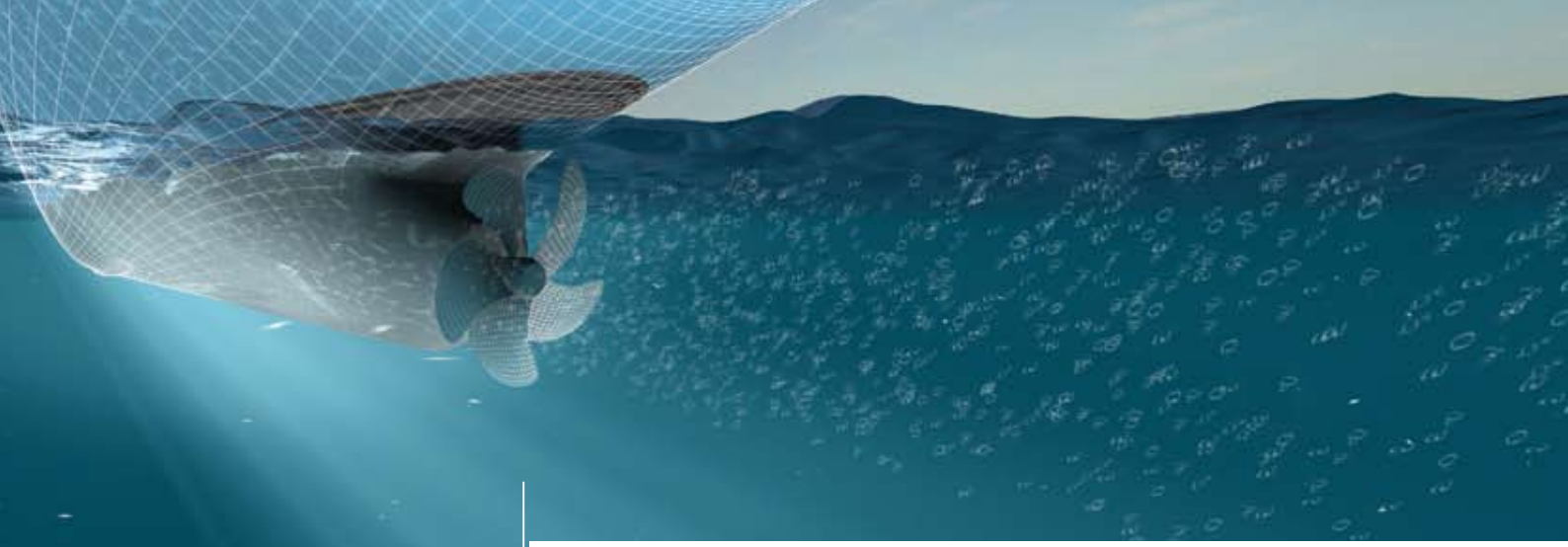
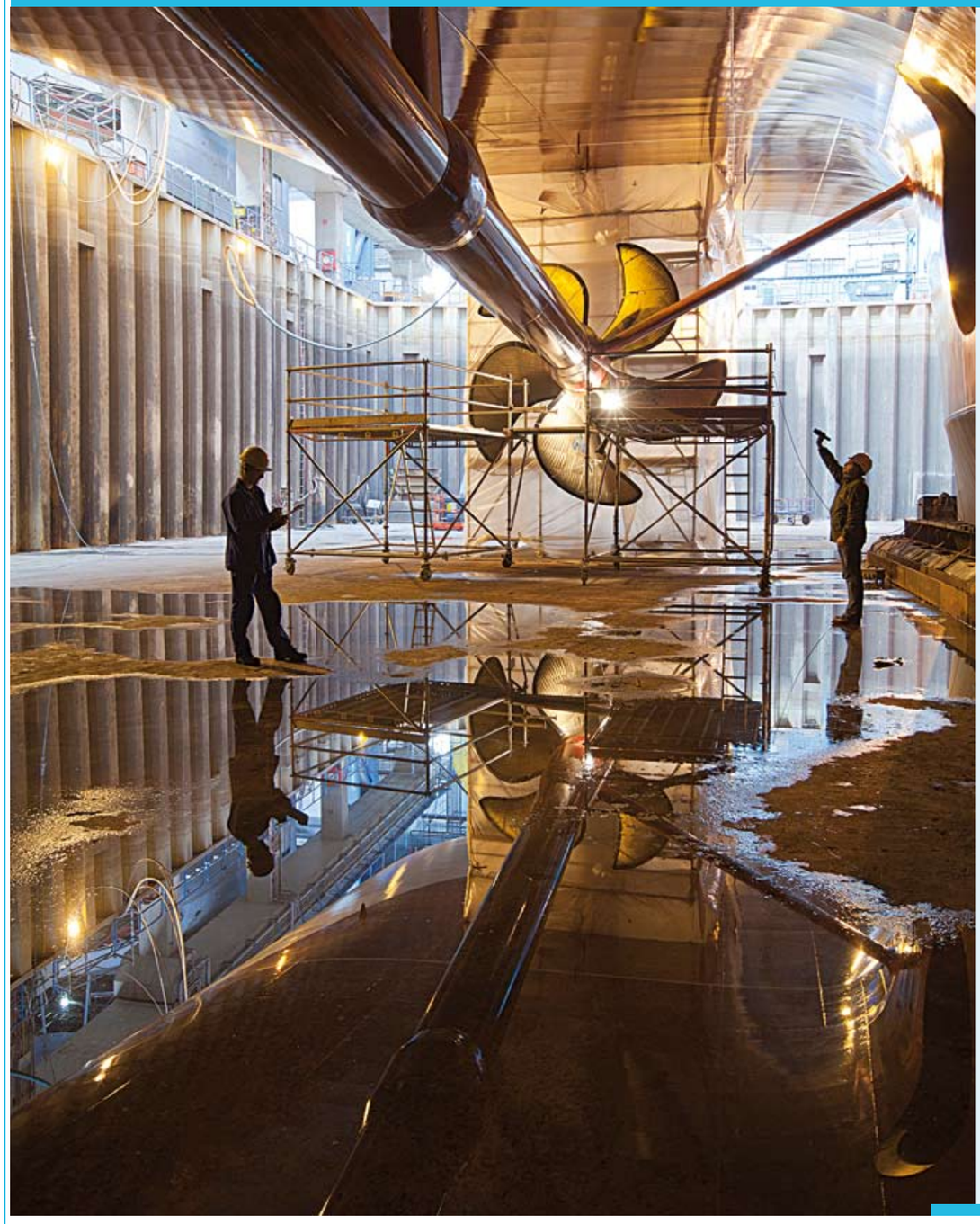


3D maritim

AUGMENTED SHIPBUILDING

Ein Positionspapier
des Kompetenznetzes
3D maritim

DIE ZUKUNFT MIT AUGMENTED SHIPBUILDING



Der Werftmitarbeiter betrachtet den Motor, der durch ein Abgasreinigungsmodul ergänzt werden soll. Der Reeder hat sich kurzfristig entschieden, mit seinem im Bau befindlichen Schiff bereits jetzt die zukünftigen, strengeren Umweltauflagen einzuhalten. Deshalb muss in den Abgasstrang nachträglich ein Reaktor zur Abgasnachbehandlung eingebaut werden. Unmittelbar davor wird zusätzlich eine Düse platziert, über die sich das Reduktionsmittel zuführen lässt. Es wandelt die Stickoxide in harmlosen Stickstoff und Wasserdampf um. Damit ändert sich aber die Geometrie des Abgasrohrs. Es wird kürzer und erhält einen Anschluss für die Düse.

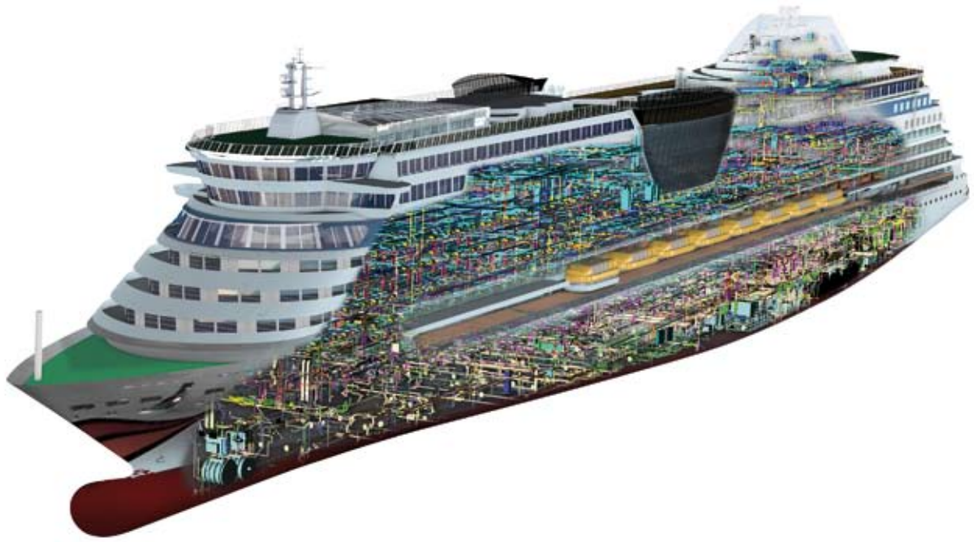
Der Mitarbeiter aktiviert die AR-Brille an seinem Helm, blendet das 3D-CAD-Modell über den bereits gebauten Abgasstrang und ruft die Maße ab. Von den Abmessungen her sollte die Änderung machbar sein. Aber für eine Entscheidung darüber müssen die Kollegen aus Konstruktion, Vorfertigung und die Klassifikationsgesellschaft hinzugezogen werden. Er ruft sie zu einer Web-Konferenz zusammen, wofür sie kurzfristig einen gemeinsamen Termin finden.

Mithilfe der Kamera am Helm nimmt der Werker den aktuellen Abgasstrang auf und erläutert den Kollegen, die am anderen Ende der Werft aus ihren Büros zugeschaltet sind, wo der Reaktor und die Düse eingebaut werden müssen. Er zeigt ihnen auch die Modelle der beiden Komponenten, wie sie ihm vom Lieferanten zwischenzeitlich übermittelt wurden.

Der Konstrukteur ändert daraufhin mit ein paar Handgriffen online das betreffende Rohr und stellt es, virtuell mit den neuen Komponenten verknüpft, den Konferenzteilnehmern vor. Der Werker überlagert das angepasste Rohr der aktuellen Einbausituation. Es passt. Nachdem auch die Klassifikationsgesellschaft auf Basis der aktualisierten Modelldaten umgehend grünes Licht geben konnte, gibt der Vorfertiger bekannt, dass er das Bauteil über Rapid Manufacturing bereits innerhalb weniger Stunden das Rohr liefern kann.

Die Umsetzung dieser kurzfristigen Änderung hat nicht einmal einen Tag in Anspruch genommen und den Bauablauf nur unwesentlich gestört.

DIE PERSPEKTIVE DER EUROPÄISCHEN WERFTEN: INTEGRATIVE PROZESSE



Nicht die in Serie gebauten Containerschiffe sind heute Hauptumsatzträger im Schiffbau in Deutschland. Da haben die Niedrigpreisanbieter aus Fernost die Nase vorn. Aber für Spezialschiffe aller Art bietet der Standort nach wie vor weltweite Vorteile und Chancen. Nirgends sonst gibt es so viele so gut ausgebildete Ingenieure, nirgends bieten Werften ein so hohes Niveau an Fertigungstechnologie und selten findet sich besseres Projektmanagement im Schiffbau.

Für viele Komponenten sind deutsche Zulieferer Weltmarktführer. Ihre Nähe und die enge Zusammenarbeit sind weitere Pluspunkte für den deutschen Spezialschiffbau.

Die heute erfolgreichen Werften waren schon länger auf die Entwicklung und den Bau von Spezialschiffen ausgerichtet. Aber für die Zukunft einer vierten industriellen Revolution sind auch deren Methoden schon jetzt nicht mehr effizient genug. Spezialschiffe der Zukunft sind intelligent und vernetzt. Ohne intelligent vernetzte Prozesse, Methoden und Werkzeuge in Entwicklung und Bau sind sie nicht zu realisieren.

Um neue Prozesse, Methoden und Werkzeuge im Zusammenhang mit den Anforderungen des Spezialschiffbaus zu erforschen, zu entwickeln und in Pilotprojekten zu testen, haben sich Forschungseinrichtungen, spezialisierte IT-Anbieter und Schiffbauunternehmen im Netzwerk **3D maritim** zusammengeschlossen.

❯❯❯ NETZWERK **3D MARITIM**

*Das Netzwerk **3D maritim** ist ein einzigartiger Zusammenschluss von spezialisierten IT-Firmen, Forschungseinrichtungen und Anwendern, die den Einsatz von 3D in der maritimen Branche vorantreiben. Die sich ergänzenden Spezialkenntnisse der Mitglieder decken alle Themenfelder ab, die für unterschiedliche Einsatzszenarien benötigt werden: 3D-Rekonstruktion, semantische Anreicherung von 3D-Daten, Virtuelle und Erweiterte Realität, Mensch-Maschine-Kommunikation oder Computer Vision.*
www.3dmaritim.de

Dabei hat sich bereits ein Schwerpunkt herausgestellt: die Nutzungvon 3D-Modellen und Computergrafik, um auch in hoch-komplexen Projekten eine Agilität und Produktivität sicherzustellen, wie sie heute vom Markt gefordert wird. Computermodelle und Daten vermischen sich mit bereits gebauten Teilen in Echtzeit zu einer Umgebung, in der Entscheidungen schnell und sicher zu treffen sind.

So wie komplexe Produkte selbst heute vernetzt und über Elektronik und Software mit einer speziellen Art von Intelligenz ausgestattet sind, so braucht gerade der Spezialschiffbau die enge Verknüpfung von Sensoren mit flexibler, autonomer Steuerung, die ein nahtloses Zusammenspiel von Menschen und Fertigungsmaschinen erlauben. Diese neue Generation von Systemen wird als Cyber-Physical Systems (CPS) bezeichnet.

❯❯❯ WAS SIND CYBER-PHYSICAL SYSTEMS?

Zunehmend werden softwareintensive, eingebettete Systeme untereinander, aber auch mit Daten und Diensten im Internet vernetzt. So entstehen intelligente Lösungen, die mithilfe von Sensoren und Aktoren Prozesse der physikalischen Welt mit der virtuellen Softwarewelt verbinden und in Interaktion mit den Menschen interpretieren, überwachen und steuern. Zentrale Eigenschaft von Cyber-Physical Systems ist die sogenannte X-Awareness bezeichnet: „die korrekte Wahrnehmung und Interpretation von Situation und Kontext (Situation Awareness, Context Awareness), die Erkennung sowohl des eigenen Zustands als auch des Zustands und der Qualität von CPS-Diensten und -Komponenten und nicht zuletzt des Zustands, der Ziele und Absichten der Anwender (Human Awareness).“

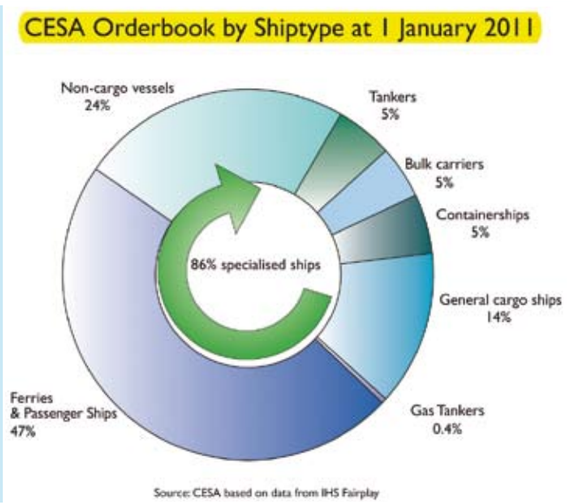
Quelle: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech (www.acatech.de)

BESONDERE ANFORDERUNGEN IM SCHIFFBAU

Es sind die Besonderheiten der Unikate und Kleinstserien im Spezialschiffbau, die auch besondere Anforderungen an die Prozesse, Werkzeuge und Methoden stellen. Allein mit Lösungen, wie sie für den Maschinenbau oder die Automobilindustrie auf dem Markt sind, kann diesen Anforderungen nicht begegnet werden.

››› EUROPA BAUT SPEZIALSCHIFFE

Nach einer Phase, in der gerade auch deutsche Werften ihre Auftragsbücher primär mit Containerschiffen gefüllt hatten, dominieren heute die Spezialschiffe, wie die Zahlen des europäischen Branchenverbandes CESA belegen.



DAS SCHIFF ENTSTEHT IN SIMULTANEN PROZESSEN

Noch bevor die Konstruktion bis ins letzte Detail fertig ist, muss mit dem Bau und Zusammenschweißen der Hülle begonnen werden. Konstruktion und Produktion – auf der Werft ist das ein sehr aufwendiges Wechselspiel von Plan und Änderung vor Ort. Entwicklung und Bau entfalten sich in Form vieler sich überlappender und zum großen Teil paralleler Prozessschritte. Hier liegt der entscheidende Ansatz des Forschungsprogramms des Netzwerks: Engineering und Fertigung müssen so engmaschig miteinander vernetzt werden, als wären sie ein einziger Prozess.

Die Durchgängigkeit der Daten zwischen Entwicklung und Bau, zwischen PLM (Product Lifecycle Management) und ERP (Enterprise Ressource Planning), hat deshalb hohe Priorität. Alle Daten müssen zum frühestmöglichen Zeitpunkt überall verfügbar sein. Und die Fachleute in der Fertigung sollen sie einfach nutzen können. So wie umgekehrt die Erkenntnisse aus Fertigung oder Reparatur ohne Zeitverzug in die Änderungskonstruktion einfließen müssen.

Besonders dramatisch ist die Datenlage bei Umbauten. Für ein Schiff, das nach 20 Jahren einer Generalüberholung unterzogen wird, existieren allenfalls technische Zeichnungen. 3D-Modelle nie. Und selbst für einen Schiffsneubau, der die Werft verlässt, sind oft keine korrekten 3D-Modelle verfügbar. Hier muss schnell mit Kamera und Scanner der Status Quo erfasst und in 3D-Modelle überführt werden. Damit das, was gebaut wird, auf den Millimeter genau zu dem passt, was schon da ist.

DAS SCHIFF IST GROSS

Verglichen mit dem Schiff sind Automobile und Flugzeuge, die gewöhnlich als Beispiele für komplexe Produkte herangezogen werden, relativ einfach. Für ein Schiff muss bei der Anzahl der verbauten Komponenten und Bauteile ein Vielfaches addiert werden. Der große Umfang spiegelt sich in einer entsprechenden Datenmenge an 3D-Geometrie, Berechnungs- und Simulationsmodellen sowie der zugehörigen kaufmännischen und technischen Daten aus einem ERP-System wider.

Aber der Umfang äußert sich auch in langen Wegen, die auf der Werft etwa vom Konstruktionsarbeitsplatz bis zum Rumpf im Rohbau zurückzulegen sind. Hier fehlen Werkzeuge, die den Weg verkürzen oder überflüssig machen. Um Unterlagen vom jeweils anderen zu holen oder einzusehen, um zu prüfen, ob passt, was entwickelt wird, können die Technologien des mobilen Computings und der modernen, drahtlosen Telekommunikation beim schnellen Zugriff auf die benötigten Daten wertvolle Dienste leisten.

DAS TECHNISCH MACHBARE ERREICHEN

Unikate und Kleinstserien stellen alle Beteiligten vor ein besonderes Problem: Für Entwicklung und Bau der innovativen Spezialschiffe mangelt es an Erfahrung. Die Schiffe entstehen mithilfe aufwändiger mathematischer Berechnungen und enthalten heute Systeme aus Hightech-Komponenten für Antrieb, Navigation, Sicherheit und Ausrüstung. Hier kann die frühzeitige Analyse am Computer helfen, etwas zu simulieren, bevor es gebaut wird, und die Grenzen des technisch Machbaren auszuloten. Designstudien und Konstruktionsmodell in 3D – das ist auf vielen Werften bereits Stand der Technik. Aber eine Durchgängigkeit von der frühen Phase über Konstruktion und Simulation, Fertigung bis hin zum Training im After-Sales-Bereich sowie zur Nutzung im Schiffsbetrieb – das ist die Zukunftsmusik, die noch erforscht werden muss.

Ob dynamische Strömungsberechnung für die Außenhaut eines Schiffes; ob Ergonomie-Untersuchungen im U-Boot zur Erreichbarkeit eines Gerätes oder zur Sichtbarkeit einer Instrumentenanzeige – jeder Fachbereich hat besondere Anforderungen, benötigt eine andere Datenstruktur und arbeitet mit speziellen IT-Werkzeugen. Diese Modelle auf eine gemeinsame Datenbasis zu stellen, sie in unterschiedlichen Zusammenhängen auch für andere Bereiche einfach nutzbar zu machen, das ist mithilfe von Software realisierbar. Und es bringt genau den Zeitvorteil und die Prozesssicherheit, die Werften für den Weltmarkt in Zukunft brauchen.

HEUTE SCHON ENTSCHEIDENDE TECHNIK: MIXED REALITY

3D-Modelle repräsentieren die Ergebnisse der Designphase. In der Fertigung dagegen ist alles real und analog. Mixed Reality bildet die Brücke. Gescannte oder mit Foto- und Videokamera aufgenommene Bauzustände können unmittelbar und in Echtzeit mit virtuellen Daten überlagert und gemischt werden. Deshalb wird Mixed Reality bei der engmaschigen Vernetzung von Entwicklung und Produktion eine zentrale Rolle spielen.

Diese Themen werden zurzeit durch das Netzwerk **3D maritim** erarbeitet und stehen in Kürze zur Verfügung:

PRÜFUNG VON SICHERHEITSKONZEPTEN:
Die Evakuierung eines Schiffes ist der Ernstfall, dessen Beherrschung bei der Konstruktion im Fokus stehen muss. Dafür gibt es Simulationsprogramme, die zeigen, wie sich die Passagiere und Besatzungsmitglieder bewegen. Dargestellt sind dabei Punkte in der Ebene. Integriert in die Softwareplattform lassen sich stattdessen Menschmodelle bewegen. Und der Betrachter kann sich selbst als eines der Menschmodelle fühlen und sehen, was bei Notbeleuchtung in einem Gang unter Deck noch zu sehen ist – oder was bei einer Schiffsschräglage passiert.

❯❯❯ TECHNOLOGIETREND MIXED REALITY

Mixed Reality ist der Obergriff, der das gesamte Spektrum zwischen Virtual Reality (Virtuelle Realität) und Augmented Reality (Erweiterte Realität) abdeckt.

Virtuelle Realität ist die Darstellung von 3D-Modelldaten in einer Form, die dem Menschen das Gefühl vermittelt, sie seien reale Dinge. Der Anwender taucht also in eine komplett virtuelle Welt ein und kann ein Schiff, das bislang nur im Rechner existiert, erleben und bewerten.

Erweiterte Realität ergänzt die Sicht auf reale Dinge oder deren bildliche Darstellung (zum Beispiel in Foto oder Video) durch Überlagerung mit virtuellen Modellen. Attraktiv sind insbesondere mobile Anwendungen, bei denen die Position des Benutzers erfasst wird und Zusatzinformationen lagerichtig in das Kamerabild eines Smartphones eingeblendet werden.

EVALUATION ZUR PROZESSPLANUNG:
Ein digitales Menschmodell bietet die Möglichkeit, die Ausführung einer Montage im Schiff oder auch die Bedienung von Aggregaten realistisch zu simulieren. Was sieht der Mensch? Wie muss er sich bewegen, um etwas zu greifen oder zu montieren. Schafft er es allein? Oder sind zwei Personen für diese Arbeit nötig?

ELEKTRONISCHE BAUSACHSTANDSERFASSUNG:
Für die Erfassung des tatsächlichen Standes der Baumaßnahmen, der aktuell verbauten Komponenten und ihrer räumlichen Anordnung haben sich Partner aus **3D maritim** im Projekt Elektronische Bausachstandserfassung zusammengefunden. Ziel ist ein Gerät, das die Datenerfassung so einfach macht wie das Fotografieren der Baustelle. Ein mobiler Tablet-Computer wird dafür mit einer Kamera und zusätzlichen Sensoren ausgerüstet und erfasst so die aktuelle Raumgeometrie.

KONSTRUKTION AUF BASIS DER REALEN GEGEBENHEITEN:
Wie lassen sich die CAD-Modelle von Rohren innerhalb der digitalen Fertigung an die vorgefundene Bausituation, an die bereits verbauten Rohrleitungen anpassen? Hier sorgt das Zusammenspiel von Bildverarbeitung und Visualisierung dafür, dass die gescannte Realität und die virtuelle Realität zueinander passen. Die Übernahme von Maßen aus dem Scan in CAD-Modelle führt zu Konstruktionsdaten, die im Zusammenbau hohe Qualität garantieren.

AUGMENTED SHIPBUILDING – FORSCHUNG GEFRAGT

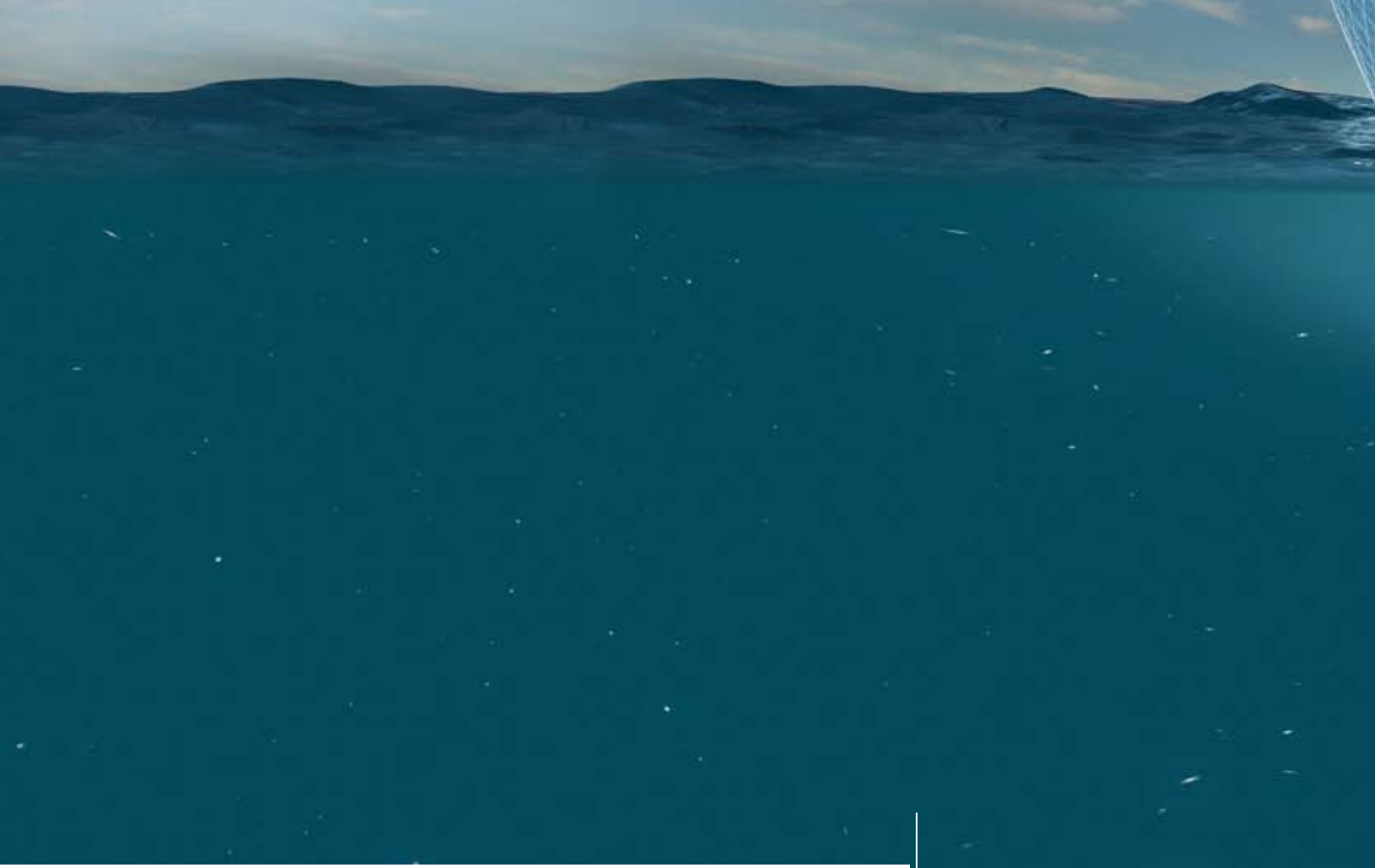
DAS SZENARIO AM ANFANG DIESES HEFTES IST BISLANG NOCH EINE VISION.

Für die Umsetzung dieser Vision in einen zuverlässigen, industrietauglichen Ansatz sind neue Werkzeuge und Methoden nötig. Neue Verknüpfungen von Informationen, neue Vernetzungstechniken für die Werft, um den erkannten Anforderungen in einem neu zu gestaltenden Prozess gerecht zu werden. Der zentrale Themenschwerpunkt Cyber-Physical Systems zielt auf das datengetriebene Verbinden von Engineering und Fertigung, das die Zukunft für den deutschen Schiffbau entscheiden wird.

Das Netzwerk arbeitet daran, Forschungsschwerpunkte zu definieren, über die in den kommenden Jahren die Visionen der Partner in praxistaugliche Lösungen überführt werden.

- Produktlebenszyklus-Management (PLM) für den Spezialschiffbau – zentrales Management der Daten und Prozesse über den gesamten Lebenszyklus
- Intellectual Property Protection im Schiffbau – Know-how-Schutz mit rollenbasiertem System sicherer Zugriffsrechte
- Der mobile Werker – mit hoch genauer Datenerfassung und Mixed-Reality-Unterstützung in Stahlumgebungen
- Der virtuelle Meeting-Room – für die Zusammenarbeit aller Mitarbeiter einer ›erweiterten Werft‹ über Web- und Video-Konferenzen
- Datenflüsse zwischen Virtualität und Realität: Erfassung der aktuellen Fertigungszustände als Geometriemodell bis hin zur Umsetzung von geplanter Geometrie mittels Rapid Prototyping
- Holografie und Cyber-Physical Systems im Schiffbau – intelligente Entwicklungs- und Produktionsprozesse für die Werft
- Ausbildung: Welche Fertigkeiten müssen Ingenieure und Werker in der Zukunft besitzen, um Augmented Shipbuilding zu betreiben?

Es bedarf zahlreicher Neuerungen bei den Prozessen und IT-Werkzeugen, wenn der deutsche Spezialschiffbau seine marktführende Position und Entwicklung halten und ausbauen soll. Es lohnt sich, dafür in zielgerichtete Forschung zu investieren.



3D maritim

Fraunhofer IGD

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

HERAUSGEBER
Netzwerk **3D maritim**

KONTAKT
3D maritim, c/o Fraunhofer IGD
Joachim-Jungius-Straße 11, 18059 Rostock
info@3dmaritim.de
www.3dmaritim.de

FOTOS
MEYER WERFT/AIDA Cruises (Seiten 2, 4 und 5),
CESA (Seite 6),
Fotolia (Seiten 1 und 10),
Fraunhofer IGD (Seiten 8 und 9)