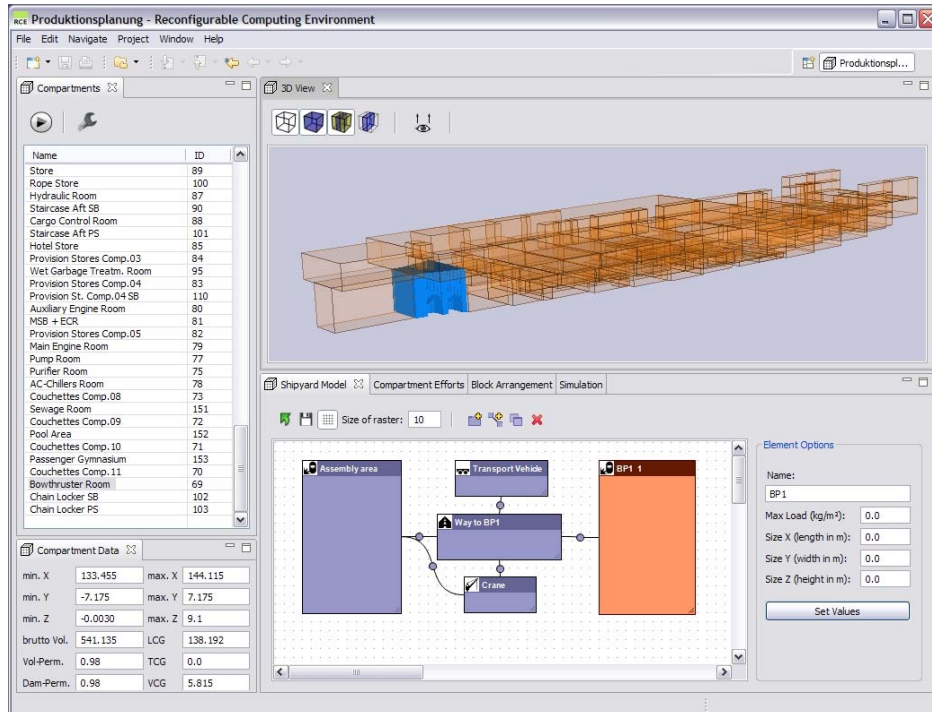


Abbildung 8: Visualisierung der Räume mit der SESIS-Methode

### Potenzieller Nutzerkreis / Vorteile

Werften, die über keine eigene Simulationsanwendungen zur Produktionsplanung und Flächenbelegung verfügen und ihre kritischen Ressourcen besser auslasten wollen.

Vorteile:

- Erhöhung der Planungssicherheit in frühen Entwurfsphasen
- Direkte Anbindung der Simulation von Fertigungskapazitäten an typische frühe Entwurfsprozesse
- Raumorientierte Aufwandsabschätzung analog der bekannten Verfahrensweise zur Abschätzung der Masse
- Vereinfachte Blockeinteilung und Werftmodellierung ohne spezifisches Simulations-Know-how

- Kostengünstige Nutzung der Simulation durch zugriffsbezogene „Run - Time“ anstelle von Volllizenzen.

### **3.6 Manöversimulation während der frühen Entwurfsphase (Technische Universität Hamburg-Harburg)**

Bisher werden Brückensimulatoren normalerweise verwendet, um die Brückenbesatzung zu trainieren. Der Fokus ist die Ausbildung auf existierenden Schiffen. Alle physikalischen Charakteristika können in diesem Fall aus Modell- und/oder Großausführungsversuchen extrahiert werden. In der frühen Entwurfsphase liegen solche Versuchsergebnisse zwangsläufig noch nicht vor, sodass es notwendig ist, „First-Principle“ Methoden zu verwenden, um die benötigten physikalischen Charakteristika des Entwurfs zu bestimmen. Nur so ist es möglich einen Brückensimulator in der frühen Entwurfsphase einzusetzen. Diese Verwendung ist sinnvoll, da die Plattform eines Brückensimulators es erlaubt, Konsequenzen von Entwurfsentscheidungen auf einer klaren Basis zu kommunizieren.

Diese Plattform ermöglicht es, unter relativ realitätsnahen Bedingungen zu untersuchen, ob der erstellte Entwurf den Anforderungen entspricht. Kommt es zu Schwierigkeiten, können diese jetzt wesentlich einfacher behoben werden als in späteren Phasen des Projektes. Der Auftraggeber kann mit seinem eigenen Kapitän das zukünftige Schiff im Simulator fahren und, ohne die technisch/physikalischen Details exakt verstehen zu müssen, den Entwurf bewerten.



*Abbildung 9: Virtuelle Einfahrt in den Hafen Kopenhagen*

## **Integrierte Funktionen**

Im Rahmen von SESIS wird eine Anbindung des Brückensimulators SIMFLEX an „First-Principle“ Methoden vorgenommen. Hierzu werden numerische Berechnungen aus dem schon existierendem E4 System so angepasst, dass weitestgehend automatisch ein Simulationsmodell für den SIMFLEX erstellt wird. Hierfür sind insbesondere Berechnungen der Propeller und Ruderkräfte von zentraler Bedeutung. Aber auch die für das Manövrieren notwendigen Rumpfkkräfte müssen berechnet werden, um ein aussagefähiges Simulationsmodell erstellen zu können. Die hierfür notwendige numerische Funktionalität wird in SESIS eingebunden. Außerdem werden Exportfunktionen entwickelt, die es erlauben, mit Hilfe der Berechnungsergebnisse den Brückensimulator für den zu untersuchenden Schiffsentwurf zu justieren.

## **Potenzieller Nutzerkreis / Vorteile**

Dieses Anwendungsszenario ist unter anderem für Werften, Versuchsanstalten und Forschungseinrichtungen interessant, die frühzeitig Auswirkungen von Entwurfsentscheidungen auf die spätere Performance eines Schiffes berücksichtigen müssen.

Durch die Nutzung eines Brückensimulators während der Entwurfsphase ist es möglich, eine einheitliche Kommunikationsplattform zwischen technischen und nicht-technischen Projektpartnern zu bilden, die es Partnern unterschiedlicher Ausbildung erlaubt, gemeinsam Entwurfsvariationen unter dem Gesichtspunkt des späteren Einsatzprofils zu bewerten.

Insbesondere Werften haben hiermit die Möglichkeit, viel konkreter auf die Wünsche und Bedürfnisse von Kunden einzugehen. Auswirkungen von Entwurfsentscheidungen können direkt zwischen Werft und Kunden analysiert werden und sind klarer für alle beteiligten Partner zu erkennen, da abstrakte technische Entscheidungen in einer virtuellen aber realitätsnahen Umgebung bewertet werden können.

## 4 Zusammenfassung

Das Reconfigurable Computing Environment RCE ist eine offene Plattform zur Integration von schiffbaulicher Anwendungen zu einem Firmenübergreifenden Entwurfssystem. Es bietet die Möglichkeit des sicheren Datenaustauschs zwischen Werft und Zulieferern und ermöglicht die Kooperation bereits im frühen Entwurfsprozess.

Die schiffbaulichen Funktionalitäten des SESIS Projektes wurden so ausgewählt, dass ein möglichst großes Spektrum von Anwendungsfällen abgedeckt wurde. Es werden alle vom RCE Basissystem zur Verfügung gestellten Funktionen (wie zum Beispiel verteiltes Rechnen, 2D- und 3D Darstellungen, Anbindung von etablierten Schiffsentwurfspanwendungen oder der Austausch von Daten) genutzt.

Diese Funktionalitäten zeigen die Vielseitigkeit der in SESIS entwickelten RCE Plattform. Sie bietet die Möglichkeit verschiedenste Programme und Applikationen einfach an das System anzubinden oder in einer komfortablen Entwicklungsumgebung neu zu implementieren. Somit ist es durch SESIS möglich verteilte und sichere Arbeitsumgebungen zu schaffen. Die Verknüpfung einzelner schiffbaulicher Methoden zu einem großen Gesamtsystem beschleunigt den Fluss der Daten um ein Vielfaches und ermöglicht vollkommen neue Nutzungs- und Interpretationsmöglichkeiten vorhandener Daten.