

Kapitel 2

Einordnung in den werfttechnischen Kontext

Der Bau eines Schiffes stellt auch heute noch hohe handwerkliche und technische Ansprüche an eine Werft. Diese ergeben sich vor allem durch die speziellen Eigenschaften, die ein Schiff zu erfüllen hat, so dass fast jedes Schiff ein Unikat darstellt (im Gegensatz zum Automobilbau, in dem Serien hergestellt werden). Als Beispiel für eine solche Werft soll die unseres Projektpartners, die Howaldtswerke Deutsche-Werft AG in Kiel, zu Grunde gelegt werden. Diese Werft ist zum einen auf den Bau ziviler Überwasserfahrzeuge ausgerichtet und zum anderen auch in der Lage, militärische Über- und Unterwasserfahrzeuge zu bauen. Dieses Kapitel soll den Bauablauf eines Schiffes dem Leser näherbringen. Dazu werden in den folgenden drei Abschnitten zunächst der organisatorische Ablauf, dann der Produktionsablauf und schließlich das Qualitätsmanagement vorgestellt. Da in diesen drei Punkten zwischen zivilem und militärischem Schiffbau in weiten Teilen Übereinstimmungen anzutreffen sind, gehen wir von dem Bau eines zivilen Schiffes aus. An den entsprechenden Stellen wird auf die Unterschiede zwischen zivilem und militärischem Schiffbau eingegangen.

2.1 Organisatorischer Ablauf

Zunächst wird ein Vertrag zwischen der Werft und dem Auftraggeber ausgehandelt. Dieser liefert einerseits die Eckdaten (vgl. Abbildung 2.1) für den zeitlichen Ablauf der Produktion, andererseits werden in diesem Vertrag die für den Auftraggeber wichtigen Eigenschaften des Neubaus festgehalten. Zu diesen Eigenschaften zählen unter anderem:

- Hauptabmessungen des Schiffes
- Ladevolumen und Art der Ladung
- Zulieferfirmen für verschiedene Komponenten, wie etwa Motoren

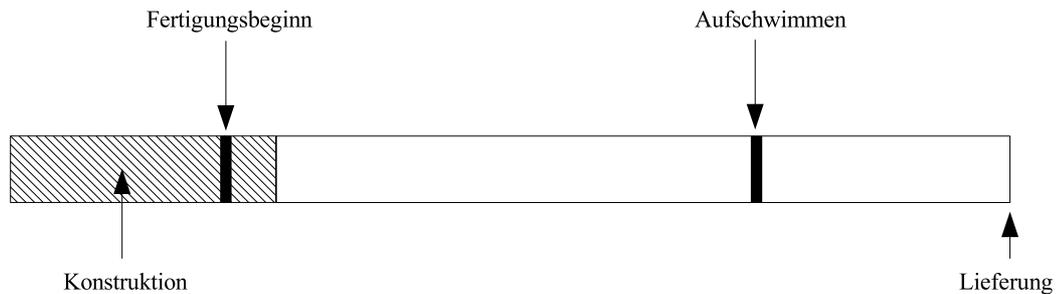


Abbildung 2.1: Zeitlicher Ablauf eines Neubaus mit Eckdaten

Es sind prinzipiell weitere Forderungen seitens des Auftraggebers denkbar, die obige Auflistung stellt jedoch die üblichen Forderungen dar. Diese Bauspezifikationen werden von der Konstruktion umgesetzt und in Bauunterlagen festgehalten. Diese dienen der Arbeitsvorbereitung dazu, Fertigungsaufträge zu erstellen, mit einer groben Terminierung zu versehen und an die jeweiligen Betriebe, in denen die Komponente bearbeitet werden soll, weiterzuleiten. Im Bereich des zivilen Schiffbaus sind in der Regel die folgenden Betriebe betroffen:

1. Objektleitung:

Für jeden Neubau wird zunächst eine Objektleitung gebildet. Diese ist für die termingerechte Fertigstellung zuständig. Außerdem ist sie die Schnittstelle zwischen den einzelnen Betrieben, die an der Fertigung beteiligt sind und somit oberste Koordinationsinstanz. Zusätzlich ist sie für den Qualitätsnachweis gegenüber dem Kunden verantwortlich.

2. Stahlschiffbau:

Im Stahlschiffbau werden die Stahlarbeiten am Schiff durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung dieser Arbeiten erfolgt im Abschnitt über den Produktionsablauf.

3. Rohrfertigung:

Die Rohrfertigung ist für die Produktion (sofern nicht eingekauft) und Installation der im Schiff benötigten Rohre zuständig. Die Rohre werden zum

Transport von Brennstoffen, Schmiermitteln, Wasser (sowohl Trink- als auch Brauchwasser) und ähnlichem verwendet. Je nach Größe einer Schiffes können so mehrere Kilometer an Rohrleitungen zusammen kommen.

4. Elektroausrüstung:

Die Elektroausrüstung ist für die elektrische Installation an Bord eines Schiffes verantwortlich. Es muss zum einen die Anbringung von Schalttafeln und zum anderen deren Verkabelung untereinander bzw. mit den entsprechenden Geräten gewährleistet werden. Ähnlich wie in der Rohrfertigung, müssen je nach Größe eines Schiffes mehrere Kilometer an Kabeln verlegt werden.

5. Einzelteilfertigung:

Die Einzelteilfertigung stellt eine wichtige Ausrüstungskomponente im Produktionsprozess dar. In diesem Bereich werden verschiedene Einzelkomponenten hergestellt, welche für die Ausrüstung eines Schiffes benötigt werden und nicht in einen der obigen Bereiche fallen. Dazu gehören unter anderem:

- Im Bereich der mechanischen Großteilbearbeitung:
Abgasventile; Getriebegehäuse; Kühlergehäuse; druckfeste Lukendeckel; Schweißteilbearbeitung von Fundamenten, Schottwänden und ähnlichem; Torpedorohre; Ruderwellen; Antriebsgehäuse; Flansche; Gewinderinge für Lukendeckel; Lagerbuchsen; ...
- Im Bereich der mechanischen Kleinteilbearbeitung:
Ventilspindeln; Steuerwellen; Lagergehäuse; Kegelräder; Flansche; Scheiben; Gewindemuttern; Kegelventile; Passbolzen; Kolben; Kolbenstangen; Zylinderlaufbuchsen; Dichtringe für Abgasventile; ...

6. Kranbetrieb:

Der Kranbetrieb ist für den Transport einzelner Komponenten und Sektionen sowohl innerhalb einer Produktionshalle als auch auf dem Werksgelände verantwortlich. Neben den zwei Hauptkrananlagen mit einer maximalen Hebekraft von 450t bzw. 1000t (vgl. Abbildung 2.2) stehen weitere kleine Kräne sowie Transportfahrzeuge für Schwertransporte zur Verfügung.

7. Materialwirtschaft:

Die Materialwirtschaft ist für die Bereitstellung und rechtzeitige Auslieferung von angelieferten Bauteilen, Rohmaterialien und Zwischenprodukten zuständig. Dazu stehen einige Transporteinheiten, wie etwa Gabelstapler und Ähnliches zur Verfügung. Für größere bzw. schwerere Elemente erfolgt der Transport in

Absprache mit dem Kranbetrieb. Die Anlieferung der Materialien erfolgt in der Regel zu zentralen Stellen der jeweiligen Betriebe, von wo aus der Betrieb die Materialien weiterverteilt.



Abbildung 2.2: Übersicht über das Werftgelände bei HDW in Kiel

Für die verarbeitenden Betriebe (Nr. 2 - 4) lässt sich die grobe Terminierung in drei Phasen unterteilen:

- Phase 1: Materialbereitstellung
- Phase 2: Fertigung
- Phase 3: Kontrolle

Die Einzelteilerfertigung ist zwar auch ein verarbeitender Betrieb, jedoch musste auf Grund des sehr hohen Arbeitsaufkommens in diesem Betrieb eine weitere Phase zwischen Materialbereitstellung und Fertigung eingefügt werden. In dieser Phase soll entschieden werden, ob die entsprechende Arbeit selber durchgeführt werden soll oder an ein Fremdunternehmen vergeben wird. Eine Gegenüberstellung dieser Phasenmodelle ist in Abbildung 2.3 dargestellt. Die zentrale Rolle der Einzelteilerfertigung

im Bereich der Neubauten, Umbauten und Reparaturen sowie bei Auslandsprojekten führt zu dem sehr hohen Arbeitsvolumen in diesem Betrieb. Da die Einzelteilfertigung, vor allem der Bereich der mechanischen Fertigung für die zeitintensive Ausrüstung eines Schiffes wichtig ist, ist es in der Vergangenheit immer wieder zu Problemen bei der Terminwahrung während der Ausrüstungsphase gekommen. Aus diesem Grund soll der Arbeitsablauf im Bereich der mechanischen Fertigung mit Hilfe mathematischer Methoden und Algorithmen modelliert und optimiert werden. Dies ist der Gegenstand dieser Arbeit. Die derzeitige Arbeitsweise der mechanischen Fertigung wird in Kapitel 4 näher erläutert.

Allgemeine Fertigungsphasen eines Betriebes:



Fertigungsphasen der mechanischen Fertigung:

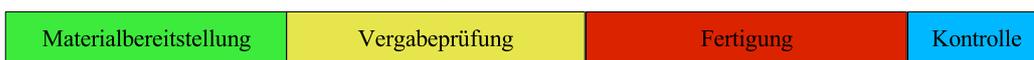


Abbildung 2.3: Gegenüberstellung der allgemeinen Fertigungsphasen eines Betriebes und der Fertigungsphasen der mechanischen Einzelteilfertigung

2.2 Produktionsablauf

Der Bauvorgang eines Schiffes erfolgt nach dem Baukastenprinzip. Dabei werden zunächst aus Einzelteilen Komponenten gefertigt, diese zu Gruppen zusammengefügt und diese wiederum zu noch größeren Objekten. Zum Schluss werden die Teile zum eigentlichen Endprodukt zusammengefügt. Dieses Prinzip wollen wir nun für den Schiffbau am Beispiel des Stahlschiffbaus verdeutlichen:

Die Werft bekommt Stahlplatten in der Regel über das Schienennetz angeliefert. Aus diesen Stahlplatten werden einzelne Elemente herausgeschnitten und zu sogenannten Untergruppen zusammengefügt. Jede Untergruppe besteht in der Regel aus ein bis drei Stahlelementen. Dieser Arbeitsschritt erfolgt in den Hallen 354 und 355 in Abbildung 2.2 je nach Art der Untergruppe. Jede Untergruppe wird markiert, so dass bereits zu diesem frühen Stadium feststeht, in welchem Bereich des Schif-

fes diese Untergruppe eingebaut wird. Im nächsten Bearbeitungsschritt werden die einzelnen Untergruppen in den Hallen 361 und 365 zu sogenannten Gruppen und weiter zu den jeweiligen Sektionen verarbeitet. Einzelne Sektionen werden wiederum zu Blöcken zusammengestellt und verschweißt. Ein Block stellt im Prinzip einen vertikalen Querschnitt des Schiffes dar (vgl. Abbildung 2.4). Bis zu diesem Zeitpunkt erfolgt die Fertigung in entsprechenden Hallen, um den Vorteil einer witterungsunabhängigen Produktionsanlage ausnutzen zu können. Außerdem sind zu diesem Zeitpunkt die Krananlagen noch in der Lage, die Blöcke in das Dock zu transportieren, wo sie schließlich zum eigentlichen Schiff verschweißt werden. Die Ausrüstung der einzelnen Sektionen mit Rohren, Kabeln, etc. erfolgt zum Teil bereits in den jeweiligen Fertigungshallen der Sektionen. Für eine intensive Ausrüstung einzelner Sektionen (zum Beispiel der Brückensektion) ist Halle 366 vorgesehen. Die Ausrüstung eines Schiffes bereits mit der Fertigung der Sektionen zu beginnen, hat den Vorteil, dass gewisse Bereiche eines Schiffes noch leicht zugänglich sind. Somit ist die Materialzufuhr und auch die Ausrüstung selber deutlich einfacher. Außerdem kann in den Hallen eine witterungsunabhängige Ausrüstung erfolgen. Allerdings muss eine sorgfältige Planung der Ausrüstungsarbeiten erfolgen. Dabei muss insbesondere darauf geachtet werden, welche Folgearbeiten an der Sektion noch durchzuführen sind, da diese die bereits eingebaute Ausrüstung unter Umständen beschädigen können. Trotzdem lohnt sich dieser Planungsaufwand, denn die Ausrüstung eines Schiffes im Dock ist um ein Vielfaches aufwändiger und somit kostenintensiver als die Ausrüstung einzelner Sektionen. Neben dem Stahlschiffbau kommt das Baukastenprinzip in allen anderen Fertigungsbereichen der Werft ebenfalls zum Einsatz. Allerdings werden dort in der Regel deutlich weniger Produktionsschritte auf Grund der Struktur der zu fertigenden Komponenten benötigt.

2.3 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement stellt neben der Geheimhaltung den größten Unterschied zwischen militärischem und zivilem Schiffbau dar. Während im zivilen Schiffbau dem Kunden in der Regel nur wenige Qualitätsnachweise vorgelegt werden müssen, müssen im militärischen Schiffbau, insbesondere bei der Fertigung von U-Booten, über eine weitreichendere Zahl von Komponenten detaillierte Qualitätsnachweise erbracht werden. Die Qualitätssicherung erfolgt dabei in drei Stufen:

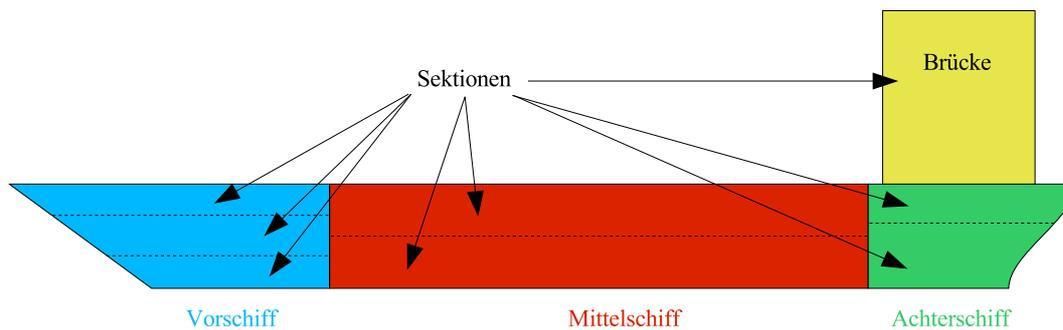


Abbildung 2.4: Beispiel eines Containerschiffes unterteilt in 4 Blöcke mit insgesamt 8 Sektionen

1. Qualitätssicherung Werkstatt (FAT):

Aus dem Phasenmodell (Abbildung 2.3) ist erkennbar, dass zunächst jeder Fertigungsbetrieb für die Qualität seiner Komponenten verantwortlich ist.

2. Qualitätssicherung Hafen (HAT):

Beim Einbau einer Komponente in den Schiffsrumpf wird diese umgehend auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft. Es kann hier zu Problemen in der Wechselwirkung mit anderen Komponenten bzw. dem Schiffsrumpf kommen, obwohl die Komponenten die Werkstattprüfung mängelfrei überstanden haben.

3. Qualitätssicherung See (SAT):

Zum Schluss des Bauprojektes erfolgt eine ausgiebige Seerprobung des Schiffes. Dabei wird zum einen die Funktionsfähigkeit des gesamten Schiffes geprüft, und zum anderen muss nachgewiesen werden, dass das Schiff die Bauspezifikationen des Auftraggebers erfüllt. Probleme können an dieser Stelle neben den Wechselwirkungen mit anderen Komponenten unter anderem durch den Seegang auftreten.

Sollten Probleme bei Punkt 2 oder 3 auftreten, so obliegt es - im Falle der einwandfreien Qualitätsprüfung in der Werkstatt - der Objektleitung in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Betrieben, eine Lösung für das Problem zu finden. Mit der Übergabe des Schiffes an den Auftraggeber erhält dieser auch die Protokolle sämtlicher Qualitätsprüfungen.