

## GLM Lasermeßtechnik GmbH – Fraunhofer Magazin 2001

### Maßarbeit für Schwergewichte

#### Das Anwendungszentrum in Rostock

Vor einem Jahr wurde in Rostock das »Anwendungszentrum für Großstrukturen in der Produktionstechnik« gegründet. Der Bund und das Land Mecklenburg-Vorpommern unterstützten die Gründung finanziell. Das Fraunhofer-Team unter Prof. Martin-Christoph Wanner war in Rostock schon länger tätig: Bereits 1992 war dort eine Projektgruppe des Stuttgarter Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA aufgebaut worden. Schwerpunkt der Arbeiten in der Rostocker Projektgruppe sind die Automatisierung und Fertigung von Großstrukturen – Bauteilen mit einem Volumen von mehr als zehn mal zehn mal fünfzehn Metern. Solche Mammut-Bauklötze werden im Stahlbau, auf Großbaustellen, im Schienenfahrzeug- und Schiffbau eingesetzt. Der Vorteil: Die riesigen Sektionen können vorgefertigt werden, auf der Baustelle muss man sie nur noch zusammensetzen. Das spart Zeit und Geld.

Mittlerweile arbeiten die Fraunhofer-Forscher zusammen mit den Ingenieurwissenschaftlern der Universität Rostock an einer ganzen Reihe von Projekten – die »Kostenoptimierung beim Positionieren von Sektionen im Schiffskörperbau« ist nur eines von vielen. Die Werften liegen Prof. Wanner allerdings besonders am Herzen: »Die Branche ist besser als ihr Ruf. Deutschland hat im Schiffbau einen hohen Weltmarktanteil bei anspruchsvollen Schiffstypen, wie zum Beispiel bei Passagierschiffen.« Zusätzlich unterstützt das Anwendungszentrum kleine und mittlere Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern bei der Qualitätssicherung, Betriebs- und Fertigungsorganisation sowie bei der Produktentwicklung.

Ganz langsam lässt der Kran das hundert Tonnen schwere Bauteil herunter – eine vorgefertigte Sektion mit Kojen, Toilette, Dusche und Bullaugen. Jetzt kommt es auf jeden Millimeter an: Die Sektion muss sich möglichst nahtlos an die schon zusammengebauten Schiffsteile fügen.

Schiffbau ist heute Maßarbeit. Für die Arbeiter auf der Aker MTW Werft in Wismar gehört der Umgang mit schwergewichtigen Sektionen zum Alltag. Ein Passagierschiff besteht aus mehreren Dutzend solcher Riesenbauteile, die eingepasst und verschweißt werden müssen. »Früher hat man die Teile einzeln ins Dock getragen und die Schiffe dort am Stück gebaut«, erklärt Prof. Martin-Christoph Wanner. »Mit dieser Bauweise wäre heute jedoch keine Werft mehr konkurrenzfähig. Der Kostendruck im Schiffbau ist enorm, da muss es schnell gehen. Indem die Werften einen Großteil der Vorarbeiten außerhalb der Docks erledigen, sparen sie Zeit und Geld.«

### Montage vorgefertigter Bauteile

Das klingt einfach. Tatsächlich werden Schiffe heute in der Endmontage wie Fertighäuser aus vormontierten Teilen zusammengesetzt. Theoretisch geht das ruck-zuck. Praktisch kommt es jedoch immer wieder zu Verzögerungen: Die Abmessungen der Bauteile stimmen nicht, Ungenauigkeiten müssen ausgeglichen, Sektionen nachbearbeitet und gerichtet oder noch einmal verschoben werden. »Unser Ziel ist es, die Abläufe zu optimieren«, sagt Prof. Wanner, Leiter des Fraunhofer-Anwendungszentrums Großstrukturen in der Produktionstechnik. Sein Team ist spezialisiert auf den Umgang mit Bauteilen von mehr als tausend Kubikmetern und einem Gewicht bis zu fünfhundert Tonnen. Mit solchen Großstrukturen arbeiten aber nicht nur Schiffbauer, sondern auch Stahlbauunternehmen und Nutzfahrzeughersteller. Und überall stehen die Anwender vor demselben Problem: Mangelnde Passgenauigkeit der Bauteile verursacht Nacharbeiten und verzögert die Produktion.

Die Ingenieure im Rostocker Anwendungszentrum für Großstrukturen in der Produktionstechnik haben ausgerechnet, was das kostet: Mit jeder Minute, die eine Sektion länger als unbedingt nötig am Kran hängt, sinkt die Rentabilität. Jedes Kippen, Hin- und Herschieben, Verrücken und Korrigieren – kurz jede Anpassarbeit – erhöht Standzeiten und Lohnkosten. Da stehen schnell Zehntausende von Mark auf dem Spiel. Jeder Tag, an dem ein Dock länger als nötig blockiert ist, geht der Verlust in die Hunderttausende. »Die Montagekosten lassen sich erheblich senken, wenn der Meister nicht erst vor Ort die exakte

Geometrie der Sektion ausmisst und überlegt, wie diese kostengünstig positioniert werden kann«, so Wanner. »Grundsätzlich gilt: Es gibt für jede Sektion unter Beachtung der zulässigen Toleranzen nur eine Position, in der die Passgenauigkeit und damit auch die Montagekosten minimal sind. Nur wenn diese Position auf Antrieb angesteuert wird, lassen sich Mehrkosten vermeiden.« Mit Augenmaß allein findet selbst ein geübter Werftarbeiter nur schwer die optimale Position – ein einzelner Mensch ist gar nicht in der Lage, alle Ecken und Kanten einer viele Kubikmeter großen Sektion im Blick zu behalten. Hier hilft nur moderne Messtechnik: Zusammen mit ihren Partnern aus der Industrie haben die Rostocker Fraunhofer-Forscher ein Verfahren entwickelt, mit dem sich Schiffssektionen in allen drei Dimensionen vermessen und optimal positionieren lassen. Je nach Komplexität des Bauteils wird eine Vielzahl von Punkten an der Sektion markiert. Diese sind in ihren Abständen untereinander und zu einem Referenzpunkt genau bestimmt. Um nun eine Sektion in Höhe, Länge und Breite zu bestimmen, wird sie in der Vormontagehalle auf eine feste Position gebracht. »Mit dem Messgerät nehmen wir eine Art Bilder der Sektion aus verschiedenen Positionen auf, drehen diese dann und messen erneut«, erklärt Prof. Wanner den Vorgang. »So erhalten wir Daten, die wir in Relation zum Messpunkt auswerten und die Positionen der einzelnen Teile genau bestimmen können.« Notwendige Korrekturen an den Bauteilen werden auf diese Weise schon vor der Montage erkannt und können noch außerhalb des Docks durchgeführt werden.

Aber das ist noch nicht alles. Die Software erstellt aus den gewonnenen Messpunkten ein Modell, das Toleranzen, Freiheitsgrade und Korrekturkosten berücksichtigt. Dieses Modell wird dann mit Hilfe verschiedener mathematischer Algorithmen schrittweise optimiert: Im Prinzip fügt das Programm die Sektionen wie Bauklötze zu einem großen Ganzen zusammen und versucht Ungenauigkeiten durch Hin- und Herkippen oder -schieben auszugleichen. Das Ergebnis der Berechnung kann der Konstrukteur per Knopfdruck abrufen. Parallel zu dieser geometrischen Optimierung läuft ein Programm zur Kostenoptimierung, das sofort anzeigt, welche finanziellen Folgen eine Entscheidung hat.

## Lasermessgerät bestimmt Geometrie exakt

Die Software wurde mittlerweile in ein Lasermessgerät integriert, mit dem sich die Geometrie der Sektionen exakt bestimmen lässt. In dem Projekt »Kostenoptimierung beim Positionieren von Sektionen im Schiffskörperbau« arbeiteten die Fraunhofer-Ingenieure eng mit ihren Partnern aus Forschung und Industrie zusammen – der Bochumer Firma GLM Lasermesstechnik, der Aker MTW Werft in Wismar, der Howaldtswerke – Deutsche Werft AG in Kiel sowie der Technischen Universität in Clausthal-Zellerfeld. Das Messgerät mit der neuen Software wurde 1999 von GLM Lasermesstechnik unter dem Namen »3-Dim SSC« in den Markt eingeführt. Es wird jetzt auf Werften in Kiel, Wismar und Philadelphia erfolgreich eingesetzt. »Mit der integrierten Messtechnik haben wir ein Werkzeug geschaffen, das den Konstrukteuren im Schiff-, Stahl- und Nutzfahrzeugbau beim Positionieren von Bauteilen und beim Abschätzen der Kosten hilft«, resümiert Wanner. »Auf diese Weise lassen sich nicht nur Montagezeiten verkürzen und Fehler vermeiden, auch die Rentabilität insgesamt kann deutlich gesteigert werden.«