

F06 B 2637

TIB/UB Hannover

Abschlussbericht

**Bremer Institut für Betriebstechnik
und angewandte Arbeitswissenschaft
an der Universität Bremen e.V.**

TECHNISCHE
INFORMATIONSBIBLIOTHEK
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
HANNOVER



Verbundforschungsprojekt Netzwerk Schiffstechnik 2010 NET-S

Struktur, Organisation, Kommunikation

[Verbund-Nr. 01020402]

Förderkennzeichen 03SX110

31. März 2006

TIB/UB Hannover 89
128 693 622



Inhalt

1	Ausgangssituation	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Voraussetzungen	2
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	4
1.4	Stand der Wissenschaft und Technik.....	6
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	8
2	Erzielte Ergebnisse	11
2.1	Einleitung	11
2.2	Analysen.....	13
2.2.1	Analyse des Ablaufs typischer Schiffbauprojekte.....	13
2.2.2	Vorhandene und angewendete Identifizierungssysteme	15
2.2.2.1	Erstellung der Fertigungsunterlagen	15
2.2.2.2	Nummernsysteme	19
2.2.2.3	Beziehungen zwischen den Identifizierungssystemen	21
2.2.2.4	Softwaresysteme.....	27
2.2.3	Zielsetzung der Analysen der Identifizierungssysteme	28
2.3	Definition der Rollen von Zulieferern	29
2.4	Das Produktdatenmodell.....	34
2.4.1	Attributierung von Bauteilen	34
2.4.2	Zusammenhänge zwischen den Elementen in einem Schiffbauprojekt.....	38
2.4.3	Sichten im Produktdatenmodell.....	41
2.4.4	Darstellung des Produktdatenmodells mittels XML	46
2.5	Produktdatenmodell-/Prozessmodell-Verknüpfung	48
2.6	Konfigurations- und Änderungsmanagement.....	53
2.6.1	IST-Situation bei den NET-S Industriepartnern.....	53
2.6.2	Anforderungen und Vorüberlegungen.....	57
2.6.3	Regelungen für das Änderungsmanagement	61
2.7	Die Informations- und Kommunikationsplattform.....	64
2.7.1	Konzept der Kommunikationsplattform.....	64

2.7.2	Datenaustausch über die Kommunikationsplattform	66
2.8	Life Cycle Aspekte.....	70
2.9	Zusammenfassung.....	80
2.10	Literatur.....	81
3	Nutzen und Verwertbarkeit der Projektergebnisse	83
3.1	Validierung der Projektergebnisse.....	83
3.2	Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.....	85
3.3	Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	86
3.4	Veröffentlichungen	86
4	Erfolgskontrollbericht	89
4.1	Beitrag zu den förderpolitischen Zielen.....	89
4.2	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	89
4.3	Fortschreibung des Verwertungsplans.....	91
4.4	Administration.....	92
4.4.1	Präsentationsmöglichkeiten für potentielle Nutzer.....	92
4.4.2	Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung.....	92

1 Ausgangssituation

1.1 Aufgabenstellung

Entsprechend der NET-S Vorhabenbeschreibung waren durch das BIBA neben der Koordination des Verbundprojekts die Aufnahme der Datenstrukturen und Prozesse sowie deren Analyse, die Entwicklung eines Produktdatenmodells für das Objekt Schiff sowie Entwicklung einer Systemarchitektur durchzuführen. Hinsichtlich der Aufnahme der Datenstrukturen und Prozesse lagen die Aufgaben im Einzelnen in der:

- Analyse und Festlegung einer geeigneten Beschreibungsmethode für Identifizierungssysteme.
- Auswahl geeigneter Analysemethoden für die Identifizierungssysteme, Unterstützung der Anwender bei der Anwendung dieser Methoden sowie Analyse und Bewertung der Ergebnisse unter produktionstechnischen Gesichtspunkten.
- Unterstützung der Anwender bei der Benutzung von Methoden zu Analyse der eigenen Abläufe, Anonymisierung der Ergebnisse im Vorfeld des Vergleiches zwischen den Unternehmen sowie Beteiligung an der Durchführung des Vergleiches unter produktionstechnischen Gesichtspunkten.
- Formale Definition der Teilprozesse mit ihren Ein- und Ausgabeparametern, Mitwirkung bei der Definition des Meta-Modells für die Gesamtprozess-Beschreibung, bei der Definition der Prozessschnittstellen und bei der Evaluierung der erstellten Modelle.

Bzgl. der Erstellung eines Produktdatenmodells für das Objekt Schiff waren die folgenden Aufgaben für das BIBA geplant, die teilweise gemeinsam mit den Anwendern des Modells – den am NET-S Projekt beteiligten Werften – durchgeführt worden sind:

- Analyse vorhandener Standards und Modelle für die Identifizierung von Bauteilen, Komponenten und Produkten im Schiffbau.
- Festlegung der auszutauschenden Informationen, Definition auszutauschender Konstruktions-, PDM- und Prozessdaten.
- Analyse vorhandener Datenmodelle und Anpassung vorhandener bzw. Definition eigener Modelle.
- Beschreibung des Produktdatenmodells.

Im Zuge der Entwicklung einer Systemarchitektur lagen die durchzuführenden Einzelaufgaben des BIBA in den folgenden Punkten:

1 Ausgangssituation

- Erstellen einer Systemspezifikation für das NET-S Softwaresystem.
- Definition der zu erbringenden Eigenentwicklungen und Ermittlung zu verwendender Anwendungssoftware.
- Erstellen einer Spezifikation einzelner Module und des Gesamtsystems, Implementierung der einzelnen Softwaremodule und Test der Softwaremodule sowie Integration der Module zu einem Gesamtsystem und Test des Gesamtsystems.
- Simulation des Gesamtsystems, d.h. Festlegung der zu simulierenden Prozesse, Definition relevanter Simulationsparameter, Festlegung der Parameter für unterschiedliche Detaillierungsgrade und Auswahl eines geeigneten Simulationssystems. Weiterhin umfasst die Simulation selbst die Definition der Modulverwaltung für die Simulationsmodelle, Spezifikation der Simulationsparametrisierung und des Simulationssystems sowie die Definition der Ergebnisdarstellung.
- Installation des vollständigen Prototyps bei den Anwendern, Schulung der Anwender, Durchführung von Tests basierend auf realistischen Anwendungsszenarien.
- Ggf. Verbesserung des Softwaresystems durch Überarbeitung der Modellkomponenten sowie der Implementierung und Anpassung der Systemspezifikation, Re-Implementierung der geänderten Komponenten, Installation bei den Anwendern für neue Tests und Einarbeitung der Verbesserungsmöglichkeiten in die Spezifikation bzw. Implementierung.

1.2 Voraussetzungen

Die Identifizierung und Klassifizierung auszutauschender Produktdaten hat in den vergangenen Jahren verstärkt an Bedeutung gewonnen, da größere Schiffbauprojekte im Allgemeinen von Arbeitsgemeinschaften bzw. Netzwerken bearbeitet werden. Auftretende Probleme werden dabei häufig durch die nicht eindeutige Bezeichnung von Bauteilen, Komponenten oder ganzen Produkten bzw. durch inkompatible Datenformate verursacht. Im Bereich der Identifizierung benutzen die Werften Verzeichnisse, die Komponenten von Schiffen beschreiben. Je nach Auftrag oder Hauptarbeitsgebiet existieren verschiedene dieser Verzeichnisse, die nicht zueinander kompatibel sind. Hier gilt es vorhandene Systeme wie DBMAR und POOL zu berücksichtigen und geeignete Lösungen für deren Integration zu finden.

Beim Austausch von Produktdaten gibt es eine Vielzahl eingesetzter Systeme zur Kommunikation innerhalb und zwischen den Unternehmen. Software-Systeme aus den Bereichen CAD, CAM, PDM, FEM etc. erzeugen eigene Formate, die nicht di-

rekt in die empfangenden System importiert werden können. Besonders im Bereich des CAD-Datenaustauschs gibt es Standards, die eine große Verbreitung erlangt haben (z.B. IGES). Sollen darüber hinaus gehende Daten ausgetauscht werden, steht im Wesentlichen nur der ISO-Standard 10303 STEP zur Verfügung, der im Bereich Schiffbau nicht weit genug entwickelt ist, um industriell angewendet zu werden. Neben den Formaten fehlt es zudem an einer verbindlichen Beschreibung von Produktstrukturen. Die Organisation der Produktdaten ist unterschiedlich und führt zu Zeitverlusten und Fehlern beim Austausch von Produktdaten zwischen den Konsortialpartnern. Eng mit dieser Problematik verbunden ist das Management von Änderungen der Datenbestände. Hier ergibt sich die Situation, dass große Modelle erneut ausgetauscht werden, obwohl nur geringfügige Änderungen vorgenommen worden sind. Um Übertragungszeit zu sparen, sind hier neue Lösungen erforderlich.

Der zweite bedeutende Aspekt innerhalb der kooperativen Entwicklung von Schiffen ist die Organisation und rechtliche Einordnung von Kooperationsgemeinschaften. Gemeinschaften können in verschiedener Weise zusammen arbeiten:

- Eine Werft nimmt den Auftrag alleine an. Die Werft ist Hauptauftragnehmer und daher für die Ausführung bestimmend. Dieser Fall erfordert eine Zusammenarbeit zwischen Werft und Zulieferer.
- Zwei oder mehr Werften arbeiten zusammen. Dieser Fall erfordert über die Zusammenarbeit mit Zulieferern eine enge Kooperation zwischen den beteiligten Werften.
- Eine Werft arbeitet mit Systemlieferanten zusammen. Die eingebundenen Firmen übernehmen in diesem Falle Systemverantwortung und auch Risiken des gelieferten Produktes.

Zu behandelnde Fragestellungen sind hier das Finden möglichst optimaler Abläufe für ein gegebenes Projekt in einer bestimmten Arbeitsgemeinschaft oder einem umfangreichen Netzwerk und die Verteilung der Aufgaben auf die Teilnehmer. Insbesondere sind dynamische Verschiebungen bestimmter Arbeiten auf einen anderen Zeitpunkt bzw. zu einem anderen Partner vorzusehen, um auf unvorhergesehene Ereignisse kurzfristig reagieren zu können. Auswahl der geeigneten Kooperationspartner für ein Schiffbauprojekt muss unter technischen Gesichtspunkten (Welcher Partner ist in der Lage, eine bestimmte Aufgabe zu leisten? Wer hat das beste Know-how?), aber auch unter kaufmännische Aspekten (Wer kann einen Auftrag am günstigsten abarbeiten?) erfolgen.

Vor diesem Hintergrund ist die betriebswirtschaftliche Durchdringung der Organisation von zeitlich befristeten Gemeinschaften ein weiteres Erfordernis der durchzuführenden Forschungstätigkeit. Eine solche Zusammenarbeit ist auf die Sicherung unternehmerischer Ziele gerichtet, wie bspw.

- Sicherung einer weltweiten Beschaffung,
- Parallele Nutzung von leistungsfähigen Konstruktions- und Produktionskapazitäten,
- Bedienung, Erschließung und Erfüllung von Kundenanforderungen,
- Reduzierung von Durchlaufzeiten und
- Reduzierung von Abhängigkeiten.

Der Schwerpunkt des Verbundvorhabens war also darauf ausgerichtet, die aufbau- und ablauforganisatorischen Bedingungen von Kooperationen zu untersuchen, zu strukturieren und allgemeingültige Regelungen zu generieren. Dieses berührt die Forschungsschwerpunkte Prozessmodellierung, Systemintegration, Kopplung unterschiedlicher IT-Systeme, Datendurchgängigkeit und Kommunikationssysteme.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Diese im vorangehenden Kapitel dargestellte Themenvielfalt bedingt die Eingliederung von verschiedenen Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten in der jeweils angesprochenen Wissensdisziplin in das Verbundprojekt. Den Ausgang des Projekts bildet eine umfangreiche Analysephase des bestehenden Zustands hinsichtlich der Prozesse aus auch der eingesetzten Nummernsysteme, Informationssysteme und der darzustellenden Bauteil-, Komponenten- bzw. Produktstrukturen. Zur Aufnahme der Anwenderanforderungen werden Interviews bei den beteiligten Firmen durchgeführt und Fragebögen an die beteiligten Mitarbeiter verteilt. Die Analysephase wird sich auf die beiden folgenden Hauptproblemfelder erstrecken:

1. Im Bereich der Datenhaltung und des Datenaustauschs werden zunächst die vorhandenen und angewendeten Identifizierungssysteme bei den einzelnen Werften betrachtet. Es werden ihre Funktionalitäten und die ausgetauschten Informationen gegenübergestellt und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Verfahren dokumentiert. Darüber hinaus werden die Stärken und Schwächen der einzelnen Standards identifiziert. Das Ergebnis dieser Phase wird eine Sammlung von Anforderungen an ein Identifizierungssystem sein, die allen beteiligten Partnern, aber auch potenziellen anderen Partnern, gerecht wird.
2. Im zweiten Schritt wird der Inhalt der zwischen verschiedenen Systemen innerhalb eines Unternehmens bzw. zwischen verschiedenen Unternehmen der Kooperationsgemeinschaft ausgetauschten Informationen analysiert. Wichtige Fragestellungen sind dabei die Art der Informationen, ihre Menge, Änderungshäufigkeit bzw. -umfang und die aktuell benutzten Formate, ebenso wie die für diesen Zweck benutzten Softwaresysteme. Weitere Gesichtspunkte sind die Art der beteiligten Organisationen, die Lebenszyklusphasen sowie der Aufwand

bei der Übertragung. Dieser ist gekennzeichnet durch fehlerhafte oder unvollständige Informationen und durch unscharfe Konvertierungsprozesse. Der Hauptgrund für dieses Problem ist, dass die vorliegenden Standards nicht den Anforderungen entsprechen. Aus diesem Grund werden erprobte Standards aus anderen Industriezweigen (z.B. Automobilbau, Flugzeugbau) auf ihre Eignung untersucht und als Basis für das NET-S Projekt verwendet.

Im Anschluss an die Analyse wird versucht, basierend auf bestehenden Standards eine Methode zum Datenaustausch zwischen den beteiligten Partnern eines schiffstechnischen Projektes zu definieren. Hierzu erfolgt zunächst eine Untersuchung der vorhandenen Standards auf ihre Eignung zu diesem Zweck. Anschließend wird ein Referenzmodell für die auszutauschenden Daten definiert, das zum einen einfach anzuwenden, zum anderen erweiterbar sein muss.

Unter Bezugnahme auf das Referenzmodell wird ein Datenaustausch-Framework erstellt, welches die Produktdaten der beteiligten Anwendungen in das neutrale Format bzw. zurück umsetzt. Zu diesem Zweck müssen so genannte „Mappings“ gefunden und für die jeweiligen Softwareschnittstellen umgesetzt werden. Der Datenaustausch wird über eine verteilte Datenbank erfolgen, die Internet-Technologien nutzt, um die benötigten Informationen bereit zu stellen. Diese Datenbank wird über eine Schnittstelle verfügen, die es erlaubt nicht nur vollständige Modelle, sondern auch einzelne Informationsobjekte zu übertragen. Da die Informationen in vielen Fällen von Mitarbeitern manuell bearbeitet werden müssen, ist zusätzlich eine Repräsentation zu finden, die für diesen Zweck geeignet ist. Das Framework wird prototypisch implementiert und in der Praxis erprobt. Im Rahmen dieser Erprobung wird auch untersucht, welchen Aufwand die Einbindung neuer Partner erfordert. Entsprechend der gesammelten Erfahrungen wird das entwickelte System anschließend verbessert.

Das erstellte Produktdatenmodell wird als Grundlage für eine zu erstellende Informations- und Kommunikationsplattform genutzt. Bei der Erstellung einer entsprechenden Software sollen so weit wie möglich vorhandene Systeme benutzt werden. Insbesondere die Verwendung vorhandener Projektplanungs- und PPS-Systeme ist vorzusehen, um den Entwicklungsaufwand zu reduzieren. Hierbei ist weniger die Wiederverwendung bereits vorhandener Software als Basis einer Weiterentwicklung geplant, als vielmehr die Schaffung einer PDM-Schnittstelle, die neutrale Daten in die internen Formate umsetzt und umgekehrt. Diese Schnittstelle wird neutral – also anwendungs- und unternehmensunabhängig – entworfen. Sie soll bestehende Standards (z.B. die CORBA PDM-Enabler Schnittstelle) nutzen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Wiederverwendung vorhandener Software bei den beteiligten Unternehmen. Zudem sind PPS-Strukturen im PDM-System abzubilden, auch wenn hierdurch bestimmte Datenstrukturen doppelt modelliert werden müssen. Diese Vorgehensweise ist notwendig, weil PPS-Strukturen eher statisch sind, während für das NET-S System dynamische Strukturen benötigt werden.

Die übrigen in den am NET-S Projekt beteiligten Unternehmen verwendeten Software-Systeme müssen mit Schnittstellen zu der im Projekt entwickelten Informations- und Kommunikationsplattform versehen werden, um sicherzustellen, dass bereits vorhandene Informationen ohne Konvertierungsaufwand weiter genutzt werden können. Da diese Systeme oftmals veraltet sind und nicht mehr den aktuellen Anforderungen entsprechen, ist zu prüfen, in wie weit sie direkt durch das neue System ersetzt werden können. In diesem Fall sind unter Umständen Schnittstellen zu bestimmten Anwendungen erforderlich, die im Rahmen des Projektes entworfen und implementiert werden. Insbesondere sind hier auch Methoden zur Nutzung der vorhandenen Informationen zu entwickeln, da diese in der Regel nicht ohne Konvertierungen und Interpretationen zu verwenden sind.

Neben der Umsetzung des Produktdatenmodells in eine Informations- und Kommunikationsplattform ist ein Simulationsrahmen zur Überprüfung der Funktionsweise der Plattform zu entwerfen. Besonders wichtig bei der Simulation ist die Nutzung der Schnittstellen zu vorhandenen Planungssystemen. Die Simulationskomponenten und der Simulationsrahmen sollen prototypisch als Softwaresystem implementiert und erprobt werden. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse fließen zurück in die Entwicklung einer verbesserten Plattform. Ein erklärtes Ziel ist die Erprobung der Informations- und Kommunikationsplattform unter realen Bedingungen parallel zu den vorhandenen Systemen, um die grundsätzliche Lauffähigkeit des Systems sicher zu stellen.

Für den Bereich der After-Sales-Unterstützung, also für die Zeit der Produktnutzung, soll das durchgängige, neutrale Datenmodell ebenfalls herangezogen werden. Es ist im Rahmen von NET-S zwar nicht geplant, Software für diesen Bereich des Produktlebenszyklus zu entwickeln, dennoch soll die Erfassung und Speicherung derartiger Informationen ermöglicht werden. Damit werden die Eigner des Schiffes in die Lage versetzt, Aufträge für spätere Wartungsarbeiten wesentlich präziser als heute auszuschreiben. Dieser Faktor ist besonders deshalb von Bedeutung, weil Schiffe oft mehrere Jahrzehnte im Einsatz stehen und damit die Ersatzteilbeschaffung besondere Probleme aufwirft.

1.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Durch ökonomische Zwänge sind die Werften immer stärker gezwungen, Aufgaben bzw. Teilbereiche eines Schiffbauprojektes auszugliedern. Bei heutigen Schiffbauprojekten können bis zu 80% der Aufgaben ausgelagert sein. Dieser hohe Anteil an ausgelagerten Aufgaben führt zu einer Diskrepanz zwischen den von den Werften übernommen Risiken bezüglich Gewährleistung und Termintreue und den in den Werften verbleibenden Aufgaben. Die Werften übernehmen demnach Verantwortung für „fremde“ Teilprojekte (Verantwortungsführerschaft). Das Gesamtrisiko für die Werft steigt somit stark an, da es sich aus dem schwer kalkulierbaren

Zusammenspiel von Teilprojekten mit ihren jeweils für sich zu betrachtenden Risiken ergibt.

Die Zuordnung von Teilaufgaben zwischen kooperierenden Werften und Ausrüstern erfolgt zurzeit über „vertikale Schnitte“ (z.B. die Einteilung in Bug, Mittelschiff, Heck, usw.) die in der Regel komplett fremd vergeben werden. Parallel zu dieser vertikalen Aufteilung werden auch „horizontale Schnitte“ angesetzt (z.B. komplette Vergabe der elektrischen Ausrüstung). Die Koordinierung derartiger Aufteilungen liegt bei den Werften bzw. den Generalunternehmern, bei denen zwangsläufig ein erheblicher Koordinierungsaufwand entsteht. Dieser Koordinierungsaufwand soll durch ein konsistentes durchgängiges Produktdatenmodell, welches im Rahmen von NET-S entwickelt werden soll, erheblich reduziert werden. Es ist im Rahmen des Projektes nicht geplant, das Gesamtsystem einer Informations- und Kommunikationsplattform für den Austausch von produktbezogenen Daten von Grund auf neu zu entwickeln. Statt dessen werden bestehende Lösungen analysiert und neue Funktionen integriert, um zum einen die Akzeptanz des Systems zu erhöhen und zum anderen den Aufwand in erster Linie in die Ist-Analyse und die Konzeptentwicklung zu investieren.

Während es im Bereich der Datenmodellierung und des Datenaustausches mit ISO 10303 (STEP) bereits einen sehr weit entwickelten Standard gibt, stehen im Bereich des Austausches von schiffstechnischen Prozessdaten noch keine Ergebnisse zur Verfügung, die im Rahmen des hier genannten Vorhabens verwendet werden können. Für den Produktdatenaustausch unter Verwendung von STEP wurden im Bereich der Schiffstechnik bisher in der Regel die speziell für diesen Zweck definierten APs 215 bis 218, 226 und 234 empfohlen. Diese sind jedoch noch nicht verabschiedet und befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Entwicklung. Im Gegensatz dazu sind die APs 203 und 214 für den Austausch von Geometrieinformationen und Daten der Automobilindustrie anwendungsreif, so dass ihre Nutzung im Rahmen des Projektes untersucht werden sollte.

Die Interoperabilität von Produktdaten unterschiedlicher Herkunft wurde u.a. in den ESPRIT-Projekten 6041 *MARITIME* und 7131 *BIDPREP* adressiert, aus denen Erkenntnisse für die Entwicklung eines Produktdatenmodells im Rahmen des NET-S Projekts herangezogen werden sollten. Das BRITE/EuRam Projekt BE 4429 *MOSys* hat ebenfalls einen entsprechenden Ansatz basierend auf dem STEP AP 226 definieren. Das Projekt *Intellect* (IST 10375) beschäftigt sich unter anderem mit der Integration von Produktmodelldaten unterschiedlicher Herkunft in einem gemeinsamen Datenmodell.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Durch die beschriebenen Arbeitsphasen und eine zielführende Aufteilung der Arbeitsinhalte zwischen den Projektpartnern ist die Komplexität der Themenstellung so weit reduziert worden, dass sie zu bewältigen war. Die Industriepartner im Projekt haben dabei auf definierte Arbeitsschwerpunkte fokussiert, welche für sie von besonderem Interesse sind (vgl. Abbildung 1). So lagen die Arbeitsschwerpunkte der Lürssen Werft GmbH & Co. KG in der Analyse und Entwicklung kooperativer Schiffbauprozesse, die Nordseewerke haben auf die Mitwirkung bei der Entwicklung des Produktdatenmodells und einer entsprechenden Konstruktionssystematik fokussiert und die Siemens AG legten ihre inhaltlichen Schwerpunkte auf die Integration der eigenen Aktivitäten und Arbeitsergebnisse eines Schiffbauprojektes in die Informations- und Kommunikationsstrukturen des Produktdatenaustauschs.

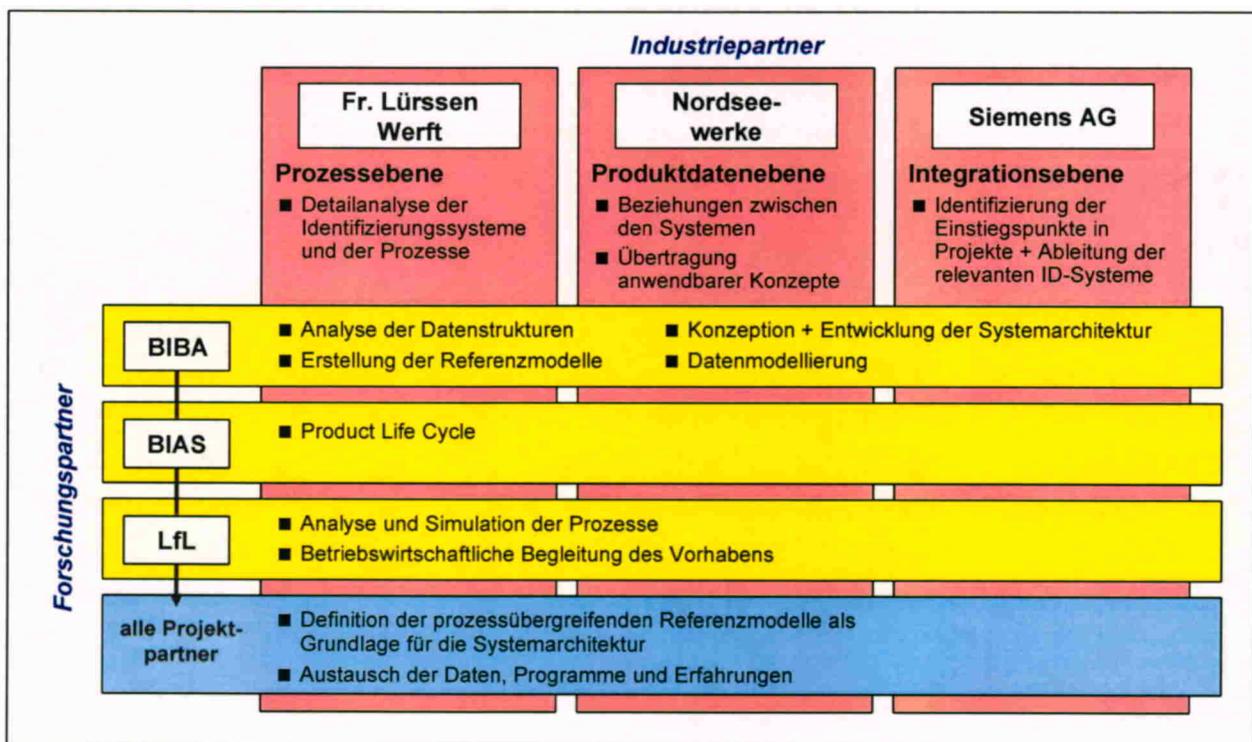
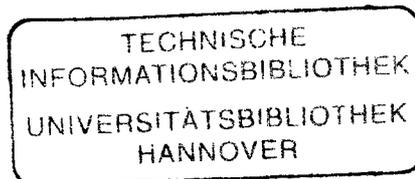


Abbildung 1: Projektstruktur

Die Forschungspartner im Projekt begleiten die Arbeiten der Industriepartner mit ihren eigenen übergreifenden Arbeitsschwerpunkten, sie strukturieren die Arbeiten der Industriepartner und führen diese sinnvoll zusammen. Die Schwerpunkte der Aktivitäten des BIBA lagen in der Analyse der produktbezogenen Datenstrukturen und der eingesetzten Systeme zur Erzeugung dieser Datenstrukturen, in der Erstellung des Produktdatenmodells in Zusammenarbeit mit der Nordseewerke GmbH sowie in der Konzeption und Entwicklung der Systemarchitektur für eine Informations- und Kommunikationsplattform für den Produktdatenaustausch in kooperativen Schiffbauprojekten und in der Implementierung einer entsprechenden Software-Lösung. Das BIAS hat im Rahmen des Projekts schwerpunktmäßig Product

Life Cycle Aspekte untersucht. Und der Lehrstuhl für Logistik hat die Analyse und Gestaltung von kooperativen Schiffbauprozessen geführt. Die Arbeiten der Forschungspartner liefen in enger Zusammenarbeit mit einzelnen Industriepartnern entsprechend deren Schwerpunkte. Durch einen regelmäßigen Austausch aller Partner sind diese Arbeiten untereinander koordiniert worden und Teilergebnisse auf die jeweils anderen Industriepartner übertragen und zur Anwendung gebracht worden. Somit bildet das Ergebnis aller Arbeiten eine praxiserprobte und allgemein nutzbare Gesamtlösung für die eingangs beschriebene Problemstellung.

Das BIBA hat im NET-S Projekt aufgrund seiner eigenen Arbeitsschwerpunkte insbesondere mit den Nordseewerken GmbH zusammen gearbeitet. Dies gilt sowohl für die Analysen der Identifizierungssysteme als auch für die Entwicklung des Produktdatenmodells sowie den Aufbau und der Implementierung der Informations- und Kommunikationsplattform. Auch mit der Siemens AG ist insbesondere bei der Erstellung der Konnektoren zur Informations- und Kommunikationsplattform und in der Phase des Tests dieser Plattform sowie zu den Punkten der Definition der Rollen von Zulieferern und zu den Life Cycle Management Aspekten eng zusammengearbeitet worden. Bei der Modellerstellung bzgl. der Life Cycle Management Aspekte ist auch eine eingehende Zusammenarbeit mit dem BIAS erfolgt. Darüber hinaus haben regelmäßige Abstimmungen mit den Partnern Lehrstuhl für Logistik und Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG stattgefunden, um einen Gleichklang der Arbeiten bzgl. der Produktdatenmodellerstellung und der Prozessmodell-erstellung zu erzielen.



2 Erzielte Ergebnisse

2.1 Einleitung

Die Umsetzung einer effizienten und effektiven Wertschöpfungskette der Entwicklung und des Baus von Schiffen erfordert eine leistungsfähige Organisation [Rolf 2001] sowie optimal ausgelegte Informations- und Kommunikationsstrukturen. Dies gilt umso mehr, wenn diese Wertschöpfungskette durch mehrere, gleichberechtigte Partner, i.d.R. Werften, abgedeckt wird wie es auch im zivilen Schiffbau zunehmend der Fall ist. Dies ermöglicht es, die jeweils optimalen Kompetenzen und Ressourcen nutzen und ein Schiff schneller an den Kunden ausliefern zu können [Eickmeier 2004]. Aus diesen Anforderungen leitet sich die Fragestellung ab, ob für Schiffbauprojekte, die in Kooperation von unterschiedlichen Werften und ggf. unter Integration von System-Zulieferern durchgeführt werden, eine einheitliche Betrachtungsweise oder gar ein einheitliches System für organisatorische sowie informations- und kommunikationstechnische Abläufe entwickelt bzw. gefunden werden kann, welche eine ganzheitliche Projektdurchführung im Verbund unterstützt. Die antizipierten Zeiteinsparungen und die Reduzierung von Koordinationsaufwendungen können einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Wertschöpfungskette der Entwicklung und des Baus von Schiffen liefern. Das NET-S Projekt zielt darauf ab, die Voraussetzungen zur Ausschöpfung der entsprechenden Potentiale zu schaffen, d.h. Referenzmodelle sowohl für den kooperativen Schiffbauprozess als auch für die Produktdaten eines Schiffes zu schaffen, diese zusammenzuführen und eine Informations- und Kommunikationslösung zur bereitzustellen, die den Informations- und Datenaustausch in kooperativen Konstellationen optimal unterstützt.

Es hat auf den Gebieten der Prozess- und Produktmodellierung hat es in den 90er Jahren eine Vielzahl von Versuchen gegeben, die Koordination innerhalb so genannter „Virtueller Unternehmen“ zu verbessern. Dennoch ist es bisher kaum gelungen, die Prozesse verschiedener Kooperationspartner in Schiffbauprojekten zu harmonisieren. Auch der Austausch von Informationen zwischen den beteiligten Unternehmen bereitet weiterhin Probleme. Zwar versucht der ISO-Standard 10303 „STEP“, den Austausch von Produktdaten zu vereinheitlichen, die entsprechenden Bemühungen im Schiffbau haben bisher jedoch keine industriell verwertbaren Ergebnisse geliefert. so dass hier eine praxisnahe Lösung gefunden werden muss.

Eine parallele kooperative Entwicklung und ein konsortialer Bau eines Schiffes erfordern einen intensiven Daten- und Informationsaustausch zwischen den beteiligten Partnern. Dies wiederum bedingt eine Vereinheitlichung der Kommunikationswege sowie einen durchgängigen Abgleich der unternehmensübergreifend relevanten Produktdaten und deren Strukturierung [NET-S 2002]. Um die parallelen

Prozesse über ein gesamtes Projekt hinweg durchgängig abstimmen zu können und eine damit gekoppelten, koordinierten Datenaustausch zu realisieren, wird als Grundlage ein Produktdatenmodell für den kooperativen Schiffbau benötigt, welches in der Lage sein muss, die relevanten Daten verschiedenster Sichten auf das Schiffbauprojekt abzubilden und deren Beziehungen zueinander aufzuzeigen. Im Rahmen der Schwerpunktaktivitäten des BIBA im NET-S Projekt sind vor den geschilderten Hintergrund die folgenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten geleistet worden:

- Analyse der bei den Industriepartnern Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG, Nordseewerke GmbH sowie Siemens AG eingesetzten Konstruktions-, Informations- und Kommunikationssysteme sowie der Nummernsysteme, die in diesen Unternehmen verwendet werden.
- Analyse und Beschreibung der Zusammenhänge und Beziehungen zwischen den Konstruktions-, Informations- und Kommunikationssystemen sowie zwischen den jeweils erzeugten bzw. ausgetauschten Daten.
- Erarbeiten alternativer Zulieferer-Rollen in kooperativen Schiffbauprojekten mit jeweils spezifischen Aufgaben, Verantwortungen und Kompetenzen.
- Erstellung eines Produktdatenmodells zur Unterstützung des Informations- und Datenaustauschs der Partner in kooperativen Schiffbauprojekten gemeinsam mit den Industriepartnern sowie Umsetzung des entwickelten Modells in einem XML-Schema.
- Erstellung eines Konzepts zur Verknüpfung des entwickelten Produktdatenmodells mit dem im Rahmen des Projekts durch den Lehrstuhl für Logistik der Universität Bremen entwickelten Referenzmodell für kooperative Schiffbauprozesse.
- Formulierung von Regelungen für ein effektives Konfigurations- und Änderungsmanagement im kooperativen Schiffbau.
- Konzeption und Umsetzung einer Informations- und Kommunikationsplattform für kooperative Schiffbauprojekte unter Nutzung der erarbeiteten Modelle sowie Gestaltung neutraler Schnittstellen zu externen Systemen.
- Analyse von Life Cycle Aspekten beim Bau von Schiffen, Erstellung eines Modells zur Abbildung dieser Effekte und Aufzeigen der Potentiale der Berücksichtigung derartiger Aspekte bereits bei der Entwicklung und beim Bau von Schiffen.
- Darstellung des erzielbaren Nutzens durch die Nutzung der Modelle und den Einsatz der Informations- und Kommunikationsplattform sowie Bewertung der Projektergebnisse aus organisatorischer und wirtschaftlicher Sicht.

2.2 Analysen

Neben der Begleitung der Prozessanalysen von Schiffbauprojekten hat das BIBA federführend Analysen der in der Entwicklung eines Schiffs eingesetzten Konstruktions-, Informations- und Kommunikationssysteme sowie der Nummernsysteme durchgeführt. Diese Analysen sind schwerpunktmäßig bei den beiden beteiligten Werften durchgeführt worden. Sie sind ergänzt worden durch Analysen von spezifischen Systemen, welche durch Schiffbau-Zulieferer eingesetzt werden. Die Ergebnisse der Analysen werden in diesem Kapitel zusammengefasst.

2.2.1 Analyse des Ablaufs typischer Schiffbauprojekte

Im Zuge der Analyse des Ablaufs typischer Schiffbauprojekte hat das BIBA im Wesentlichen die Aufnahme und Analyse des Auftragsgewinnungsprozesses bei den Nordseewerken GmbH (NSWE) begleitet (vgl. NET-S Abschlussbericht des Lehrstuhls für Logistik der Universität Bremen, S. 24). Die weiteren Analysen des Ablaufs bei NSWE liegen in der Beschreibung des Engineeringprozesses auf Basis von Aufnahmen und Darstellungen, die bereits im Vorfeld des NET-S Projekts durch eine Unternehmensberatung vorgenommen wurden. Entsprechend dieser Vorarbeiten wird dieser Prozess in die vier Phasen Projektierung, Definition, Basic Design und Detailkonstruktion unterteilt, denen spezifische Aufgaben zugeordnet werden.

Die Analyse- und Konzeptionsarbeiten, die der Lehrstuhl für Logistik vor allem in Zusammenarbeit mit der Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG durchgeführt hat, führen auf einen Prozessablauf in der Konstruktion, der mit dem Engineeringprozess der Nordseewerke GmbH vergleichbar ist. Dieser Ablauf setzt sich aus fünf Phasen zusammen, beginnend mit einer Vorprojektphase über die Phasen Definition, Basic Design, Detaildesign bis hin zur Fertigungsvorbereitung (vgl. NET-S Abschlussbericht des Lehrstuhls für Logistik der Universität Bremen, S. 51 ff.).

Die jeweiligen Phasenabläufe bei den Werften werden von allen an einem Schiffbauprojekt beteiligten Fachbereichen umgesetzt, so dass parallel vernetzte Ablaufstrukturen entstehen, die koordiniert und zwischen denen geeignete Schnittstellen definiert werden müssen. Durch die parallele Aufgabenabarbeitung gestaltet sich der Engineeringprozess im Schiffbau sehr komplex. Dies macht teilweise Rücksprünge in schon abgearbeitete Prozesse notwendig, die wiederum Veränderungen in nachgelagerten Prozessen hervorrufen können. Die parallele Aufgabenabwicklung sowie das komplexe Beziehungsgeflecht in kooperativen Schiffbauprojekten erfordern einen hohen Koordinationsaufwand. An den Gesamtkosten eines Schiffbauprojektes macht der Engineeringprozess ca. 10 bis 20 % aus, er definiert zugleich 75 % der Gesamtkosten des Schiffes [NSWE 2004] Somit ist die optimale

2 Erzielte Ergebnisse

Abwicklung des Engineeringprozesses für die Verbesserung der Leistungsfähigkeit eines Schiffbauprojektes von großer Bedeutung.

Im Zuge der Analyse und Konzeption kooperativer Schiffbauprozesse sind Kernelemente identifiziert worden, die eine Erhöhung der Prozesseffizienz unterstützen. So ist die Gestaltung und Implementierung eines optimalen Engineeringprozesses erforderlich, welcher u.a. eine klare Ablaufstruktur (Workflow) vorgibt und sowohl die sowie die internen als auch externe SOLL-Prozessschritte definiert. Diese Prozessschritte sind mittels einer Prozessplanung und -steuerung in geeignete Arbeitspakete zu überführen, die terminiert und zeitlich-logisch miteinander verknüpft werden müssen. Eine Prozess- und Produktdatenkontrolle und -steuerung unterstützt zudem eine kontrollierte Verteilung der prozessrelevanten Informationen und erlaubt eine laufende Kontrolle des Zeit- und Kostenrahmens sowie des IST-Stands eines Schiffbauprojekts sowie eine strukturierte Sammlung und Ablage aller Produktdaten.

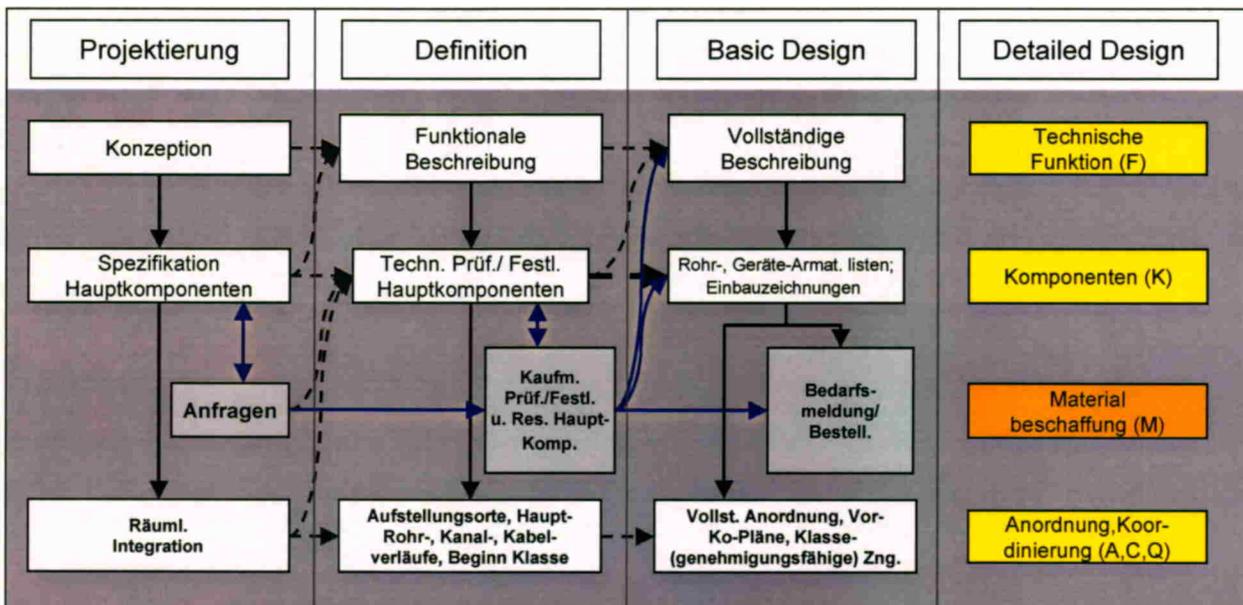


Abbildung 2: Phasenmodell des Engineering Prozesses im Schiffbau

Durch die Ausgestaltung der Kernelemente entsteht ein allgemeingültiges prozessbezogenes Phasenmodell für den Engineeringprozess in kooperativen Schiffbauprojekten (vgl. Abbildung 2). Mit diesem Modell wird eine Struktur geschaffen, die Transparenz über den Zeitpunkt und die Art der zu bearbeitenden Arbeitspakete sowie über die Schnittstellenstruktur im Prozess schafft. Diese gebildeten Phasen werden entsprechend des Modells durch die Aktivitäten der in einem Schiffbauprojekt relevanten Fachbereiche durchlaufen. Das Prozessmodell des Engineeringprozesses lässt sich somit durch eine zweidimensionale Matrix beschreiben, die den Phasen eines kooperativen Schiffbauprojekts die Fachbereiche, in denen Engineering-Leistungen erbracht werden, gegenüberstellen. Die in Abbildung 2 dargestellte Matrix strukturiert die Inhalte der Phasen, kann aber die zeitliche Syn-

chronisation der fachbereichsbezogenen SOLL-Prozesse nicht leisten. Nur auf der Grundlage baugruppenorientierter, ausreichend detaillierter und zeitlich bewerteter Arbeitspakete für das Engineering (ca. 700-900 Pakete pro Schaffbauprojekt) wird eine inhaltliche und logische Verknüpfung aller SOLL-Prozesse möglich. Eine Aufteilung der Arbeitspakete (im Ganzen oder anteilig) auf die definierten Phasen und eine Bewertung ihrer zeitlichen Parallelität ermöglichen eine synchronisierte Planung innerhalb einer gegebenen Geometrie (Raum, Sektion, Bereich) bzw. eines ganzen Schiffes.

Der im Zuge des NET-S Projekts erarbeitete Engineeringprozess von Schiffbauprojekten wird in seiner Komplexität dem Trend der hochtechnologisierten Industrien zur verstärkten Arbeitsteilung folgen, so dass die in den Prozess eingebundenen Mitarbeiter über ein erhebliches Maß an Systemkompetenz verfügen müssen. Durch das im Rahmen des NET-S Projekts entwickelte Prozessmodell mit den drei wesentlichen Kernelementen Prozessgestaltung und -implementierung, Prozessplanung und -steuerung sowie Prozess- und Produktdatenkontrolle und -steuerung wird dieser Prozess transparenter.

2.2.2 Vorhandene und angewendete Identifizierungssysteme

Im Zuge der Erfassung der vorhandenen und angewendeten Identifizierungssysteme sind in einem ersten Schritt die Erstellung der Fertigungsunterlagen bei den Nordseewerken GmbH analysiert worden, es wurden weiterhin die bei den beiden Werften eingesetzten Nummernsysteme beschrieben und es sind die Systematiken, Verzeichnisse und Hilfsmittel, welche hier als zentrale Identifizierungssysteme bezeichnet werden und die Steuerung aller Aktivitäten in einem Schiffbauprojekt unterstützen, sowie die darin enthaltenen Informationen ebenfalls bei NSWE detailliert untersucht worden. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden im Folgenden ausgeführt.

2.2.2.1 Erstellung der Fertigungsunterlagen

Im Zuge eines Workshops mit Mitarbeitern der Nordseewerke GmbH ist die Historie zur Erstellung der Fertigungsunterlagen für ein Schiffbauprojekt beginnend bei der Bauspezifikation bis hin zur Auftragsverwaltung aufgenommen und dokumentiert worden. Abbildung 3 fasst die wichtigsten Ergebnisse dieser Aufnahme grafisch zusammen.

Der erste wesentliche Schritt zur Erstellung der Fertigungsunterlagen liegt in der Anfertigung des Generalplans, die bereits in der Auftragsgewinnungsphase eines Schiffbauprojekts auf Basis der Bauspezifikation erfolgt. Dieser Plan ist vergleichbar mit einem Stadtplan und dient der Darstellung der Baugruppen, Komponenten, Räume eines Schiffes. Er entsteht aus vorliegenden Plänen sowie den grundsätzli-

2 Erzielte Ergebnisse

chen Vorgaben des Kunden. Parameter, auf deren Basis der Generalplan erstellt wird, sind bspw. die Ladekapazität, die Geschwindigkeit und weitere funktionsbestimmende Merkmale des zu bauenden Schiffs.

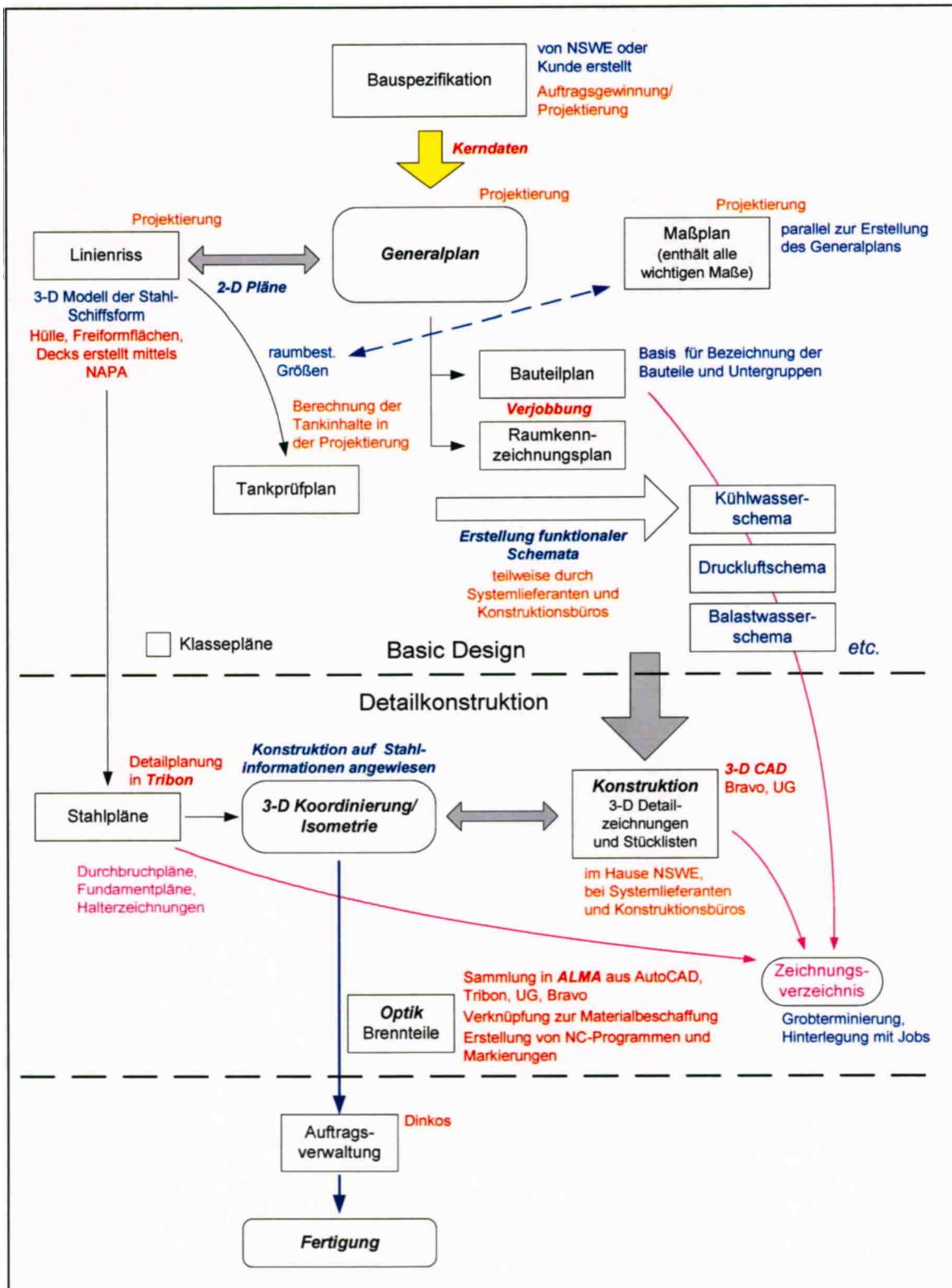


Abbildung 3: Historie zur Erstellung der Fertigungsunterlagen

Der Generalplan wird mittels AutoCAD erstellt und enthält Angaben zu Laderaum- und Tankeinteilung, Spantabteilung, Nummerierungen der Container-Bases, Hauptkomponenten (z.B. Maschinen, Treppen), Tankbezeichnungen und Hauptabmessungen. Der Generalplan wird in der frühen Projektphase durch die Projekt-Abteilung, den Kunden und das Marketing genutzt, bei einer Beauftragung des Projekts erhalten alle Gruppen, die an der Erstellung des Schiffes beteiligt sind, Zugriff auf den Generalplan. Im Zuge eines Schiffbauprojekts entstehen zwei Generalpläne, nämlich der Projektgeneralplan am Beginn des Projekts und der Ablieferungsgeneralplan, der am Ende des Projekts steht und in welchem alle Veränderungen gegenüber dem Projektgeneralplan eingearbeitet sind. Bei Änderungen, die durch die Konstruktion am grundsätzlichen Aufbau des Schiffes vorgenommen werden, werden regelmäßig neue Stände des Generalplans erstellt.

Im Zuge der Projektierung werden neben dem Generalplan weitere Pläne erstellt, die klassifikationsrelevant und/oder mit Zeichnungsnummern behaftet sein können und die mit der Übergabe des Schiffes als Auslieferungsdokumente an den Schiffskäufer gehen. Die vollständige Liste dieser Pläne sieht wie folgt aus:

- Generalpläne: Projektgeneralplan erstellt in AutoCAD und Ablieferungsgeneralplan erstellt in Bravo.
- Ladeplan (Capacity Plan): Der Ladeplan ist ein Auslieferungsdokument und enthält die zusätzlichen Informationen (a) Legende, (b) Maschine, (c) Stabilitätscontainer, (d) Tankinhalte, (e) Angaben zu Winden, (f) Ladeskala und (g) Freibordmarke.
- Dockplan: Der Dockplan zeigt die Schiffsseitenansicht, den Doppelboden und dein Bodeneinlauf und zählt ebenfalls zu den Auslieferungsdokumenten.
- Brückenposter: Beim Brückenposter handelt es sich um ein Auslieferungsdokument, in welchem die Ergebnisse der Probefahrt mit dem Schiff dokumentiert sind. Der Brückenplan enthält Informationen über vorgegebene Größen, die zu dokumentieren sind, und muss auf der Brücke jedes Schiffes hängen.
- Working Plan: Der Working Plan stellt den Containerstau dar und ist ein Auslieferungsdokument.
- Leck-Sicherheitsplan: Beim Leck-Sicherheitsplan handelt es sich ebenfalls um ein Auslieferungsdokument, welches darüber hinaus noch klassifikationsrelevant und mit einer Zeichnungsnummer behaftet ist.
- Sichtstrahlplan: Der Sichtstrahlplan ist ebenfalls klassifikationsrelevant und mit einer Zeichnungsnummer behaftet. Auch er ist ein Auslieferungsdokument.
- Master Bay Plan. Auch beim Master Bay Plan handelt es sich um ein Auslieferungsdokument.

Weitere grundlegende Dokumente, für welche der Generalplan die Basis bildet und die für den Konstruktion und den Bau eines Schiffes von herausragender Bedeutung sind, bilden der Raumkennzeichnungsplan, in welchem die Raumcodes der kennzeichnungspflichtigen Räume sowie die raumbestimmenden Größen dokumentiert sind, sowie der Bauteilplan, der im Stahlschiffbau zum Start der Konstruktion erstellt wird. Der Bauteilplan bildet auch die Basis für die Bezeichnungen der Bauteile und Untergruppen des zu bauenden Schiffes. Raumkennzeichnungsplan und Bauteilplan enthalten ebenso wie der Generalplan keine konstruktiven Detaillierungen sondern sie bilden prinzipielle Darstellungen des Schiffes.

Parallel zur Erstellung des zweidimensionalen Generalplans – oftmals also auch während der Auftragsgewinnungsphase – wird ein zweidimensionaler Liniendriss und daraus ein 3-D Modell der Stahlform des Schiffes erstellt. Die 3-D Kontur des Schiffes wird in NAPA erstellt, wenn die Form des Schiffes bekannt ist. Sie bildet die Hülle, die Freiformflächen und die Decks des Schiffes ab. Das wesentliche Ziel der Erstellung des 3-D Stahlmodells mittels NAPA ist es, der 3-D Koordination zeitlich früh ein 3-D Modell mit raumbestimmenden Daten zur Verfügung zu stellen. Die 3-D Koordination führt die einzelnen in der Konstruktion entstehenden Detailzeichnungen zusammen, zeigt mögliche konstruktive Konflikte auf und leitet die freigegebenen Daten zur Generierung von NC-Programmen bzw. Schnittmarkierungen an die weiterverarbeitenden Stellen weiter. Der 2-D Liniendriss des Schiffes bildet gemeinsam mit dem Bauteilplan und dem Tankprüfplan sowie mit den Stahlplänen einen Teil der Klassepläne. Bei der Erstellung der Unterlagen für den Stahlschiffbau sind mehrere Medienbrüche zu verzeichnen: So wird das 3-D Stahlmodell mittels NAPA erstellt, die 2-D Ansichten des Schiffes werden mit AutoCAD als 2-D Papierzeichnungen erstellt und die Detailzeichnungen einzelner Bauteile und Komponenten des Schiffes in 3-D erfolgen in Tribon. Als Nebenprodukte aus diesen 3-D Modellen entstehen die Werkstattzeichnungen, die als dxf-Files ausgegeben werden.

Aus den Übersichts- und Klasseplänen (Generalplan, Liniendriss, Bauteilplan, Raumkennzeichnungsplan, Tankprüfplan, Stahlpläne) werden im Zuge des Basic Design funktionelle Schemata aller technischen Systeme, wie bspw. Klima- und Lüftungssystem, Kühlwassersystem oder Ballastwassersystem, abgeleitet. Die beschriebenen Pläne und Schemata dienen als Grundlage für die Erstellung von Detailkonstruktionen von Systemen, Bauteilen und Komponenten und werden von der 3-D Koordination genutzt. Für diese Konstruktionen, in denen 3-D Detailzeichnungen und die zugehörigen Stücklisten erstellt werden und die in der Konstruktionsabteilung der Werften oder in externen Konstruktionsbüros entstehen, werden 3-D CAD-Systeme wie Bravo oder Unigraphics eingesetzt. Die entstehenden Zeichnungen und Stücklisten werden gemeinsam mit dem Bauteilplan sowie den Stahlplänen in einem Zeichnungsverzeichnis gesammelt und verwaltet, welches eine Grobterminierung für die Fertigstellung der einzelnen Zeichnungen und Stücklisten vorgibt und diese Terminierung mit sog. Jobs hinterlegt. Die 3-D Koordinie-

Die Analyse der Nummernsysteme bei den beiden am Projekt beteiligten Werften hat gezeigt, dass diese historisch gewachsen und völlig unterschiedlich sind, so dass heute für Projekte, die in Kooperation abgewickelt werden, ein zentraler Datenaustausch-Pool genutzt wird, der die gemeinsam verwendeten Teile in einer zentralen Datenbank verwaltet. Innerhalb dieses Pools erfolgt ein Abgleich der Nummern der jeweiligen Baugruppen, Bauteile und Komponenten über Konvertierungstabellen, die den unternehmensspezifischen Nummern eine neutrale Nummer zuordnet und damit eine Übertragung der gleichen Baugruppen, Bauteile und Komponenten aus dem System einer Werft heraus in das System einer anderen Werft unterstützt. Diese Tabelle ermöglicht eine eindeutige Identifizierung der jeweiligen Baugruppen, Bauteile und Komponenten durch die an einem Schiffbauprojekt beteiligten und über den Datenaustausch-Pool verbundenen Partner.

2.2.2.2 Nummernsysteme

Die Analyse der Nummernsysteme bei den beiden am Projekt beteiligten Werften hat gezeigt, dass diese historisch gewachsen und völlig unterschiedlich sind, so dass heute für Projekte, die in Kooperation abgewickelt werden, ein zentraler Datenaustausch-Pool genutzt wird, der die gemeinsam verwendeten Teile in einer zentralen Datenbank verwaltet. Innerhalb dieses Pools erfolgt ein Abgleich der Nummern der jeweiligen Baugruppen, Bauteile und Komponenten über Konvertierungstabellen, die den unternehmensspezifischen Nummern eine neutrale Nummer zuordnet und damit eine Übertragung der gleichen Baugruppen, Bauteile und Komponenten aus dem System einer Werft heraus in das System einer anderen Werft unterstützt. Diese Tabelle ermöglicht eine eindeutige Identifizierung der jeweiligen Baugruppen, Bauteile und Komponenten durch die an einem Schiffbauprojekt beteiligten und über den Datenaustausch-Pool verbundenen Partner.

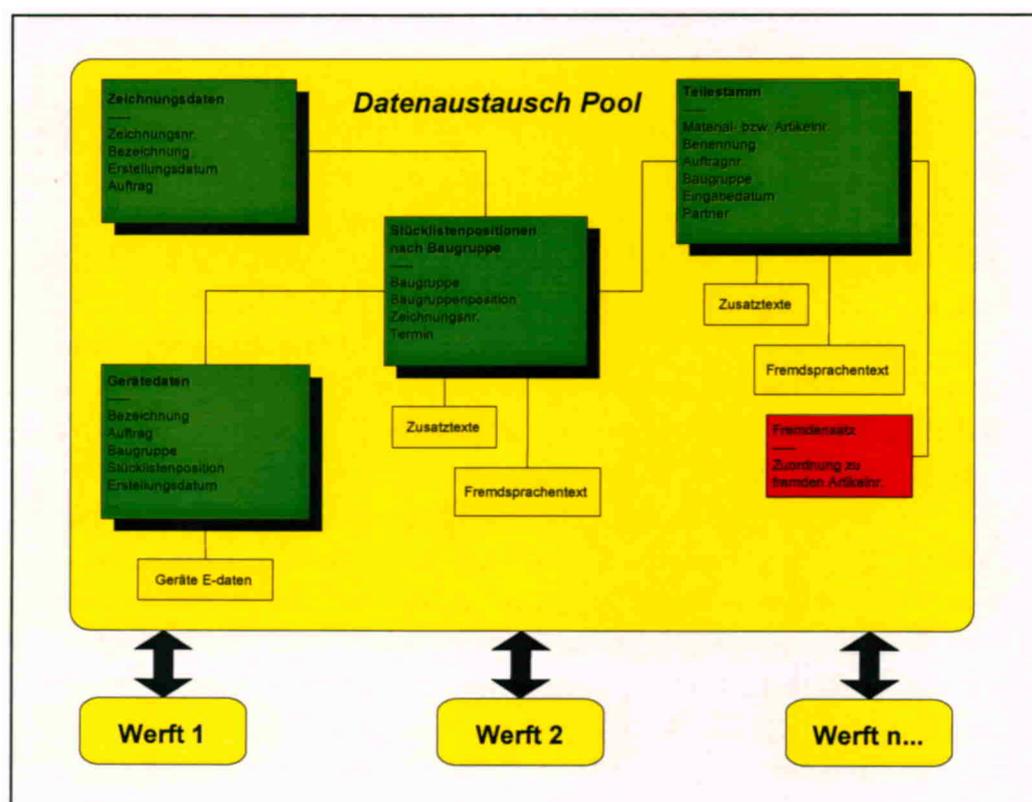


Abbildung 4: Schema des Datenaustausch-Pools

Eine Analyse der Nummernsysteme ist sowohl bei der Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG (FLW) als auch bei den Nordseewerken GmbH (NSWE) vorgenommen worden. Dabei lag der Fokus der Analysen bei Lürssen auf der Erfassung und Beschreibung der eigentlichen Systematiken, welche die Nummernsysteme repräsentieren und bei NSWE auf der Darstellung der Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Nummernsystemen. Die Analysen bei den Nordseewerken sind entlang der Erstellung der Zeichnungstitel sowie der Stücklistenherstellung erfolgt.

Die zentralen Nummernsysteme bei FLW, die im werfteigenen Planungssystem verwendet werden, bilden die *Auftrags-Nummer*, die *Auftragsart* sowie die *Artikelnummer*. Die Auftrags-Nummer setzt sich aus drei Komponenten zusammen, von denen die ersten beiden Stellen die Auftragsklasse beschreiben (z.B. 47 = Neubau Yacht), gefolgt von einer dreistelligen Zählnummer und einer vierstelligen Kombination aus Jahreszahl und Nachtrags- bzw. Änderungsinformation. Die Auftragsart ist eine zweistellige Nummer, die der Zuordnung der Kosten dient. Die Artikelnummern schließlich sind achteinstellig: Die ersten vier Stellen beschreiben die Materialklasse (Stahl, Holz etc.). In der fünften Stelle wird festgelegt, ob es sich hierbei um Vorratsmaterial (Standardmaterial ab Lager – Menge kann jedoch auch Null sein) oder um Objektmaterial (zu beauftragendes Material) handelt. Objektmaterial wird durch ein „A“ gekennzeichnet. Die Unterscheidung von Standard- und Objektmaterial wird durch *Materialkennzahlen* vorgegeben, die eine wichtige Größe für die kaufmännischen Funktionen bilden. Darüber hinaus erfolgt eine weitere Unterteilung durch die Dispositionsarten, die angeben, wie Material (bzw. Stücklistenpositionen) vom Bestellwesen und der Kostenträgerrechnung einzusteuern sind.

Die Nummernsysteme bei Lürssen sind ein wichtiges Instrument für die Planung des Baus eines Schiffs. In der Planungsphase findet ein permanenter Austausch zwischen Fertigungsplanung und Konstruktion statt. Es werden Starttermine von Zeichnungen sowie von Fertigungsabschnitten festgelegt. Wenn Geräte bei der Schiffskonstruktion Verwendung finden, müssen diverse Daten bereits festgelegt werden (z.B. Dimensionen oder Gewicht), um bei der Fertigungsplanung Berücksichtigung zu finden. Grund hierfür ist, dass besonders große oder schwere Geräte frühzeitig in das Schiff eingebracht werden müssen, da diese zu späteren Zeitpunkten nur mit erhöhtem Aufwand und Kosten integriert werden können (z.B. Hauptmaschine). Alle Geräte werden im Schiff räumlich zugeordnet. Bereits in dieser Phase findet die Aufteilung der Arbeiten in *Arbeitspakete* statt. Die hier erstellten Paketnummern setzen sich aus der Baugruppe und einer Planungsnummer zusammen und dienen der Materialsteuerung, der Terminierung von Arbeiten, der Festlegung des auszuführenden Bereichs und der Positionierung im Schiff. Das Paketprinzip findet in allen Bereichen der Werft Anwendung (z.B. Neubau, Reparatur, Gemeinkosten). Zu den Arbeitspaketen gehören auch die sog. „BUF-Maßnahmenpakete“. Die Arbeiten werden durch die Pakete ihrer Art nach aufgegliedert nach „heiße Arbeiten“, „Ausrüstung“ und „Vorfertigung“. Der Bau einer Yacht teilt sich

bspw. in ca. 1400 Arbeitspakete auf. Davon sind ca. 500 ursprüngliche Arbeitspakete, die den kompletten Bau des Schiffes beinhalten. Die restlichen (ca. 900) Arbeitspakete sind so genannte BUFs – Arbeitspakete die durch notwendige Änderungen in der Konstruktion bzw. in der Fertigung hervorgerufen wurden. Diese BUF-Pakete haben allerdings i.d.R. deutlich geringere Arbeitumfänge.

Im Zuge der Analysen der Nummernsysteme bei den Industriepartnern des NET-S Projekts konnten die Systeme identifiziert werden, die im Zuge von Schiffbauprojekten immer von Relevanz sind. Bei diesen Systemen ist zwischen zentralen, übergeordneten Identifizierungssystemen, die als Verzeichnisse gleichartige Daten, Dokumente und Informationen bündeln, sowie den untergeordneten Identifizierungssystemen, die diese Daten, Dokumente und Informationen selbst repräsentieren, unterschieden worden. Die Analyseergebnisse sind mit dem Stand der Technik, der in der Literatur dokumentiert ist (vgl. [PROFI 2002, S. 60 ff.]), abgeglichen worden. Abbildung 5 fasst die wichtigsten dieser identifizierten Systeme zusammen.

Zentrale Nummernsysteme	Untergeordnete Nummernsysteme
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zeichnungsverzeichnis ■ Stücklistenverzeichnis ■ Stammdatenverzeichnis ■ Jobverzeichnis ■ Gerätedatenbank ■ Wertstandardmaterial-Katalog ■ Beschaffungs-/ Lagerhaltungsdatenbank 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pläne/Modelle ■ Zeichnungen ■ Berechnungen ■ Produktdefinitionen ■ Zulieferunterlagen ■ Schemata ■ Angebot ■ Listen (z.B. Stücklisten) ■ Bilanzen <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">Quelle: Abschlussbericht des Forschungsvorhabens »Produktionsfortschrittsorientiertes Referenz- Informationsmodell (PROFI)«, 2002</p>

Abbildung 5: Zentrale und untergeordnete Nummernsysteme

2.2.2.3 Beziehungen zwischen den Identifizierungssystemen

Die folgenden Ausführungen basieren auf einer eingehenden Untersuchung der Nummernsysteme, welche die Nordseewerke GmbH im Zuge der Erstellung von Zeichnungstiteln und Stücklisten in Schiffbauprojekten einsetzen. Sie gelten im Wesentlichen auch für die Zusammenhänge bzgl. der Nummernsysteme bei der Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG. Die Zusammenhänge, die im Kontext der Erstel-

2 Erzielte Ergebnisse

lung von Zeichnungstiteln bzw. im Kontext der Erstellung von Stücklisten bestehen, sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt und werden im folgenden ausgeführt. Die jeweiligen Nummern in diesen Abbildungen stellen den Bezug zur Nummerierung der erläuterten Nummernsysteme her.

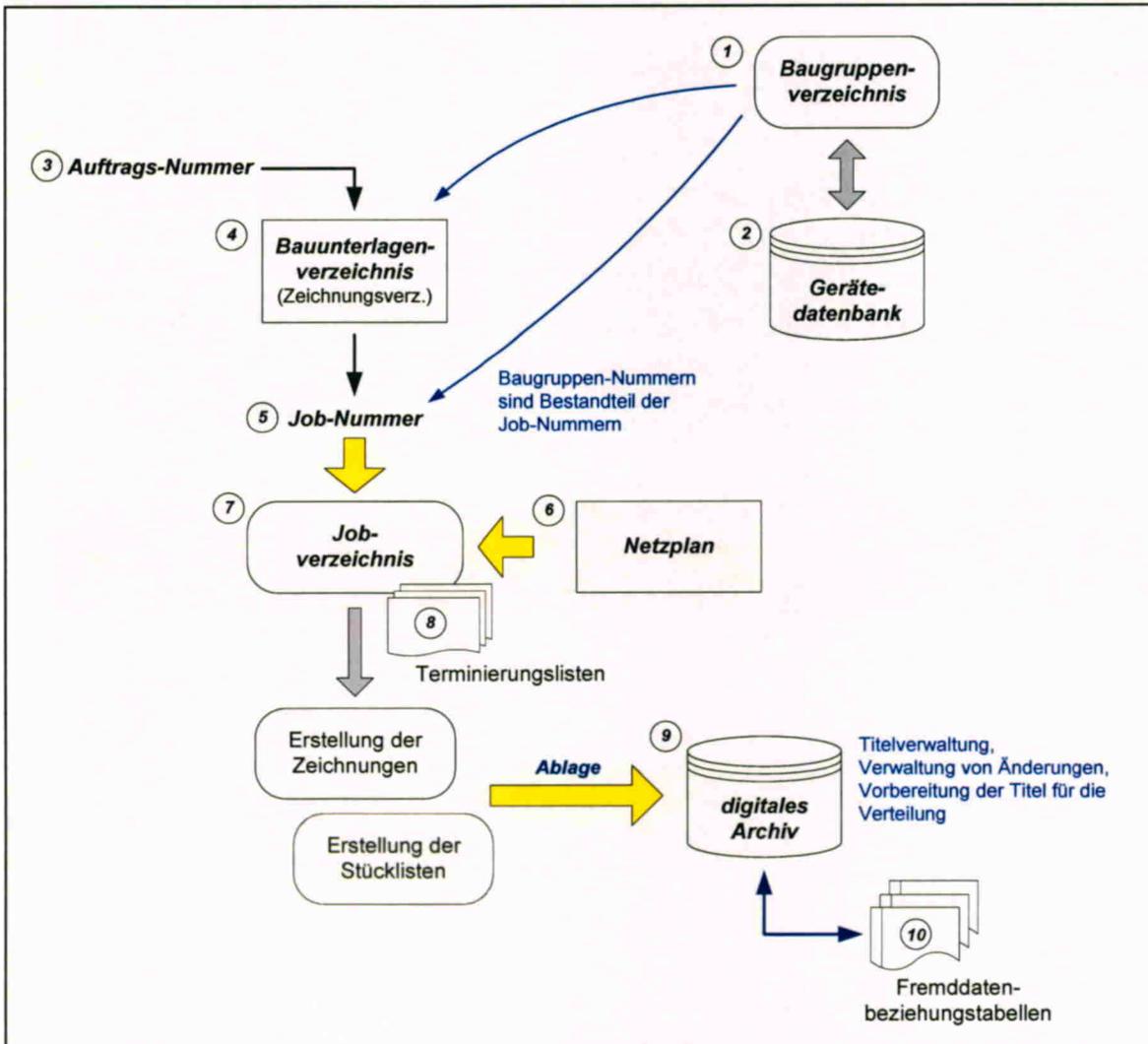


Abbildung 6: Erstellung der Zeichnungstitel

Die Nummernsysteme, die zur Erstellung der Zeichnungstitel eingesetzt werden, lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Das **Baugruppenverzeichnis** bildet ein Grunddokument zur Vergabe von Nummern für die Baugruppen in einem Schiffbauprojekt. Jede Baugruppe in einem Schiff wird mit vier Stellen bezeichnet, welche aus dem Baugruppenverzeichnis abgeleitet sind. Im Baugruppenverzeichnis sind vorgegebene Stammdaten abgelegt, welche in die Bauunterlagen einfließen.
2. In der **Geräte-datenbank** werden alle innerhalb eines Schiffbauprojekts für ein Gerät spezifizierte Gerätenummern abgelegt. Die Gerätenummern werden

durchpositioniert. Die Gerätedatenbank wird auch von den Konsortialpartnern der jeweiligen Werft in einem Schiffbauprojekt verwendet.

3. Die **Auftrags-Nummer** gehört zu den auftragsbezogenen Daten und wird bereits in der Phase der Auftragsgewinnung als „Dummy“ im System erstellt. Die Auftrags- bzw. Bau-Nummer ist bei NSWE 5-stellig; die ersten beiden Stellen dieser Nummer geben hier die Auftragsart vor (Neubau Handelsschiff, Reparatur, etc.), die 3. bis 5. Stelle sind Zählnummern. Die Auftragsnummer bildet das Kernelement zur Zuordnung von entstehenden Kosten zu einem Schiff (Kostenträger).
4. Den Startpunkt der Erstellung aller Konstruktions- und Fertigungsunterlagen in einem Schiffbauprojekt bildet das **Bauunterlagenverzeichnis (Zeichnungsverzeichnis)**. In diesem Verzeichnis werden alle Bauunterlagen zu einem Auftrag, wie Zeichnungen, Isometrien, Generalplan, Armaturenliste, etc., geführt: Es wird hier definiert, welche Unterlagen zu einem Auftrag benötigt werden. Die Zuordnung des Bauunterlagenverzeichnisses zu einem Auftrag erfolgt über die Auftrags-Nummer, welche als grundlegendes Element in dieses Verzeichnis eingeht.

Das Bauunterlagen-Verzeichnis wird durch einen Konstrukteur erstellt. Dieser legt die Metadaten für die jeweilige Zeichnung fest, d.h. er bestimmt, welche Abteilung den jeweiligen Zeichnungstitel bearbeitet, gibt an, ob eine Numerik-Bearbeitung des jeweiligen Titels vorgesehen ist und gibt die Job-Nummer an, zu welcher der jeweilige Titel gehört.

Die im Bauunterlagenverzeichnis dokumentierten **Zeichnungs-Nummern** sind bei den Nordseewerken GmbH 10-stellig; die ersten vier Stellen dieser Zeichnungs-Nummern bezeichnen die Baugruppe, zu welcher die jeweilige Bauunterlage gehört. Weiterhin ist der Zeichnungstitel im Verzeichnis abgelegt. Das Baugruppenverzeichnis definiert die Zeichnungen über den Zeichnungstitel, ohne dass bekannt ist, wie die jeweilige Zeichnung aussieht.

5. Aus dem Baugruppenverzeichnis werden auftragsbezogene Untergruppen entsprechend der fertigungstechnischen Aufteilung der Bauteile für die Bildung der **Job-Nummer** festgelegt. Die Baugruppen-Nummern bilden einen Bestandteil der Job-Nummern. Diese Job-Nummern als Bindeglied zwischen den auftragsbezogenen Untergruppen und dem Netzplan bilden eine strukturierende Komponente zum Fertigungsbereich.
6. Das **Jobverzeichnis** referenziert die Bereichs- und Terminzuordnung, d.h. es legt fest, welcher Termin welcher Jobnummer zugeordnet ist. Somit werden die Termine den Zeichnungstiteln zugeordnet. Mit der Job-Nummer wird der SOLL-Termin, zu welchem die jeweiligen Produktionsunterlagen in der Fertigung sein müssen, angezogen. Dies sind bei NSWE i.d.R. fünf Wochen vor Fertigungsbeginn. Die vorgelagerten Termine werden automatisch rückgerechnet, so dass die Termine für den Materialeingang, für die Bearbeitung des Ma-

terials, für die Montage des Materials automatisch mit dem Termin für den Fertigungsbeginn festgelegt werden.

7. Im *Netzplan* werden die Ecktermine für das Schiffbauprojekt, wie z.B. der Fertigungsbeginn, im Vorfeld des Basic Design und der Detailkonstruktion erstellt. Eine Grundlage für den Netzplan bildet das Baugruppenverzeichnis. Die im Netzplan ermittelten Ecktermine gehen in das Jobverzeichnis ein.
8. Die ermittelten Termine werden in *Terminierungslisten* festgeschrieben und den beteiligten Abteilungen zugeleitet. Nach der Festlegung der SOLL-Termine wird die Zeichnungserstellung durch die Konstruktion abgearbeitet. Es werden nur die Zeichnungstitel terminiert. Alle notwendigen Abstimmungen müssen im vorgesehenen Terminfenster laufen.
9. Die von der Konstruktion erstellten Zeichnungen und Stücklisten werden in einem *digitalen Archiv* abgelegt, welches die Zeichnungstitel verwaltet, Änderungen in den Titeln verwaltet und die Zeichnungstitel für die Verteilung an die Fertigungsbereiche vorbereitet.
10. Da vielfach externe Partner wie Konstruktionsbüros und Zulieferer an der Erstellung der Fertigungsunterlagen beteiligt sind, muss gewährleistet sein, dass diese Partner die Schlüssel, die im Hause NSW verwendet werden, verstehen bzw. dass NSW externe Daten, die andere Schlüssel verwenden, verarbeiten kann. Die hier erforderlichen Regelungen werden über *Fremddatenbeziehungstabellen*, welche die fremden Schlüssel den NSW-Schlüsseln zuordnen, umgesetzt. Diese Daten bestehen aus einem neutralen Gerüst mit einem Kernschlüssel (i.d.R. die Baugruppen-Nummer) und der Zuordnung der Fremdschlüssel zu dem Gerüst. Die Schlüssel müssen so aufbereitet sein, dass Externe die Daten lesen können.

Die Fremdbeziehungstabellen bilden das Kernsystem für die Zuordnung und Ablage von Daten, auf die Externe zugreifen bzw. die von Externen erstellt worden sind. Probleme entstehen hier, wenn die Daten, auf die zugegriffen werden soll, noch nicht erstellt sind, bzw. wenn es diese Daten nur in einer Übergangsphase gibt und sie weiterverarbeitet werden.

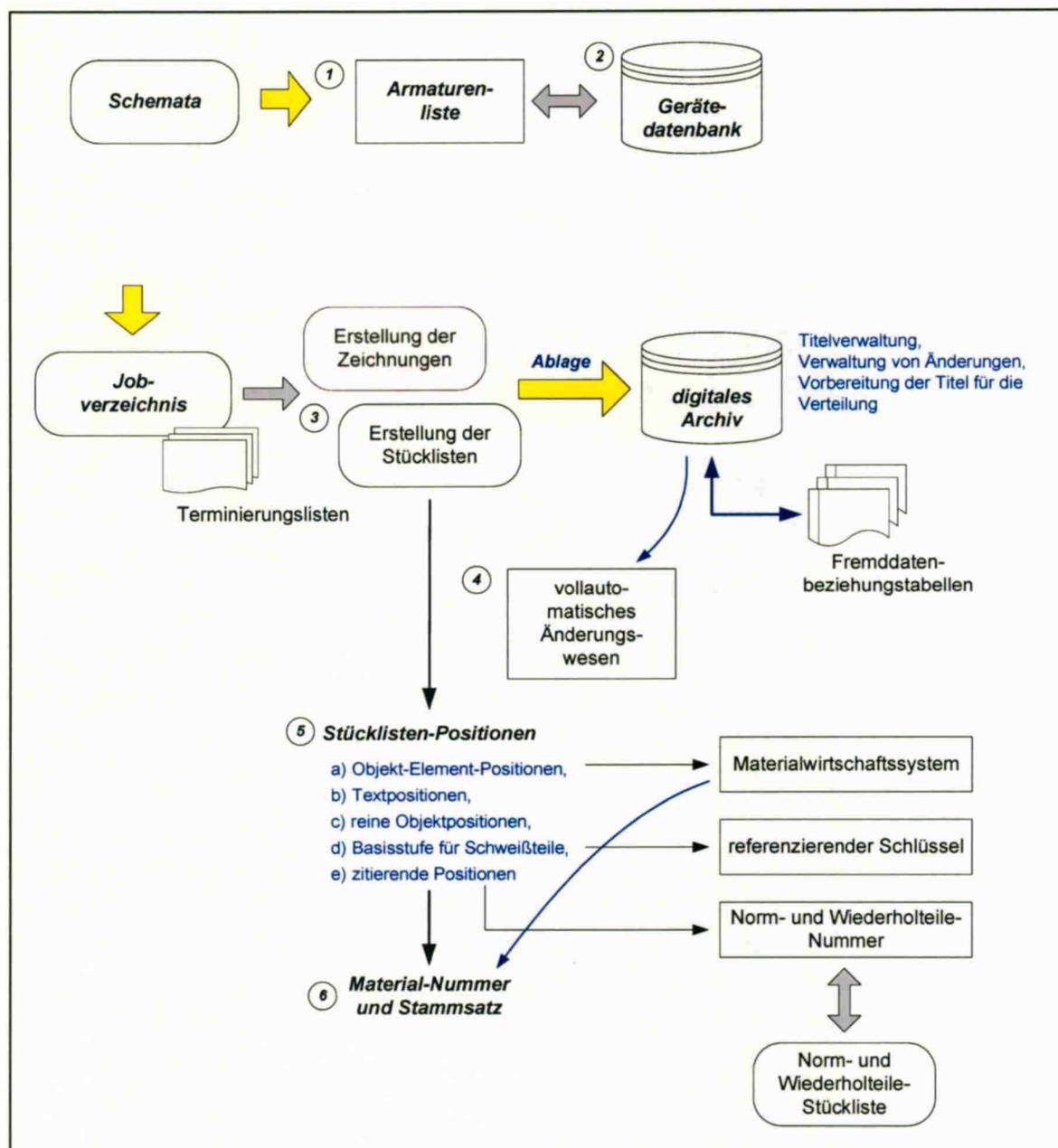


Abbildung 7: Erstellung der Stücklisten

Im Zuge des Prozesses zur Stücklistenenerstellung sind die nachfolgend aufgelisteten Zusammenhänge und Abhängigkeiten von Relevanz:

1. Aus den Schemata, welche am Beginn der Definitionsphase eines Schiffbauprojekts erstellt werden und welche die übergreifenden technischen Komponenten eines Schiffes schematisch darstellen, geht die **Armaturenliste** hervor.
2. Die **Geräte-datenbank** beinhaltet alle für die in einem Schiffbauprojekt genutzten Geräte notwendigen Informationen, so u.a. die Gerätenummern. Auch die Armaturdaten werden in der Gerätedatenbank verwaltet.
3. Die **Stückliste** wird – ebenso wie die Zeichnung – durch einen Konstrukteur erstellt. Sie besteht aus einem Stücklistenkopf und den Stücklistenpositionen, die

idealerweise den Zeichnungspositionen im Bauunterlagenverzeichnis entsprechen. Zwischen den Zeichnungen und den Stücklisten kann es n:1-Beziehungen geben, z.B. bei einer notwendigen Trennung zwischen »heißen« und »kalten« Arbeiten, welche über die Job-Nummer realisiert wird.

Der Stücklistenkopf beinhaltet die Verbindungskriterien zwischen Zeichnungsnummer und Stückliste. Er enthält die Auftrags-Nummer, den Titel der Zeichnung und die Baugruppen-Nummer. Weiterhin sind hier Termindaten sowie die Job-Nummer hinterlegt. Die Job-Nummer bildet das Bindeglied zwischen Netzplan und Stückliste und dient zur Terminierung der Stückliste. Darüber hinaus stößt sie die Bedarfsmeldungen in Richtung Beschaffung an.

Die Stückliste selbst spiegelt ein Objekt oder eine Komponente wider. Sie beinhaltet die einzelnen Teile eines Objekts auf ihren Positionen, wobei unterschiedliche Positionstypen zu unterscheiden sind.

4. Die Stücklistenenerstellung ist bei den Nordseewerken GmbH mit einem *vollautomatischen Änderungswesen* verbunden, welches einen alt-/neu-Vergleich von Stücklisten durchführt, geänderte Stücklisten mit einem Änderungsindex versieht sowie die Art von Änderungen und die Gründe für Änderungen dokumentiert. Die Art der Änderungen können bspw. Mengenänderungen, Änderungen im Ablauf, Wegfall oder Hinzukommen von Teilen, etc. sein.
5. Bei den *Stücklisten-Positionen* sind verschiedene Positionstypen zu unterscheiden: So gibt es (a) Objekt-Element-Positionen, bei welchen die Einzelteile in einer eigenen Position als Elemente aufgelistet sind, und die Objekte die Beziehungen dieser Einzelteile widerspiegeln und die Bruttomenge dieser Teile angeben. Bei solchen Positionen handelt es sich i.d.R. um Halbzeuge, die zu Fertigfabrikaten umgewandelt werden und bei denen die Objektmenge an das Materialwirtschaftssystem weitergeleitet wird. Die Differenzierung zwischen dem Objekt und dem Element erfolgt über die Hilfsmittelunterlage. Weiterhin gibt es (b) die Textposition, unter die Normteile und auftragsbezogene Teile fallen, bei welchen keine Materialreservierungen ausgelöst werden. Weitere Positionstypen sind (c) reine Objektpositionen, wie Geräte, etc. und (d) die Basisstufe für Schweißteile als Gesamtposition für einzelne Schweißteile. Hier gibt es einen auf eine Fertigungseinheit referenzierenden Schlüssel, der eine Gruppierung innerhalb der Stückliste erlaubt. Schließlich gibt es noch den Positionstypen (e) zitierende Positionen. Hier handelt es sich um Positionen, die auf einen Baukasten verweisen. Baukästen enthalten Norm- und Wiederholteile mit einer entsprechenden Norm- und Wiederholteile-Nummer, die auftragsneutral vergeben wird und auf die aus n Projekten heraus referenziert werden kann.
6. Neben den Positionen in der Stückliste erstellt der Konstrukteur die zugehörige *Material-Nummer*, welche sich aus dem Materialwirtschaftssystem ableitet und die sich grundsätzlich auf den Teilestammsatz bezieht, sowie den *Stamm-*

satz, welcher das verwendete Material technisch qualifiziert aufbereitet. So sind hier z.B. der Werkstoff, die Abmaße und Informationen über eventuelle Materialprüfungen hinterlegt. Die Zuordnung des Stammsatzes erfolgt als referenzierende Position in der Stückliste. Hier besteht die Anforderung nach einer Referenztabelle, die eine Umrechnung der Mengeneinheiten ermöglicht.

Als Fazit der Analysen der Nummernsysteme und der Beziehungen zwischen diesen Systemen bleibt festzuhalten, dass die in der Schiffbauindustrie durch die verschiedenen Unternehmen eingesetzten Nummernsysteme in ihrer Art durchaus vergleichbar sind, dass jedoch zugleich deutliche Unterschiede in der Ausgestaltung dieser Systeme festzustellen sind. Dies bedeutet, dass die Systeme sich in ihrem Aufbau stark unterscheiden, so dass zur „Übersetzung“ bspw. der Nummern gleicher Bauteile bei den unterschiedlichen Partnern in einem Schiffbauprojekt die Anwendung geeigneter Hilfsmittel, wie z.B. der oben beschriebenen Konvertierungstabellen, erforderlich ist.

Im Zuge der Analysen der Nummernsysteme, die bei den Werften und bei der Siemens AG eingesetzt werden, hat sich gezeigt, dass eine Vereinheitlichung der Systeme kaum möglich ist und auch nicht angestrebt wird, da die Unternehmen ihre etablierten Nummernsysteme weiter einsetzen möchten. Im Zuge der konzeptionellen Arbeiten des NET-S Projekts ist daher nach Lösungen und Methoden gesucht worden, die eine eindeutige Identifizierung der Baugruppen, Bauteile und Komponenten realisieren, die in konsortialen Schiffbauprojekten verwendet werden.

2.2.2.4 Softwaresysteme

Im Zuge der Analysen der Identifizierungssysteme erfolgte weiterhin eine gegenüberstellende Strukturierung der bei den NET-S Industriepartnern eingesetzten Softwaresysteme. Diese Strukturierung ist entlang der folgenden Kriterien durchgeführt worden: Einerseits ist eine Unterscheidung zwischen kommerzieller Software und eigenentwickelter Software vorgenommen worden und zweitens ist eine Zuordnung der Systeme zu den einzelnen Funktionen im Unternehmen (Konstruktion und Entwicklung, Projektplanung und -steuerung, Fertigungsplanung und -steuerung sowie kaufmännischer Bereich mit Beschaffung, Lagerhaltung und Disposition) vorgenommen worden. Vor diesem Hintergrund ergibt sich ein grober Überblick über die eingesetzten Systeme. Die Gegenüberstellung der bei den beiden Werften sowie bei Siemens eingesetzten Systeme zeigt, dass alle Unternehmen in ihren verschiedenen Funktionsbereichen völlig unterschiedliche Systeme einsetzen. Die Abbildung 8 stellt die in der Konstruktion und Entwicklung eingesetzten kommerziellen Systeme beispielhaft dar.

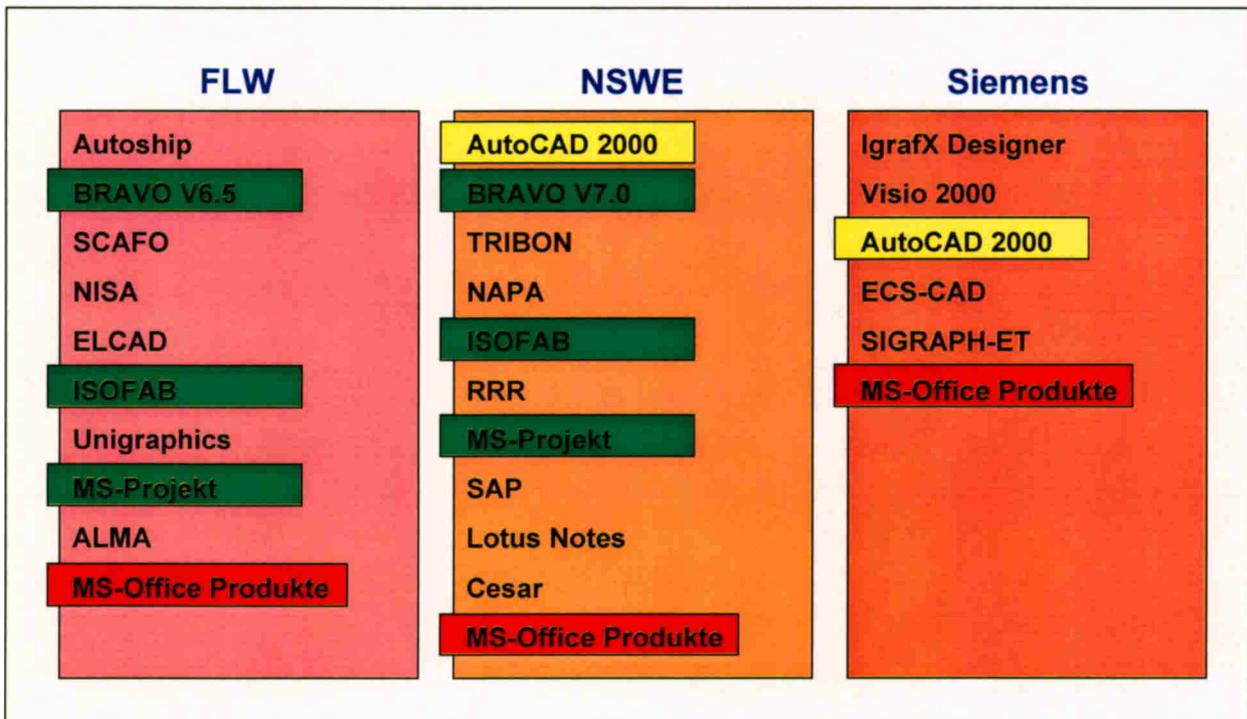


Abbildung 8: Bei den NET-S Industriepartnern eingesetzte Softwaresysteme

Aus den Analysen der Softwaresysteme wird deutlich, dass eine wesentliche Herausforderung an die Kommunikation sowie den Datenaustausch in kooperativen Schiffbauprojekten darin besteht, die Daten und Dokumente, die mittels der unterschiedlichen Systeme erzeugt werden, so zusammenzuführen und aufzubereiten, dass alle in einem Schiffbauprojekt beteiligten Partner diese sinnvoll in ihren eigenen Systemen nutzen können. Auch wird die Notwendigkeit nach einer geeigneten Beschreibungsmethode für Baugruppen, Bauteile und Komponenten, die einen Teil des Produktdatenmodells bilden, deutlich.

2.2.3 Zielsetzung der Analysen der Identifizierungssysteme

Die Analysen der Identifizierungssysteme zielen auf die Schaffung eines detaillierten Überblicks über die Konstruktionsmethodiken, die durch die im NET-S Projekt beteiligten Werften angewendet werden. Auf Basis dieses Überblicks kann eine Bewertung dieser Konstruktionsmethodiken erfolgen und es können Vorschläge für optimierte, an das Unternehmensumfeld angepasste Methodiken entwickelt werden. Die Ziele der Bereitstellung optimierten Konstruktionsmethodiken für kooperative Schiffbauprojekte stellen sich wie folgt dar:

- Erzeugung verlässlicher Informationen als Vorgaben für die Detailkonstruktion
- Frühzeitige Bereitstellung verlässlicher Informationen für die Fertigung
- Frühzeitiges Berücksichtigen möglichst vieler relevanter Randbedingungen und Restriktionen

Weitere Ziele der Analysen der Identifizierungssysteme liegen in der Erstellung eines Daten-Null-Modell auf Basis der gesammelten Daten und in der Entwicklung eines abstrakten Schiffsmodells ausgehend von diesem Modell. Aus den Modellen sollen zudem die für die Konstruktion relevanten Rahmenbedingungen abgeleitet werden. Im Rahmen der Modellentwicklungen ist zu klären, wie das Produktdaten-Null-Modell und die Rahmenbedingungen verbindlich in das Arbeitsumfeld von Partnern und Lieferanten integriert werden und auf welche Art eine Anbindung an die CAD-Systeme umgesetzt werden können.

2.3 Definition der Rollen von Zulieferern

Um die Voraussetzungen für klare Verantwortlichkeiten und Kompetenzen der Zulieferer beim kooperativen Bau von Schiffen in zu schaffen, sind in Zusammenarbeit mit der Siemens AG zwei alternative Rollen von Zulieferern erarbeitet und beschrieben worden. Mit der beschriebenen Partnerrolle wird eine hohe Integration eines Zulieferers in ein Schiffbauprojekt angestrebt, die Rolle eines „einfachen“ Zulieferers beschränkt sich die Verantwortung dieses Zulieferers hingegen lediglich auf das angebotene Leistungsspektrum hinsichtlich Termineinhaltung und zugesicherter Qualität der erbrachten Leistungen. Die beiden definierten Rollen sind in Abbildung 9 gegenübergestellt und werden im Folgenden erläutert.

Partnerrolle	Zuliefererrolle
<ul style="list-style-type: none"> ■ Einbeziehung in Vor-Akquisitionsphase → gemeinsame Entwicklung und Präsentation von kundenspezifischen Lösungen ■ Funktionsgarantie für das zu verantwortende Gesamtsystem ■ Führung der Zulieferer, die das zu verantwort. Gesamtsystem mit dem Partnern erstellen ■ Partnerschaftsabkommen mit Alternativen <ul style="list-style-type: none"> a) Vorleistungen werden honoriert b) Projekt wird gemeinsam durchgeführt ■ Gemeinsame transparente und durchgängige Planung ■ Definierter Änderungsprozess ■ Gemeinsames Projektmanagement mit definierten Meilensteinen und Aufgabenlisten ■ Initiierung von »Application Design Workshops« für das zu verantwort. Gesamtsystem 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Definierte Anfrage durch Werft mit Pflichtenheft mit definierten Leistungsdaten <ul style="list-style-type: none"> a) in der Akquisitionsphase der Werft b) wenn die Werft den Auftrag bereits hat → Festpreisanfrage ■ Anfrage von Engineering-Leistungen und Komponenten: <ul style="list-style-type: none"> a) Anfragengerüst in Akquisitionsphase b) Pflichtenheft in der Realisierungsphase ■ Termingerechte Lieferung einer Komponente oder Dienstleistung ■ Nachweis der zugesicherten Eigenschaften der Einzelkomponenten

Abbildung 9: Gegenüberstellung von Partner- und Zuliefererrolle

Entsprechend der Definitionen, die in Abbildung 9 zusammengefasst sind, beschränkt sich die klassische Zuliefererrolle, wie die Bezeichnung schon aussagt, auf die termingerechte Lieferung einer Komponente oder Dienstleistung. Unterschie-

den wird hierbei zwischen so genannter *Katalogware*, *Customized Standardprodukte* sowie *Sonderkomponenten in Einzelanfertigung*. Der Zulieferer muss die zugesicherten Eigenschaften der Einzelkomponente nachweisen, eine Funktionsgarantie für das Gesamtsystem bietet der er dabei nicht. So prüft der Zulieferer z.B. nicht, ob die Verkabelung bis zur Lieferkomponente dem Leistungsbedarf gerecht wird. Der Zu-Lieferant erhält von der Werft eine definierte Anfrage in Form eines Pflichtenheftes mit definierten Leistungsdaten. Er kann in der Akquisitionsphase mit einem Anfragegerüst sowohl von Engineering-Dienstleistungen wie auch von Komponenten und in der Realisierungsphase einbezogen werden. Ein wesentliches Problem der Zulieferrolle besteht darin, dass i.d.R. ein Festpreisangebot von der Werft angefragt wird, dass jedoch ausführliche Informationen zu den Schnittstellen fehle, die in einem Angebot berücksichtigt werden müssen.

Die Siemens AG als Lieferant für komplexe schiffstechnische Anlagen und Systeme strebt eine Partnerrolle in Schiffbauprojekten an. Eine derartige Rolle impliziert die gemeinsam mit der Werft durchzuführende Auswahl der einzusetzenden Komponenten oder Dienstleistungen. Hierbei bringt der Partner zusätzlich zu den oben genannten Zulieferteilen sein Know-how ein, um die wirtschaftlichste Lösung zu realisieren. Zusätzlich übernimmt der Partner Funktionsgarantien des von ihm zu verantwortenden Gesamtsystems und Führung der Abstimmungsprozesse mit allen daran beteiligten Unterlieferanten.

Entsprechend der Definition der Partnerrolle wird ein Partner wird bereits direkt in die Vor-Aquisitionphase einbezogen und nimmt abgestimmt mit der Werft „case by case“ an Kundengesprächen teil, ohne kommerzielle Aussagen gegenüber dem Kunden zu machen. Dadurch können dem Kunden zukunftsrobuste Neuentwicklungen präsentiert werden. Die Grundlage der Zusammenarbeit bilden Partnerschaftsabkommen. Weiterhin initiiert der Partner für seinen Verantwortungsbe- reich „Application-Design-Workshops“ mit den beteiligten Abteilungen intern, mit den Konsortialpartnern und mit dem Kunden bzw. späteren Anwender, um sicherzustellen, dass die zu realisierende Lösung allen Beteiligten gerecht wird und gemäß dem Kalkulationsrahmen wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Damit werden frühzeitig zusätzliches Vermarktungspotential ausgelotet und spätere Claims und strittige Auslegungen weitestgehend vermieden.

Für die beiden vorangehend beschriebenen Rollen sind jeweils die Vor- und Nachteile sowohl aus Sicht der Siemens AG – also eines Systemzulieferers – als auch aus Sicht einer Werft erarbeitet worden, die in den folgenden Tabellen zusammengefasst sind. Aus Sicht eines Systemzulieferers erfordern beide definierte Rollen Veränderungen in der Zusammenarbeit zwischen Werften und Zulieferern, so dass in Tabelle 1 auch die Vor- und Nachteile für diese beiden Rollen gegenübergestellt sind.

Partnerrolle	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zielorientierte Optimierung der Aktivitäten, da Siemens genau weiß, was der Endkunde und die Werft wollen ■ Koordinierte Erstellung der Schnittstellenpapiere, dadurch einmalige Definition der Schnittstellen ■ Gemeins. Projektmanagement mit der Werft 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Öffnung gegenüber den Werften bzgl. Terminplanung kann zu Mehrkostenforderungen bei Terminverzug führen ■ Gewährung von Einblicken in die eigene Forschung und Entwicklung ■ Gewährung von Einblicken in die Siemens-internen Abläufe
Zulieferrolle	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ■ Klar umrissenen Aufgabenfeld bei reiner Produktlieferung ■ Aufbau eines eigenen Claim-Managements gegenüber den Werften 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intransparenz der Zusammenhänge ■ Zulieferer wird für Ergebnisse verantwortlich gemacht, die er nicht beeinflussen kann ■ Abhängigkeitsverhältnis bei best. Produkten, wenn die Werft einziger Partner ist

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Rollen aus Sicht eines Systemzulieferers

Da aus Sicht einer Werft nur die Partnerrolle Veränderungen erfordert, werden in Tabelle 2 die Vor- und Nachteile auch nur für eine solche Rolle gegenübergestellt. Die aufgelisteten Vor- und Nachteile sind durch das BIBA und die Siemens AG aufgrund der Erfahrungen dieser beiden NET-S Projektpartner formuliert und durch die am NET-S Projekt beteiligten Werften bestätigt worden.

Partnerrolle	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zusätzliches Know how fließt in allen Phasen eines Schiffbauprojekts kostenfrei ein ■ Bessere Erkennung von Synergien ■ gemeinsame Generierung von wirtschaftlichem Nutzen für die Partner und den Endkunden ■ Gemeinsame Terminplanung der Partner ■ Gemeinsames Claimmanagement der Werften mit den Partnern gegenüber den Endkunden ■ Gemeinsames Projektmanagement der Partner 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Öffnung gegenüber dem Partner bzgl. der Termin- und Projektplanung macht angreifbar für Mehrkostenforderungen bei Terminverzug ■ Gewährung von Einblicken in die eigene Forschung und Entwicklung ■ Erfolge von Einkaufsaktivitäten scheinen nicht darstellbar, da die Wettbewerbssituation wegfällt ■ Es entsteht ein Abhängigkeitsverhältnis, wenn der Partner »gesetzt« ist

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Partnerrolle aus Sicht einer Werft

Neben der Gegenüberstellung der unterschiedlichen Rollen aus unterschiedlichen Sichten sind Beispiele für Leistungen und Produkte, die in der jeweiligen Rolle erzeugt werden, beschrieben worden. Aus diesen Beispielen wird deutlich, dass gerade bei komplexen Systemen und Dienstleistung die Partnerrolle für alle an einem Schiffbauprojekt Beteiligten Vorteile bringen kann und einen reibungsloseren Ablauf derartiger Projekte unterstützen kann (vgl. Tabelle 3)

Siemens AG (SAG) als Partner	SAG als Zulieferer
<p>Beispiel »All-Electric-Ship«, SAG als Generalunternehmer Elektrik / Elektronik:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gesamte elektrische / elektronische Anlage aus einer Hand ■ Einmalige Schnittstellenbetrachtung ■ Gemeinsame (Termin-)Planung mit Abstimmung der Abhängigkeiten ■ Straffes Projektmanagement ■ Regelmäßige/wöchentliche Projektleiter-/Bauleiter-Statusbesprechung in der Realisierungsphase ■ Projekt-Nachbesprechungen, um aus Erfahrungen zu lernen (Kosten, Termine und Technik) 	<p>Beispiel Kabelanlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Kabelwegeplanerstellung erfolgt durch den Zulieferer, die Einarbeitung in den Generalplan übernimmt die Werft ■ Änderungen aufgrund Erfordernissen anderer Systeme, z.B. Klimatechnik (gerade Wege), müssen gemäß dem Änderungsmanagement einfließen ■ Werden Änderungen ohne das Änderungsmanagement vorgenommen, wird die notwendige Kabellänge unplanbar und nicht optimierbar

Tabelle 3: Rollenabhängige Merkmale für Leistungen und Produkte

Auch hinsichtlich des Änderungsmanagements lassen sich Merkmale identifizieren, die entsprechend der jeweiligen Rolle Verbesserungen in der Projektabwicklung, in den Verantwortlichkeiten und in den Kompetenzen der an einem Schiffbauprojekt beteiligten erwarten lassen. Die Voraussetzungen, die an das Änderungsmanagement gestellt werden, im die Potentiale der jeweiligen Rollen ausschöpfen zu können, stellen sich wie folgt dar:

- Ein professionelles Änderungsmanagement basiert auf einer vorliegenden optimalen Planung der Technik (Konfigurationsmanagement) wie auch der Organisation.
- Die Auswirkungen von Änderungen in jedem Stadium eines Projektes werden hinsichtlich Technik, Termine, Kosten, Ressourcen beleuchtet.
- Das Projekt muss strukturiert sowie die Rollen und Verantwortlichkeiten definiert sein.

Unter Berücksichtigung dieser Voraussetzungen lassen sich die in Tabelle 4 zusammengefassten Merkmale der beiden definierten Rollen definieren.

Merkmale SAG als Partner	Merkmale SAG als Zulieferer
<ul style="list-style-type: none"> ■ Der Partner ist in das Änderungsmanagement der Werft und dem Endkunden eingebunden ■ Somit kann der Partner frühzeitig agieren ■ Die Werft erhält Argumente gegenüber dem Endkunden, Änderungswünsche durch Zusatzaufträge und/oder Terminverschiebungen umzusetzen ■ Frühere Erkennung technologischer Grenzen ■ Verbesserung der Transparenz des Projekts 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Änderungen in der Zulieferung dürfen nur bei Storno oder Zusatzauftrag durch die Werft wirksam werden ■ Änderungen werden aufgrund von eigenen Fehlern durchgeführt ■ Bei beschlossenen Änderungen kann ein Zulieferer nur reagieren

Tabelle 4: Merkmale der definierten Rollen bzgl. des Änderungsmanagements

Im Rahmen der Formulierungen der Rollen von Partnern und Zulieferern in Schiffbauprojekten sind aus einem groben abstrahierten Ablauf eines Schiffbauprojekts entsprechend dieser Rollen die In- und Outputleistungen an den Schnittstellen bzw. an wichtigen Meilensteinen eines solchen Projekts herausgearbeitet worden. Bei den identifizierten Schnittstellen und Meilensteinen handelt es sich um die folgenden: Vorakquisition, Bearbeitung der Akquisition, Ausschreibung/Erstellung eines Angebots, Feinplanung des Projekts, Arbeitsplanung, Beschaffung/Materialplanung, Fertigung und Montage, Inbetriebnahme, Einweisung/Schulung, Lieferung, Kontrollprozesse/Klassifikation und Abnahme, Qualitätssicherung/Vorschriftenwesen sowie Life Cycle Prozess. Beispielhaft sind in Abbildung 10 die In- und Outputleistungen im IST (Zulieferer) sowie im SOLL (Zulieferer und Partner) für die Beschaffung/Materialplanung dargestellt.

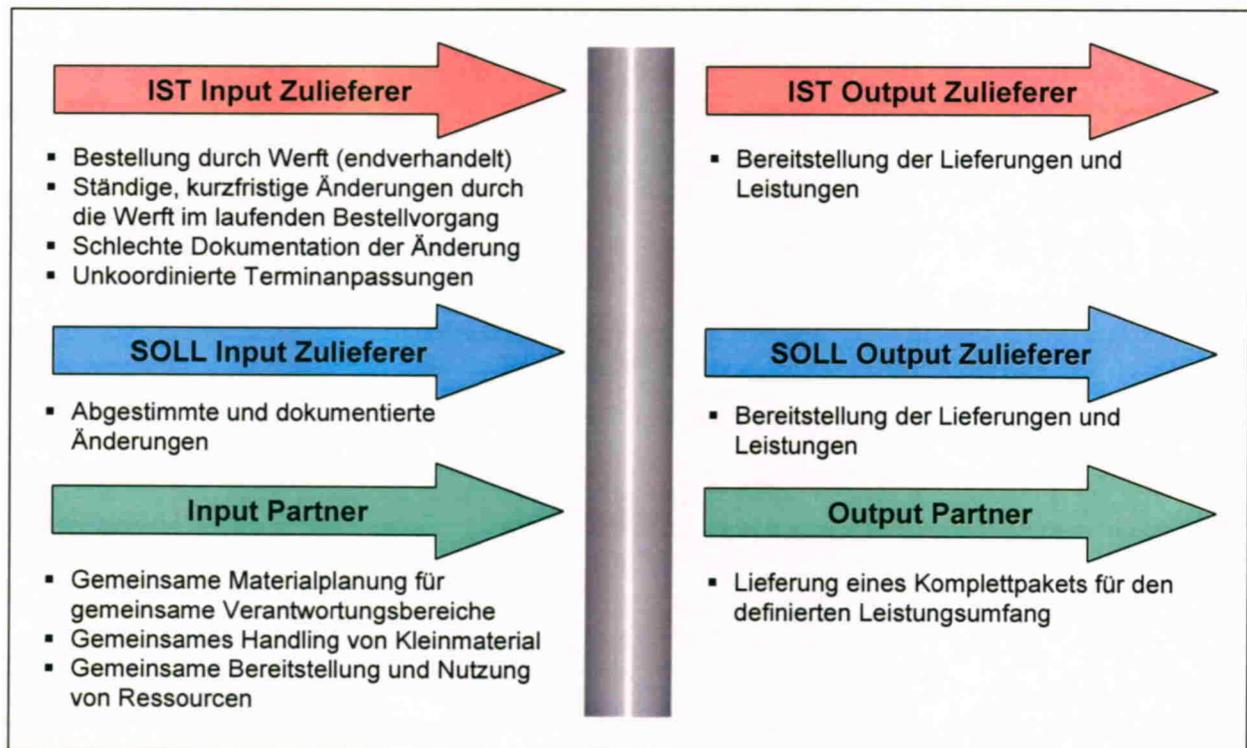


Abbildung 10: In- und Outputleistungen für die Beschaffung/Materialplanung

Die Ergebnisse der Definition von Rollen von Zulieferern in Schiffbauprojekten sind teilweise in die Beschreibung der SOLL-Prozesse von kooperativen Schiffbauprojekten eingegangen. Im Zuge der Formulierung dieser Definitionen ist deutlich geworden, dass ein erheblicher Bedarf nach einer vertiefenden Behandlung des Themas Konfigurations- und Änderungsmanagement und der damit verbundenen Prozesse erforderlich ist, um zu klar definierten Ablaufstrukturen zu kommen. Dieses Thema ist im NET-S Projekt vertiefend behandelt und diskutiert worden. Die Ergebnisse dieser Diskussionen sind in Kapitel 2.6 ausführlich dargestellt.

2.4 Das Produktdatenmodell

Auf Basis der Analysen der vorhandenen und angewendeten Identifizierungssysteme (vgl. Abschnitt 2.2.2) ist schwerpunktmäßig durch das BIBA und die Nordseewerke GmbH ein Produktdatenmodell erarbeitet worden, welches als Grundlage für den Austausch von Informationen und Daten in kooperativen Schiffbauprojekten dient. Das Erarbeiten des Modells ist in mehreren Schritten erfolgt, die sich wie folgt darstellen:

- Ermittlung der relevanten schiffbaulichen Attribute aus den Analysen der Identifizierungssystemen heraus, Strukturierung dieser Attribute und weitere Komprimierung der strukturierten Attribute.
- Erstellung eines Konzeptmodells aus den komprimierten Attributen. Darstellung der Zusammenhänge der Attribute und damit des Konzeptmodells durch ein Entity-Relationship-Modell.
- Ableitung des Produktdatenmodells mit seinen unterschiedlichen Sichten.
- Überführung des Produktdatenmodells in ein XML-Schema.

Die aus den vorgenannten Schritten resultierenden Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

2.4.1 Attributierung von Bauteilen

Die Analysen der Identifizierungssysteme führen auf insgesamt 21 grundlegende Attribute, mit denen schiffbauliche Teile belegt werden können. Diese Attribute sind für Schiffbauprojekte von vorrangiger Bedeutung, sie sind bei den beiden am NET-S Projekt beteiligten Werften durchaus vergleichbar. Die Darstellung dieser Attribute in Abbildung 11 erfolgt entsprechend ihrer Strukturierung entlang der beiden wesentlichen Parameter in Schiffbauprojekten, nämlich dem Bezug der Attribute zu einem bestimmten Projekt (projektspezifische und projektunabhängige Attribute) und ihrem Bezug zu einer bestimmten Werft (werftspezifische und werftunabhängige Attribute).

Die projektunabhängigen Attribute, die von spezifischen Schiffbauprojekten losgelöst sind, unterstützen eine generelle Identifizierung von Bauteilen und können zur Identifizierung von Standard-Bauteilen genutzt werden. Die Attribute mit Bezug zu einem spezifischen Schiffbauprojekt ermöglichen hingegen die explizite Identifizierung bestimmter Bauteile, welche innerhalb des jeweiligen Projekts verbaut werden. Die Unterscheidung zwischen werftspezifischen und werftunabhängigen Attributen in Kombination mit ihrer Projektabhängigkeit oder Projektunabhängigkeit erlaubt eine weitere Detaillierung der Strukturierung der Attribute. Bei den werftunabhängigen Attributen handelt es sich um Angaben, welche werftübergreifend gültig sind und somit eine eindeutige Identifizierung von Bauteilen durch alle Partner in einem Schiffbauprojekt zulassen. Die werftabhängigen Attribute lassen demgegenüber nur eine Identifizierung eines Bauteils durch diejenigen Partner zu, welche die werftspezifische Ausprägung des Attributs für das jeweilige Bauteil kennen.

Mit der vorgenommenen Strukturierung bilden sich insgesamt vier Klassen, in welche sich die Attribute einteilen lassen (vgl. Abbildung 11). Klassenübergreifend bestehen direkte Beziehungen zwischen werftspezifischen Attributen und solchen, die unabhängig von einer Werft sind, so bspw. zwischen der werftunabhängigen Poolnummer und der werftspezifischen Sachnummer eines Bauteils. Die Beziehungen zwischen diesen Attributen sind in Abbildung 11 durch Pfeile zwischen diesen Attributen dargestellt. Aufgrund der Vergleichbarkeit der Attribute der beiden Werften lässt sich eine generelle Systematik für die identifizierten und strukturierten Attribute ableiten.

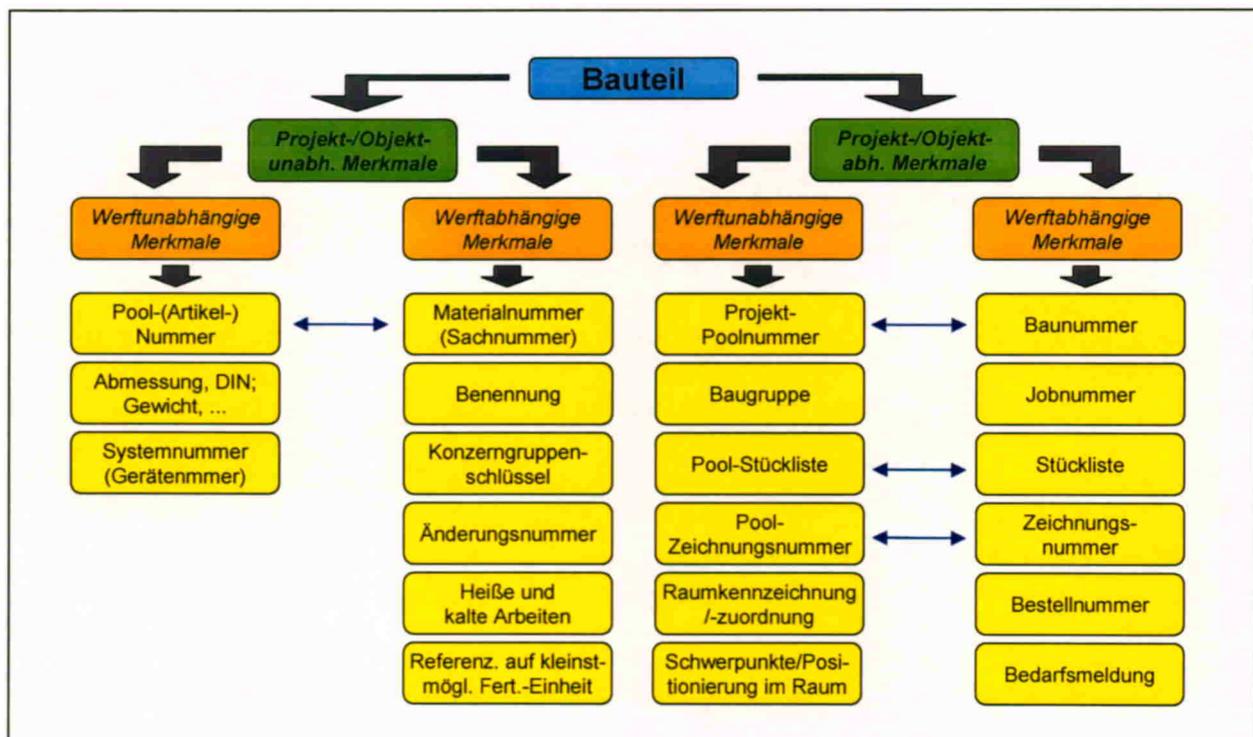


Abbildung 11: Klassifizierung schiffbaulicher Attribute

2 Erzielte Ergebnisse

Beispiele für Attribute, die sich keinem spezifischen Projekt zuordnen lassen, sind die grundlegenden Daten eines Bauteils, wie z.B. der Name des Bauteils oder seine Artikelnummer. Diese Daten sind für jedes Bauteil in einem Schiffbauprojekt von Relevanz. Weitere Attribute, die keinen Bezug zu einem spezifischen Schiffbauprojekt haben, sind Materialdaten, bspw. die Materialnummer, oder logistische Daten, die Informationen bzgl. des Einkaufs oder der Lagerung von Bauteilen umfassen. Diese Daten beziehen sich hauptsächlich auf Lager- oder Standardmaterial.

Die Unterscheidung zwischen projektspezifischen und projektunabhängigen Attributen erlaubt eine Einordnung der jeweiligen Bauteile nach *Standardmaterial*, welches als projektunabhängigen klassifiziert wird und *Objektmaterial*, bei dem es sich um projektspezifischen Bauteilen bzw. Systeme handelt. Das Standardmaterial ist gekennzeichnet durch eine hohe Wahrscheinlichkeit der Wiederverwendung und die freie Verfügbarkeit des Wissens zu diesem Material, das unternehmensspezifisch strukturiert werden kann. Die Merkmale des Objektmaterials sind die geringe Wahrscheinlichkeit seiner Wiederverwendung, sein Bezug zu einem bestimmten Projekt, die Tatsache, dass es oft mit unternehmensspezifischem Know-how behaftet ist und dass es eine mögliche Vorlage für Folgeprojekte bilden kann. Darüber hinaus gibt es als dritte Klasse die *Halbzeuge*, die durch eine hohe Wahrscheinlichkeit ihrer Wiederverwendung in anderen Projekten und durch frei verfügbare, unternehmensspezifisch strukturierbare Bauteilmerkmale gekennzeichnet ist. Weiterhin bildet dieses Material die Basis einer Vielzahl von Standard- und Objektbauteilen. Abbildung 12 fasst die Charakteristika der beschriebenen Bauteil- bzw. Materialarten zusammen.



Abbildung 12: Bauteil- bzw. Materialarten

Die Strukturierung und Analysen haben gezeigt, dass die werftabhängigen Attribute i.d.R. für den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Unternehmen nicht geeignet sind und daher für das Produktdatenmodell nicht genutzt werden können.

Soweit möglich und sinnvoll sollten diese Attribute daher in werftunabhängige Attribute überführt werden bzw. werftunabhängig beschrieben werden.

Entlang der beschriebenen Klassifizierung von Bauteilarten werden die Attribute von Bauteilen in der Schiffbauindustrie weiter differenziert. Diese Differenzierung wird in Abbildung 13 am Beispiel von Standardbauteilen dargestellt. Neben den auftragsabhängigen und werftabhängigen Attributen werden als weitere Klassen die applikationsabhängigen Attribute identifiziert, welche die Bauteilattribute bezeichnen, die von einem Softwaresystem bzw. einer Applikation bestimmt werden. Darüber hinaus wird zwischen bauteilunabhängigen und bauteilabhängigen Attributen unterschieden. Die bauteilunabhängigen Attribute bezeichnen Basismerkmale von Bauteilen, die auf jedes beliebige Standardmaterial anwendbar sind und eine Beschreibung eines Bauteils unterstützen. Beispiele für diese bauteilspezifischen Attribute sind die Artikelnummer, die Bezeichnung des Bauteils oder dessen Abmessungen. Bei den bauteilabhängigen Attributen handelt es sich um spezifische Attribute, die nur für bestimmte Bauteile relevant sind. Beispiele für diese Attribute sind funktions- und leistungsbeschreibende Attribute von Bauteilen, Klassenzugehörigkeiten sowie verbau- und anschlussrelevanter Informationen.

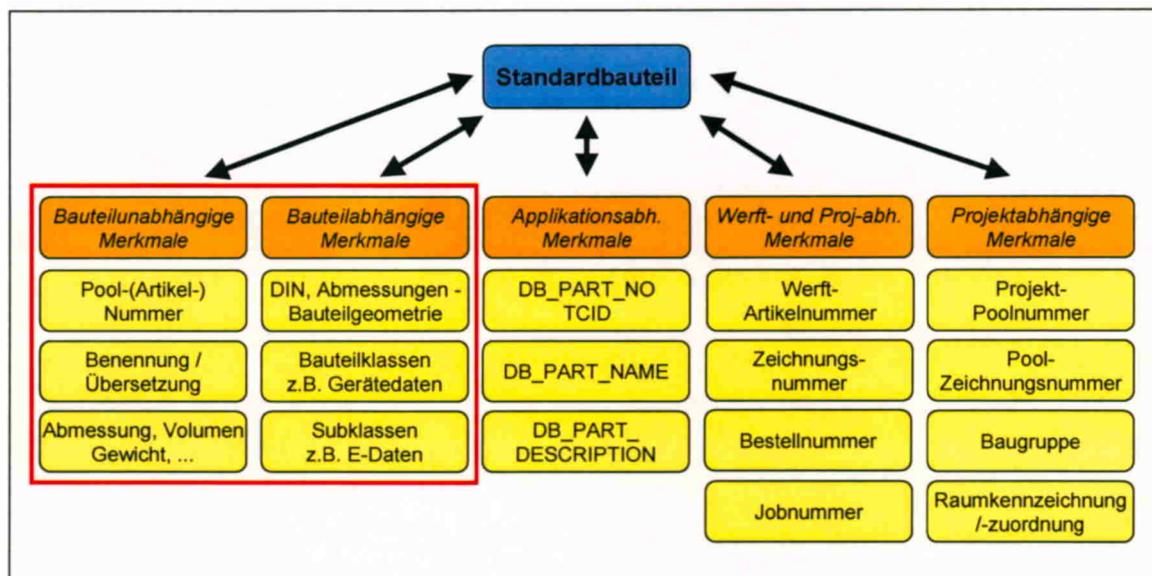


Abbildung 13: Differenzierte Klassifizierung der Bauteil-Attribute

Die in diesem Abschnitt dargestellten und beschriebenen Klassifizierungen und Modelle bilden die Basis für die Erstellung von Entity Relationship Modellen, welche die Zusammenhänge zwischen den in Schiffbauprojekten relevanten Elementen mit ihren jeweils identifizierten und klassifizierten Attributen darstellen. Die ausführlichen Darstellungen dieser Modelle erfolgen im nächsten Abschnitt. Sie dienen als eine weitere Grundlage für die Erstellung des Produktdatenmodells, welches aus den klassifizierten Attributen, den Zusammenhängen zwischen diesen Attributen sowie den praktischen Erfahrungen und Anforderungen der am NET-S Projekt beteiligten Werften abgeleitet werden.

Um einen reibungslosen Datenaustausch in kooperativen Schiffbauprojekten zu realisieren, ist die Festlegung von bauteilbeschreibenden Attributen nicht ausreichend. Vielmehr ist die Definition von Objekten erforderlich, für die eine Reihe bestimmter Attribute festgelegt werden, die wiederum die Beschreibung eines Bauteils unterstützen. Die Basis der Objektbeschreibungen bildet ein allgemeines Objekt, das die grundlegenden Attribute enthält. Dabei handelt es sich um eine Identifizierungsnummer, z.B. eine Zählnummer, den Namen des Objekts, eine Beschreibung des Objekts, den Objekttyp sowie eine Werteliste, welche zulässige Werte für die einzelnen Attribute vorgibt. In Abhängigkeit vom zu beschreibenden Bauteil bzw. Gegenstand muss ein bestimmtes Objekt zur Beschreibung dieses Bauteils ausgewählt werden. Die Bauteile, die über die Objekte beschrieben sind, sollten schließlich durch alle an einem Schiffbauprojekt beteiligten Werften und ggf. Zulieferer identifizierbar sein. Die Objektbeschreibung bildet somit eine Grundlage für ein schiffbauliches Produktdatenmodell.

2.4.2 Zusammenhänge zwischen den Elementen in einem Schiffbauprojekt

Zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen den relevanten Elementen von Schiffbauprojekten sowie der Attributen zur Beschreibung schiffstechnischer Bauteile, Baugruppen und Komponenten sind im Zuge des NET-S Projekts drei Entity Relationship Modelle erstellt worden, die in diesem Abschnitt beschrieben werden. Ein Entity Relationship Modell dient der Beschreibung von Datenstrukturen und unterstützt damit den Aufbau von Datenbanken. Es besteht aus drei Elementen, mit denen alle Strukturen abgebildet werden können. Dies sind die *Entities*, die *Attribute* sowie die *Beziehungen zwischen den Attributen*.

Entities sind bezogen auf die Geschäftsprozesse im Unternehmen immer bestimmte, den jeweiligen Prozess beschreibende Daten. Hierzu zählen u.a. die aus der Bearbeitung einer Aufgabe resultierenden Daten, die eine Aufgabe initiiierenden Daten und die eine Entscheidung initiiierenden Daten. Ein Entity muss selbständig existieren können und darf nicht von anderen Entities abhängen. Attribute bezeichnen Daten, welche von anderen Daten abhängen und die Spezifizierung dieser Daten repräsentieren. Attribute lassen sich unter einem Attributtyp zusammenfassen. Diese Attribute besitzen immer einen gemeinsamen Wertebereich, wobei für jeden Attributtyp ein eigener Wertebereich definiert werden muss. Die Zuweisung von Werten zu Attributen ist eine wichtige Voraussetzung für die Datenverarbeitung. Attribute stehen nur mit ihren Entities im Zusammenhang. Sie können nicht durch weitere untergeordnete Attribute spezifiziert werden. Wenn die Darstellung von Prozessen eine weitergehende Spezifizierung erfordert, müssen die Attribute in Entities umgewandelt werden. Die Beziehung als drittes Element in einem Entity Relationship Modell kann nie für sich alleine stehen sondern ist immer abhängig von zwei Entities. Durch eine Beziehung wird ausgedrückt, in welchem Zusammenhang die Entities bzw. Entity-Typen stehen. Neben der Art der Beziehung zwi-

schen zwei Entities wird auch der Komplexitätsgrad dieser Beziehung dargestellt. Dazu wird zwischen vier Beziehungstypen unterschieden: 1:1, 1:n, n:1 und n:m Beziehungen. Das n steht für die Anzahl der Entities des zweiten Typs (z.B. WOHNSTZ), die mit einem Entity des ersten Typs (z.B. KUNDE) eine Beziehung haben. In einigen Fällen kann es vorkommen, dass zwischen zwei Entities einmal eine Beziehung besteht und einmal keine Beziehung besteht, so dass wir eine 0/1:n Beziehung eingeführt haben. Es ist bei der Dokumentation der Beziehungen zu berücksichtigen, dass in der Entity-Relationship Darstellung eine Leserichtung für die Diagramme existiert.

Mit diesen Definitionen lassen sich die Daten und ihre Verknüpfungen den verschiedenen Elementen des ER-Modells zuordnen. Die eindeutige Identifizierung der Entities wird dabei durch die Vergabe von eindeutigen Entity-Schlüsseln sichergestellt. Die ER-Modelle, welche die Zusammenhänge in kooperativen Schiffbauprojekten darstellen, bilden lediglich erste Ansätze und dienen als Ideengeber für die Bildung eines Produktdatenmodells. Die Inhalte der ER-Modelle lassen sich auf die folgende Schwerpunkte fokussieren:

1. Wesentliche Zusammenhänge der in Schiffbauprojekten relevanten Elemente und der Attribute eines Bauteils (vgl. Abbildung 14).
2. Zusammenhänge der Elemente in Schiffbauprojekten aus Entwicklungs- und Konstruktionssicht, Fertigungssicht sowie Einkaufs- und Kundensicht.
3. Wesentliche Zusammenhänge um die Verjobbung herum (vgl. Abbildung 16)

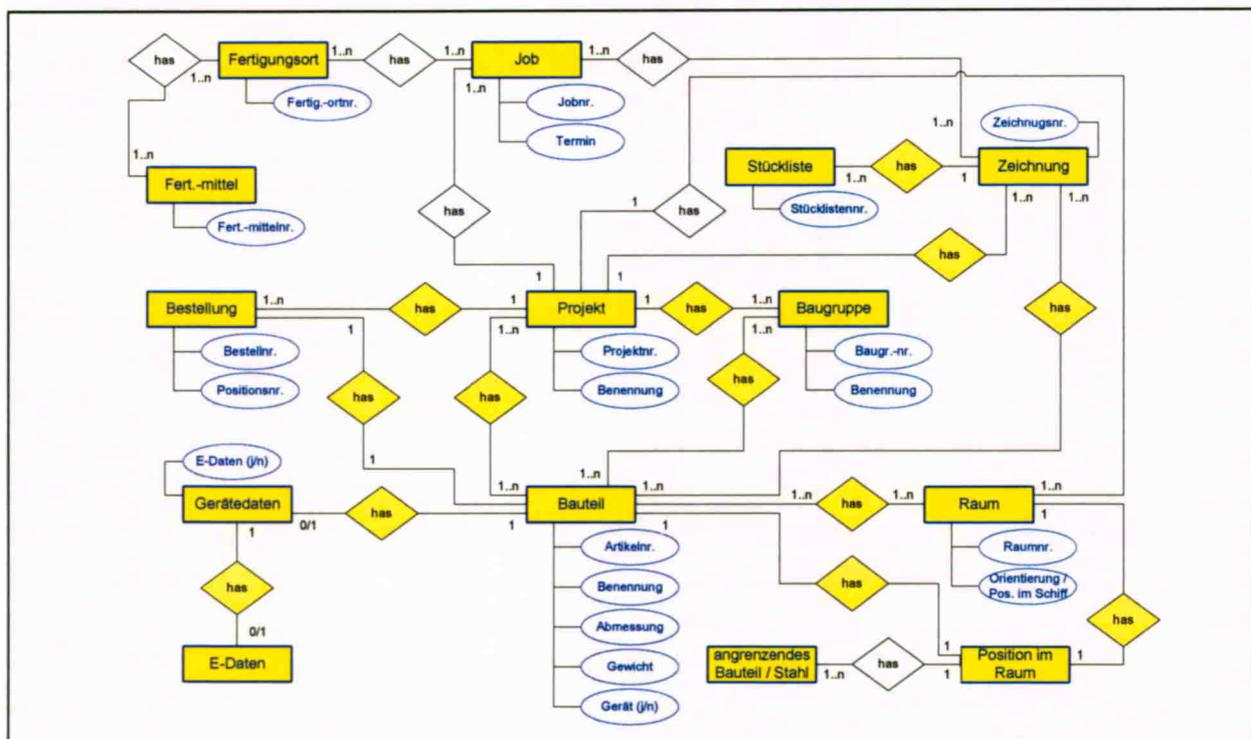


Abbildung 14: ER-Modell der Zusammenhänge zwischen Bauteil-Attributen

2 Erzielte Ergebnisse

Die obige Abbildung gibt nur einen Ausschnitt der Zusammenhänge wieder und bildet daher keine vollständige Darstellung dieser Zusammenhänge. Dieser Ausschnitt die wichtigsten bestehenden Zusammenhänge zwischen den Elementen mit ihren jeweils zugeordneten Attributen auf. Er wird ergänzt um ER-Modelldarstellungen, die spezifische funktionale Sichten auf die Zusammenhänge repräsentieren und daher als Ergänzungen zur Erzeugung eines Vollständigen Bildes dienen. Eine Erstellung von ER-Modellen für jede einzelne funktionale Sicht hat sich als nicht sinnvoll erwiesen, da diese vielfache Redundanzen aufweisen. In Abbildung 15 sind die existierenden Zusammenhänge exemplarisch aus Entwicklungs- und Konstruktionssicht dargestellt.

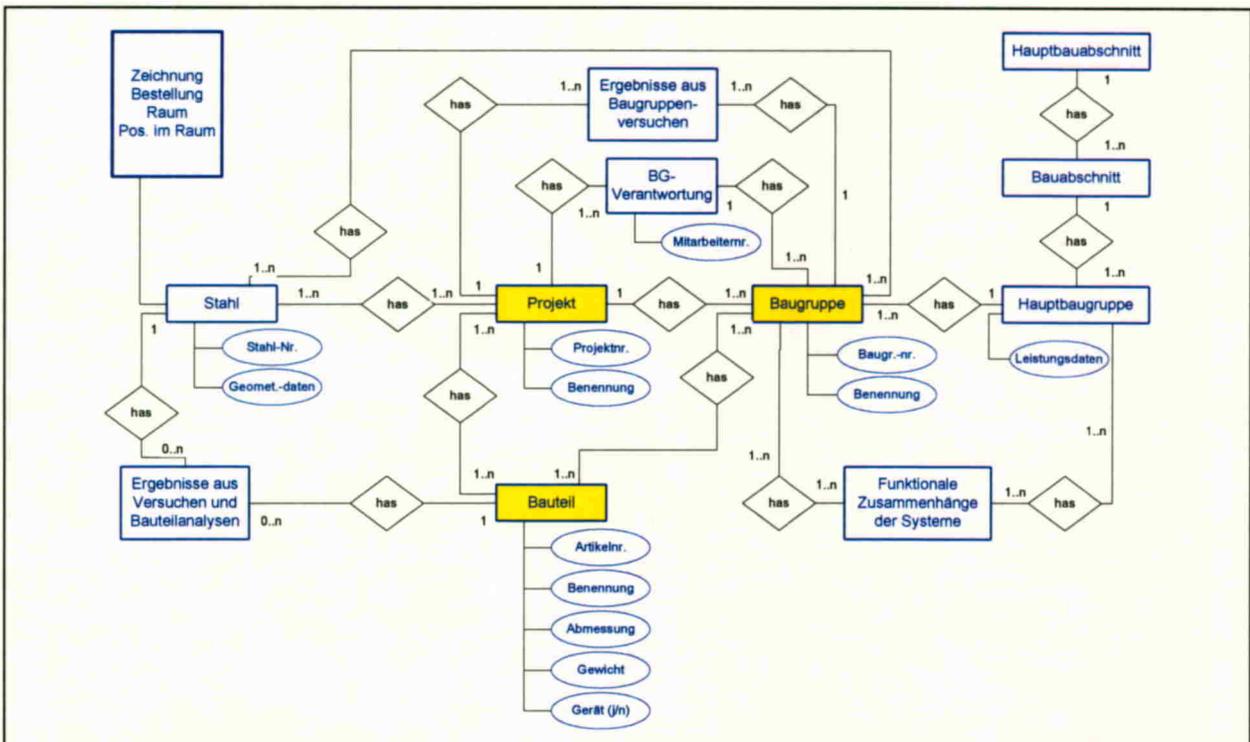


Abbildung 15: ER-Modell aus Entwicklungs- und Konstruktionssicht

Im Zuge der Erstellung der beiden in den Abbildungen 13 und 14 dargestellten Modelle hat sich gezeigt, dass die Entities **Projekt**, **Bauteil** und **Baugruppe** in den Mittelpunkt der Betrachtungen zu stellen sind. Dies geht auch aus den Abbildungen hervor. Im ER-Modell der Entwicklungs- und Konstruktionssicht sind lediglich die Entities, Attribute und Beziehungen dargestellt, welche die spezifische, hier beschriebene Sicht ausmachen. D.h. die übrigen Elemente, die bereits in der Bauteilsicht dargestellt sind und die auch alle in dieser Sicht relevant sind, sind ausgeblendet.

Die folgende Abbildung zeigt das ER-Modell, welches die Zusammenhänge um die Verjobbung herum beschreibt wie sie bei den Nordseewerken GmbH von Relevanz sind. Eine solche Darstellung ist notwendig geworden, da die Verjobbung einerseits in fast allen Sichten eines Schiffbauprojekts von Bedeutung ist und ande-

rerseits hier einige Entities und Attribute integriert sind, deren Darstellung in den unterschiedlichen Sichten auf Schiffbauprojekte als nicht sinnvoll erschien.

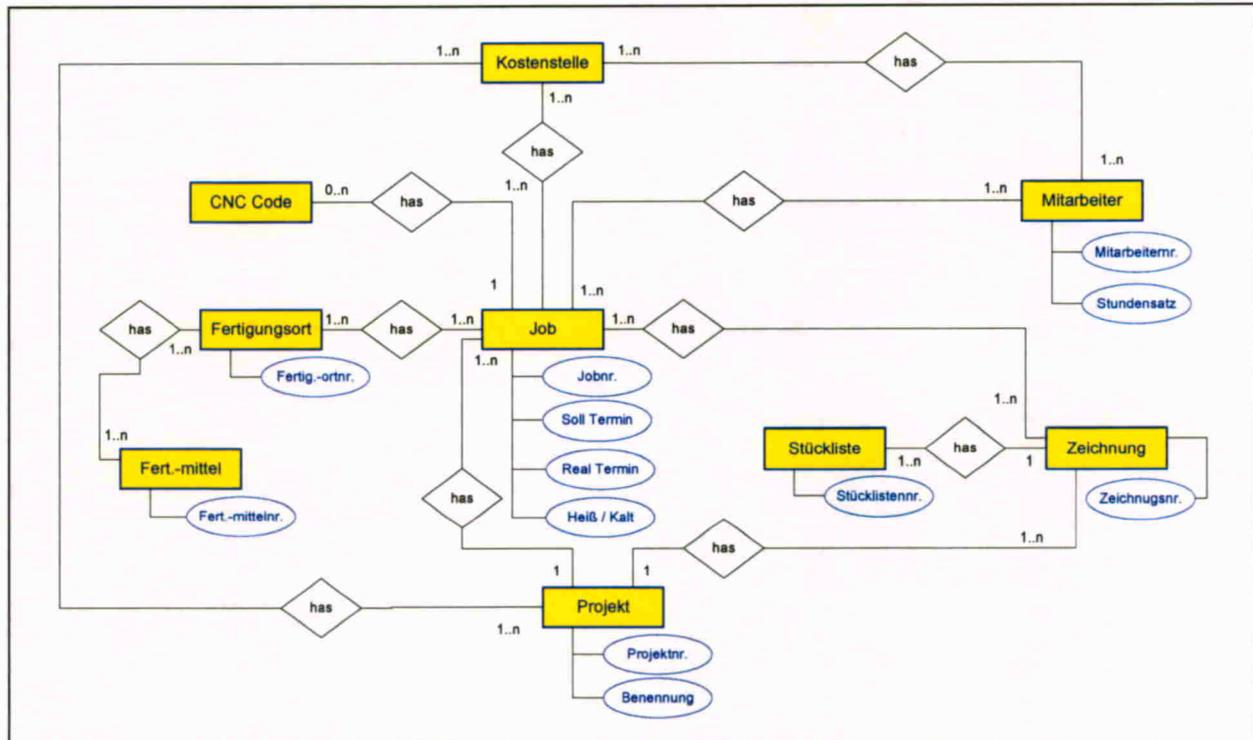


Abbildung 16: ER-Modell der Zusammenhänge um die Verjobbung herum

2.4.3 Sichten im Produktdatenmodell

Die in den Abschnitten 2.4.1 und 2.4.2 dargestellten Modelle werden in konzeptionellen Arbeiten zu einem allgemeingültigen Produktdatenmodell, welches auf Teamcenter Engineering basiert, zusammengeführt. Dieses Modell ermöglicht die Ableitung genau der Sichten auf das Produkt, die zur Lösung eines spezifischen Problems oder für die Durchführung einer bestimmten Aufgabe erforderlich sind. Auf Basis des Produktdatenmodells sind ein neutrales Datenmodell und dazugehörige Softwarekomponenten entwickelt worden. Dabei wurde berücksichtigt, dass die verschiedenen PDM-Systeme zwar entsprechende Softwarekomponenten enthalten, jedoch für den direkten Einsatz in einem Szenario der verteilten Konstruktion bzw. Einbindung von Dienstleistern im Schiffbau nur unzureichend ausgestattet sind. Gegenüber den Standardlösungen wären daher eine entsprechende Softwareausstattung und aufwendige Anpassungen notwendig. Die Techniken zum gezielten Datenaustausch – je nach Aufgabe und Umfeld verschiedene Ansätze – sind vorhanden, wie die Testszenarien gezeigt haben. Die Ablagestruktur, die aus den entwickelten Produktdatenmodell abgeleitet wurde und die den unterschiedlichen Sichten auf das Produkt Schiff zugrunde liegt, ist in Abbildung 17 dargestellt.

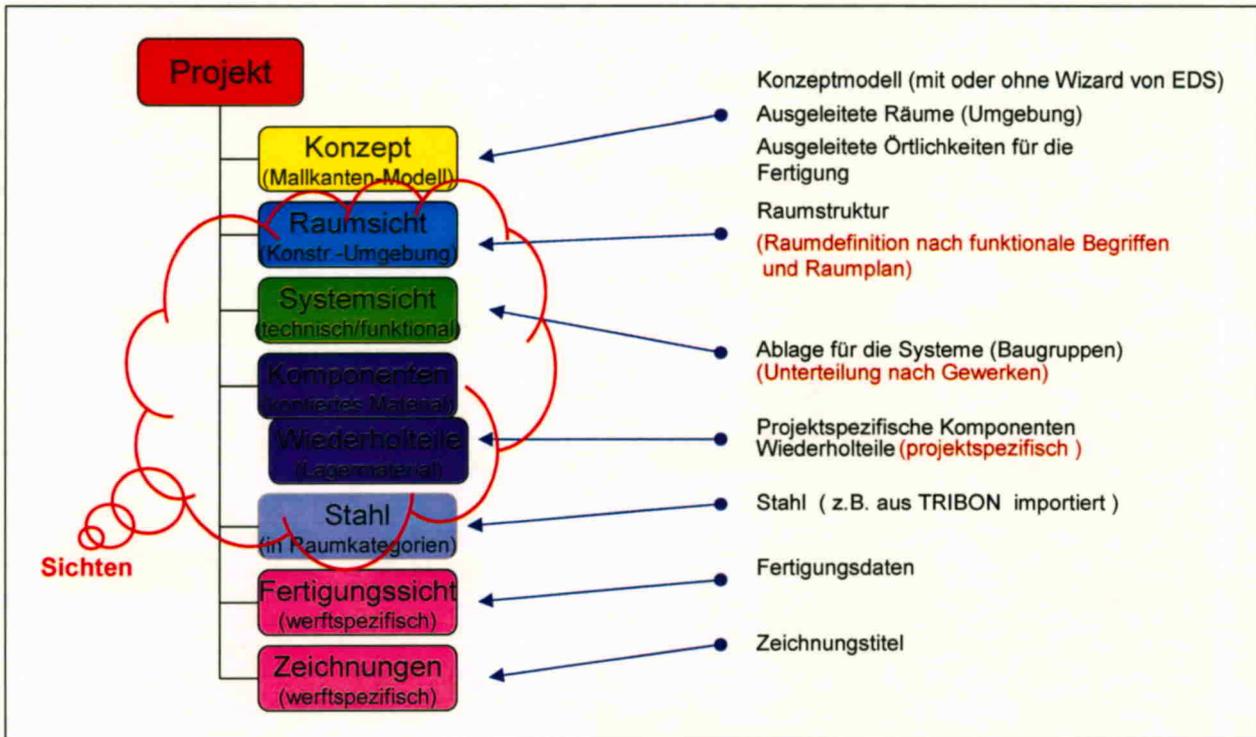


Abbildung 17: Ablagestruktur für ein Schiffbauprojekt [NSWE 2004]

Bei den gebildeten Sichten, welche die kooperative Entwicklung und Konstruktion eines Produktes Schiff optimal unterstützen, handelt es sich einerseits um die Raumsicht und andererseits um die Systemsicht auf das Produkt. Die Bildung der Sichten erfolgt auf Basis der konzeptionellen Arbeiten, die zur Erstellung eines eindeutig versionierten Datenmodells des Produktes durchgeführt worden sind. Ziel dieses Datenmodells ist die Beschreibung der Topologie und der funktionalen Sicht des Produkts ohne dabei werftinterne Nummernsystematiken oder spezifische Prozessdarstellungen zu nutzen. Dabei soll das Schiff im Ablieferungszustand durch ein so genanntes „Null-Modell“ repräsentiert werden. Das Modell muss die Informationen in einer allgemeinen Form speichern, zugleich sollen die beiden genannten Sichten auf die Prozesse über Regelwerke aus dem Modell abgeleitet werden. Das Ziel dieser Modellbildung liegt in einer strukturierten und klar abgegrenzten Bereitstellung von Designergebnissen für Fremde und nachfolgende Fachabteilungen.

Ein Kernpunkt in der Konzeption des Produktdatenmodells eines Schiffes ist die Strukturierung des Schiffes über die Raumaufteilung (Raumsicht). Hierbei werden räumliche Aufteilungen die sich aus Fertigungsbedingungen (z.B. Sektionen) ergeben nicht berücksichtigt, da diese i.d.R. werftspezifische Randbedingungen beinhalten. Das Konzeptmodell für die Raumsicht besteht aus drei Teilen:

1. **Die Hülle:** Zur Beschreibung der Hülle wird aus dem Flächenmodell ein Volumenkörper definiert, welcher später zerschnitten werden kann. Dieser Volumenkörper stellt die Randbedingung „Hülle“ dar. Die Definition des Flächen-

modells erfolgt mittels des Systems NAPA. Das mittels NAPA erstellte Flächenmodell wird in ein CAD-System – im Projekt NET-S ist dies Unigraphics NX – überführt, in welchem der Volumenkörper generiert wird.

2. **Hauptabmessungen (z.B. Hauptebenen):** In diesem Punkt sind Raster definiert, die für alle beteiligten Konstrukteure Gültigkeit haben. Aus diesem Raster leiten sich übergeordnete Räume wie Koordinierungsbereiche, Zonen, Scheiben, etc. ab.
3. **Zusammenführung von 1) und 2):** Das Konzeptmodell liefert durch die Zusammenführung von Hülle (Volumenmodell) und Hauptebenen (Konzeptpart) die Basis für eine anschließende Raumaufteilung. Raumposition und Raumgröße sind Vorgaben für alle beteiligten Partner. Durch das „Zerschneiden“ des Volumenkörpers entlang der Hauptebenen und Raumbegrenzungen können die für die Konstruktion erforderlichen Arbeitsabschnitte erzeugt werden.

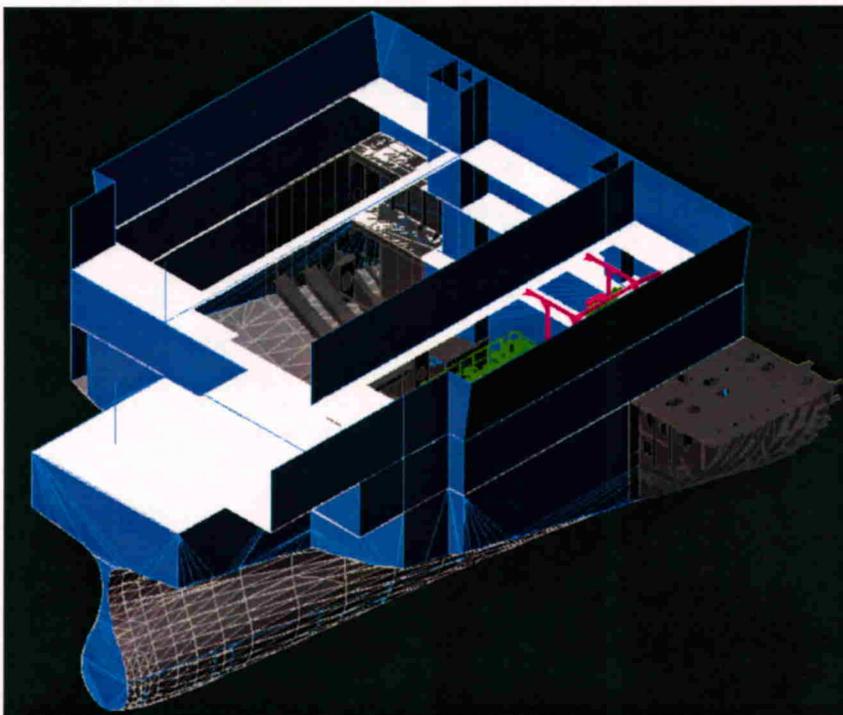


Abbildung 18: Raumsicht als Konstruktionsumgebung

Die Raumsicht bildet das Grundmodell für die Strukturierung des Schiffes. Um Daten, die hinsichtlich dieser Sicht gebildet wurden, auszutauschen, werden die entsprechenden Bauteile bzw. Gegenstände in Form von Objekten beschrieben (vgl. Seite 38). Weiterhin sind hier Arbeitsaufgaben zu formulieren, zu denen Dokumente oder Strukturen mit Anordnungen gehören können.

Die Raumsicht wird durch eine Baumstruktur abgebildet, die das Schiff auf der obersten Ebene darstellt. Jeder Raum kann aus n weiteren Räumen bestehen und jeder Raum ist genau einem Raum zugeordnet. Als Grundlage für die Darstellung der Räume dient der Raumplan, der nur in der benötigten Tiefe abgebildet wird.

2 Erzielte Ergebnisse

Die Raumstruktur wird als „Master“-Struktur erzeugt, sie stellt die Produktstruktur zum Zeitpunkt der Ablieferung eines Schiffes dar. Die Raumstruktur beinhaltet auch eine Ablage- bzw. Ordnerstruktur. Objekte werden immer in der relevanten Ebene der Struktur abgelegt. Für alle Gewerke werden Knoten für die Arbeitsaufgabe angelegt. Die genannte aufgelisteten Merkmale der Raumstruktur sind in Abbildung 19 graphisch umgesetzt.

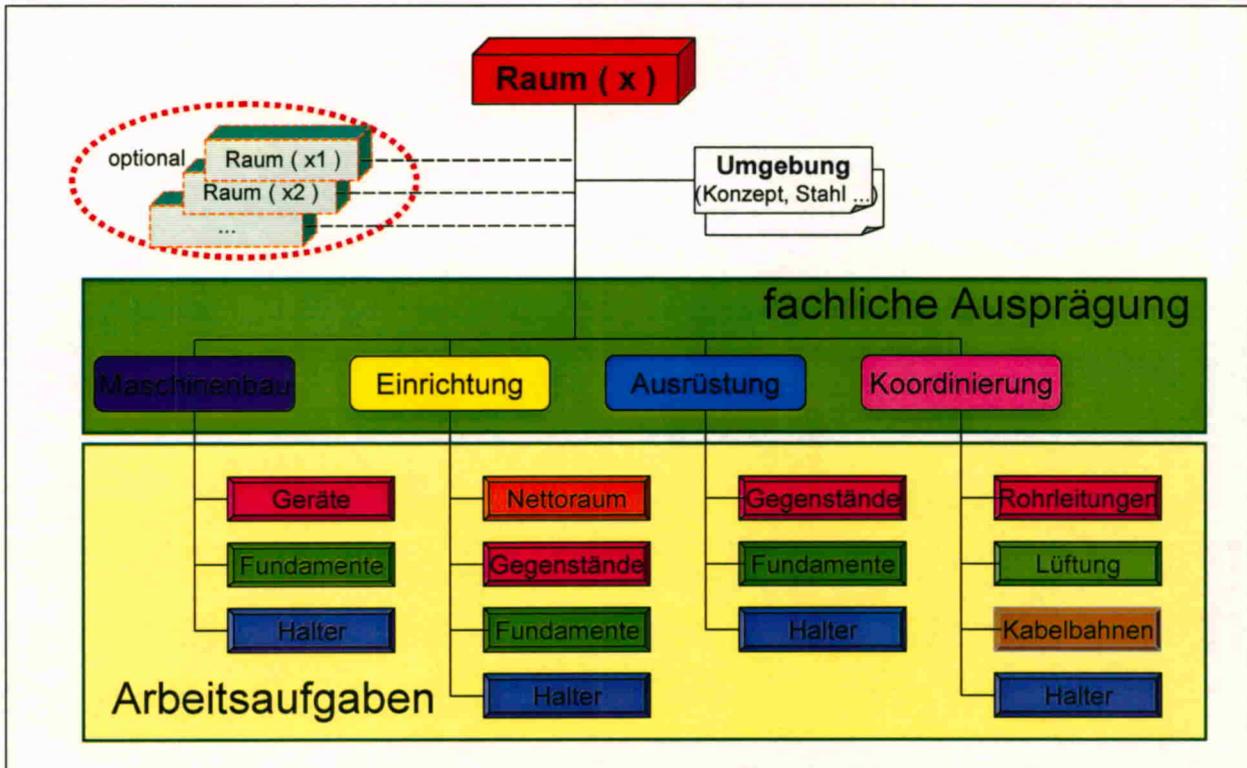


Abbildung 19: Raumstruktur[NSWE 2004]

Neben der oben beschriebenen Raumsicht muss auch die Systemsicht (z.B. Ballastsystem oder Feuerlöschsystem) für den Aufbau der Datenstrukturen beachtet werden, welche die schiffbaulichen Systeme unabhängig von Schiff repräsentieren. Die Verknüpfung der Systemsicht mit der Raumsicht kann durch die Zuordnung eines Systems zu einem Raum erfolgen. Zur Beschreibung der Systemsicht kann ein Baugruppenverzeichnis herangezogen werden, welches eine einheitliche, für alle Beteiligten verständliche Ablagestruktur darstellt. Diese Ablagestruktur unterstützt den Informationsaustausch und reduziert die Suchzeit, sie ist jedoch von jedem beteiligten Partner individuell aufzubauen. In der Systemsicht können Ordner für die einzelnen Systeme angelegt werden, sie lässt sich jedoch nicht so weit verallgemeinern, dass jeder Partner in einem kooperativen Schiffbauprojekt damit arbeiten kann. Wenn Systemsichten zwischen den Werften respektive den Werften und Zulieferern ausgetauscht werden müssen, reicht es aus, die Daten entsprechend der gebildeten Objekte zu klassifizieren, so dass ein Austausch über Objektdefinitionen erfolgt. Dazu ist es erforderlich, bestimmte Listen zur Verfügung zu stellen, so dass sich alle Beteiligten ihre eigenen Systeme „zusammenbauen“ können.

Die Systemsicht bildet eine Ablagestruktur gemäß vorbereiteten Kategorien unter Verwendung neutraler Begriffe. In der Systemsicht wird den Begriffen die jeweilige Nummernsystematik zugeordnet. Für alle Gewerke werden Knoten für die Arbeitsaufgabe angelegt. Abbildung XX stellt diese Zusammenhänge graphisch dar.

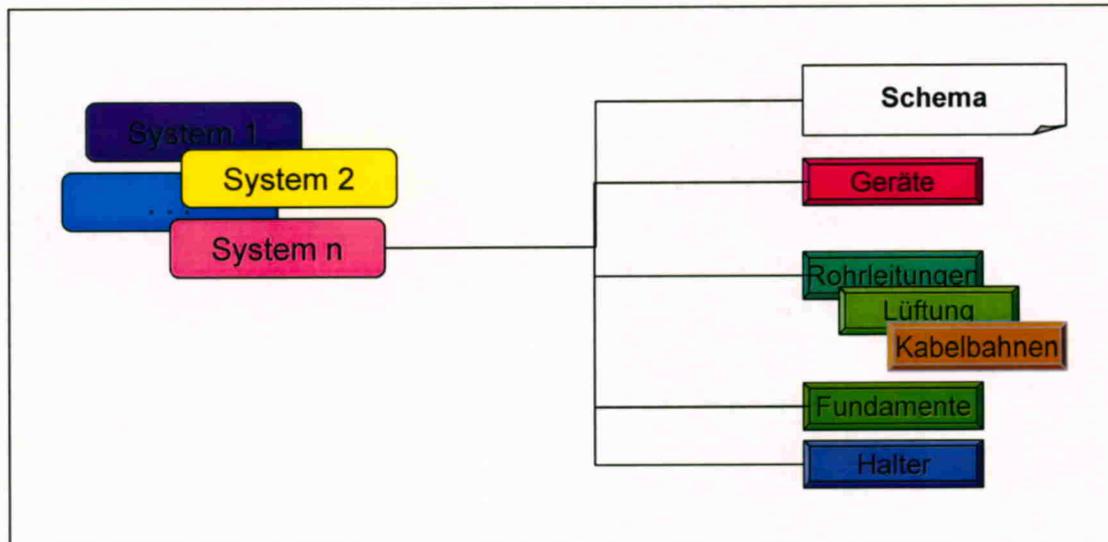


Abbildung 20: Systemsicht [NSWE 2004]

Die Umsetzung der beschriebenen Strukturen folgt einem hierarchischen Aufbau: Direkt unterhalb des Root-Verzeichnisses, das für das Gesamtschiff steht, befinden sich u.a. die Ordner Raumsicht und Systemsicht. Innerhalb der Raumsicht spiegeln die Ordner die zugrundeliegende Aufteilung des Schiffs wider (Vorschiff, Hinterschiff, Deckhaus etc.). Tiefer in der Struktur befinden sich die Ordner der einzelnen Räume (z. B. Maschinenraum). Diese Ordner sind nach den Kategorien Maschinenbau, Einrichtung, Koordinierung und Ausrüstung unterteilt. Diese Einteilung ist auch für die spätere Vergabe der Rechte im System relevant. In der Systemsicht sind Ordner für die einzelnen Systeme angelegt (Brennstoffe, Lüftung, Energieversorgung, etc.). Darunter sind Informationen zu Geräten, Anordnungen und Fundamenten hinterlegt. Die praktische Anwendung des Modells zeigt, dass die Raumstruktur Ausnahmen zulassen muss, wenn es um die Betrachtung raumübergreifender Elemente, wie z.B. Stahlkonstruktionen, geht. Für die Betrachtung derartiger Elemente ist beispielsweise bei den Nordseewerken GmbH der Begriff Zone definiert und implementiert worden.

Die Zielsetzung des in diesem Abschnitt beschriebenen Produktdatenmodells besteht nicht darin, eine hierarchische Struktur zur Ablage von Daten, Dokumenten und Informationen aufzubauen, welche von den an einem kooperativen Schiffbauprojekt beteiligten Parteien gemeinsam genutzt wird. Sie besteht vielmehr in der Vorgabe, wie eine solche Hierarchie für ein Produkt bzw. ein Projekt aufzubauen ist. Es werden also Regelungen festgelegt, wie die Zusammenhänge zwischen Objekten aufzubauen sind, so dass sie eindeutig identifizierbar sind und über eine

neutrale Plattform schnell auf sie zugegriffen werden kann. Diese Zielsetzung wird durch die Darstellung des Produktdatenmodells mittels XML unterstützt, die im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

2.4.4 Darstellung des Produktdatenmodells mittels XML

Um ein sinnvolles Arbeiten unter Nutzung einer internetgestützten Kommunikationsplattform für den Informations- und Datenaustausch zu ermöglichen, ist eine Abbildung des skizzierten Produktdatenmodells durch ein XML-Schema realisiert worden. Dieses Schema dient der Überprüfung der korrekten Strukturierung und Ablage der Produktdaten, die an die Kommunikationsplattform übergeben werden. Es stellt sicher, dass die Daten- bzw. Informationsempfänger diese Produktdaten findet und an der richtigen Stelle in ihrer eigenen Produktstruktur einordnen können. Das XML-Schema macht die produkt- bzw. projektspezifisch aufgebaute Struktur zur Ablage von Informationsobjekten in ihrer Logik abprüfbar. Neben diesem XML-Schema wird im Nachgang zum NET-S Projekt ein weiteres XML-Schema erstellt, welches als Konfigurator zum Aufbau eines konkreten Schiffes bzw. Projektes dient und damit die Festlegung einer Arbeits- bzw. Informationsobjekt-Ablagestruktur unterstützt.

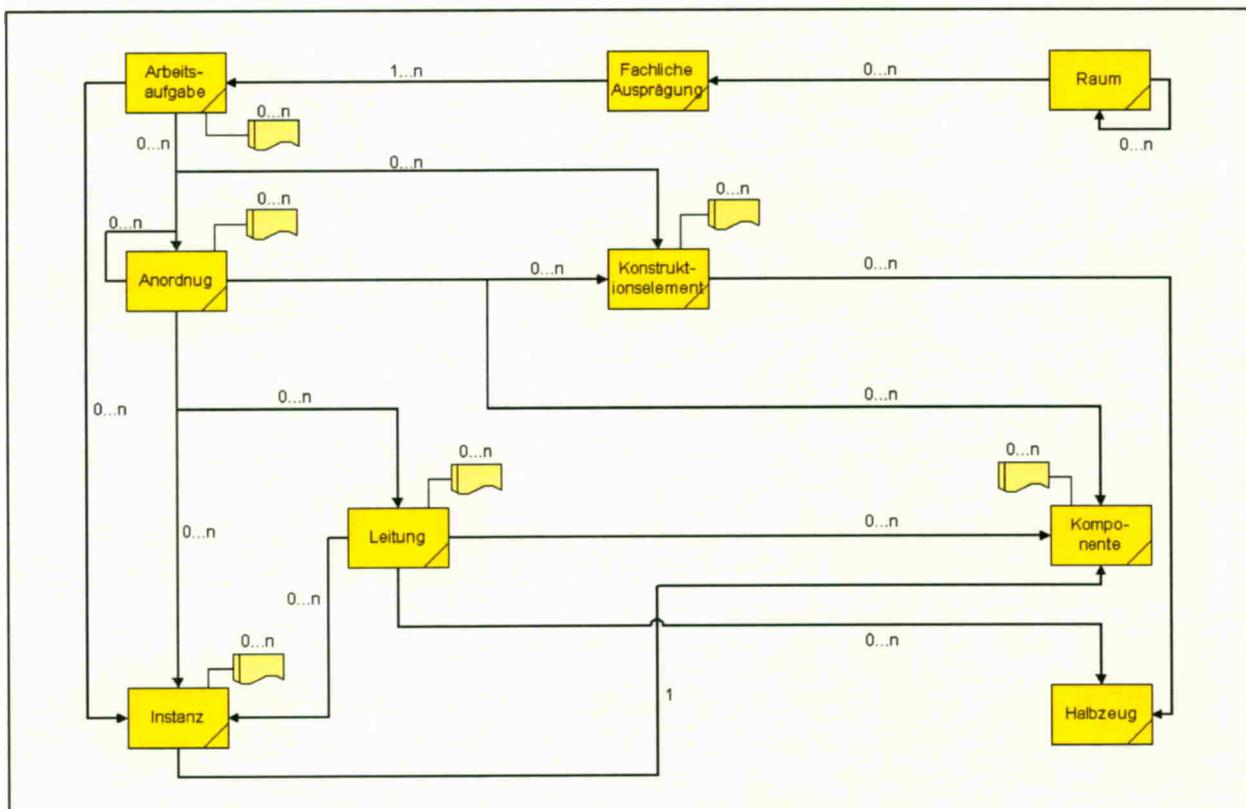


Abbildung 21: Hierarchische Struktur der Datenobjekte

ons- und Kommunikationsplattform ausgetauscht wird. Wenn die Arbeitspakete, die zwischen den Partnern in einem Schiffbauprojekt ausgetauscht werden, nicht den Strukturanforderungen der Raumsicht des Produktdatenmodells entsprechen, kann eine korrekte Übertragung der Produktdaten nicht sichergestellt werden. Somit bildet ein XML-Schema, welches die korrekte Anordnung der ausgetauschten Produktdaten im jeweiligen Arbeitspaket überprüft, die Basis für den Austausch von definierten Produktdaten über die I&K-Plattform.

Das XML-Schema dient als Überwachungssystem, welches verhindert, dass Dokumente auf die Informations- und Kommunikationsplattform übertragen werden, die von der definierten Arbeitspaketstruktur abweichen. Es überprüft die Anordnung der Objekte der ausgetauschten Produktdaten, um eine Bewertung des jeweiligen Arbeitspaketes vorzunehmen und repräsentiert das Datenmodell zur Organisation der ausgetauschten Produktdaten. Die Struktur des XML-Schemas ist mit der definierten Struktur der Arbeitspakete verknüpft, die zwischen den Partnern eines kooperativen Schiffbauprojektes ausgetauscht werden. Auf seiner höchsten Ebene ist das Austauschpaket in einen Header-Block mit Basisinformationen über das Arbeitspaket selbst, einen Block, welcher die eingebundenen Dokumente auflistet, einen Block zur Verwaltung der angehängten Zeichnungsdaten, ein Komponentenpaket zur Generierung der Systemsicht sowie in Informationen zur Beschreibung der Raumsicht des Arbeitspakets aufgeteilt.

Das XML-Schema repräsentiert das Produktdatenmodell zum Austausch von schiffstechnischen Produktdaten, indem es ein Austauschpaket für die Entwicklung und Konstruktion definiert. Es unterstützt sowohl den Austausch von Produktdaten unabhängig von einem spezifischen Schiffbauprojekt als auch den Austausch von projektspezifischen Daten. Der Datenaustausch wird mittels einer internetbasierten Informations- und Kommunikationsplattform realisiert. Diese handhabt und verifiziert XML-Dokumente und nutzt eine Datenbank, um die grundlegenden Strukturen zu speichern. Die Umsetzung der Plattform erfolgt unter Nutzung von Open Source Technologien, eines Apache Web-Servers, einer MySQL Datenbank und Java zur Programmierung der eigentlichen Anwendung. Java als objektorientierte Sprache wird vorwiegend zur Programmierung von industriellen Internetanwendungen verwendet. Java ist systemunabhängig, frei verfügbar und robust.

2.5 Produktdatenmodell-/Prozessmodell-Verknüpfung

In diesem Kapitel wird ein im Rahmen des NET-S Projekts entwickeltes Konzept bzw. eine Methode zur Integration von Produktdaten- und Prozessmodell beschrieben, welches eine weitere Steigerung der Effizienz und Effektivität von kooperativen Schiffbauprojekten realisieren soll. Die Integration von Produktdaten- und Prozessmodell zielt auf eine optimale Nutzung aller verwendeten Informationen im Produktentstehungsprozess [NET-S 2004]. Eine solche Integration muss auf einem

vergleichbaren Detaillierungsgrad der beiden Modelle stattfinden. Um mögliche Detaillierungsgrade aufzuzeigen, stellt Abbildung 23 die inhaltlichen Überdeckungen der beiden Modelle im Überblick dar.

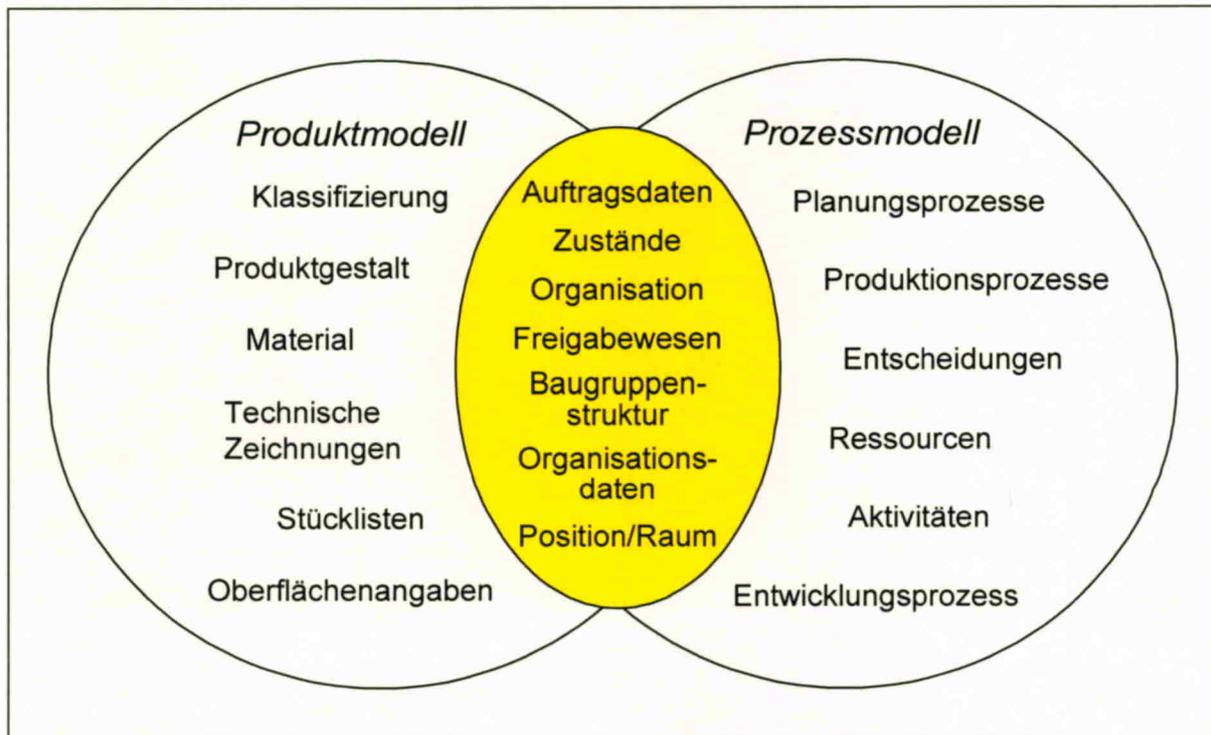


Abbildung 23: Überdeckung von Produktdaten- und Prozessmodell

Um die Anforderung nach einem vergleichbaren Detaillierungsgrad zu erfüllen, wird zu ihrer Integration die Systemsicht des Produktdatenmodells genutzt. Denn diese Sicht stellt ein schiffbauliches Gesamtsystem transparent dar und lässt damit Rückschlüsse von einzelnen Dokumenten, die ein Bauteil, eine Komponente oder Teile eines Systems beschreiben, auf das gesamte System und die systembeschreibenden Dokumente zu. So können unter Nutzung dieser Sicht alle Dokumente eines Systems identifiziert und durch die Integration der beiden Modelle eine Zuordnung dieser Dokumente zu allen Prozessschritten vorgenommen werden, die diese Dokumente erzeugen, verarbeiten oder nutzen. Die Sicht auf die Dokumente ist so weit abstrahiert, dass sie für die Integration von Produktdaten- und Prozessmodell handhabbar ist. Aus der Prozesssicht lassen sich folgende Verbindungen zwischen den beiden Modellen herstellen:

1. Im Prozessmodell werden Arbeitsstände abgebildet, die zugleich einen bestimmten Produktdatenstand darstellen.
2. In den identifizierten Funktionen des Prozessmodells wird auf Produktdaten zugegriffen.
3. Dargestellte Entscheidungen im Prozessmodell können den Status von Produktdaten verändern.

2 Erzielte Ergebnisse

4. Produktdaten können spezifischen Organisationseinheiten des Prozessmodells zugeordnet werden, welche die Daten erzeugen und verändern.
5. Die visualisierten Daten/Informationen im Prozessmodell können sich teilweise auf Produktdaten beziehen oder diese darstellen.
6. Entscheidungen, die Produktdaten betreffen, können einen großen Einfluss auf die Prozesse im Prozessmodell haben.

In aktuellen Modellen werden Informationen entweder dem Produkt oder dem Prozess zugeordnet und entsprechend abgelegt. Dies erschwert den Zugriff auf alle relevanten Informationen. Durch eine Integration von Produktdaten- und Prozessmodell kann ein ganzheitlicher Zugriff auf die Informationen realisiert werden. Der Erfolg und der Nutzen dieser Integration hängen vom Detaillierungsgrad der beiden Modelle ab. Es muss eine sinnvolle und konsistente Detaillierung in beiden Modellen zugleich erzielt werden, damit die Komplexität nicht zu hoch wird und die Handhabung der Modelle beherrschbar bleibt.

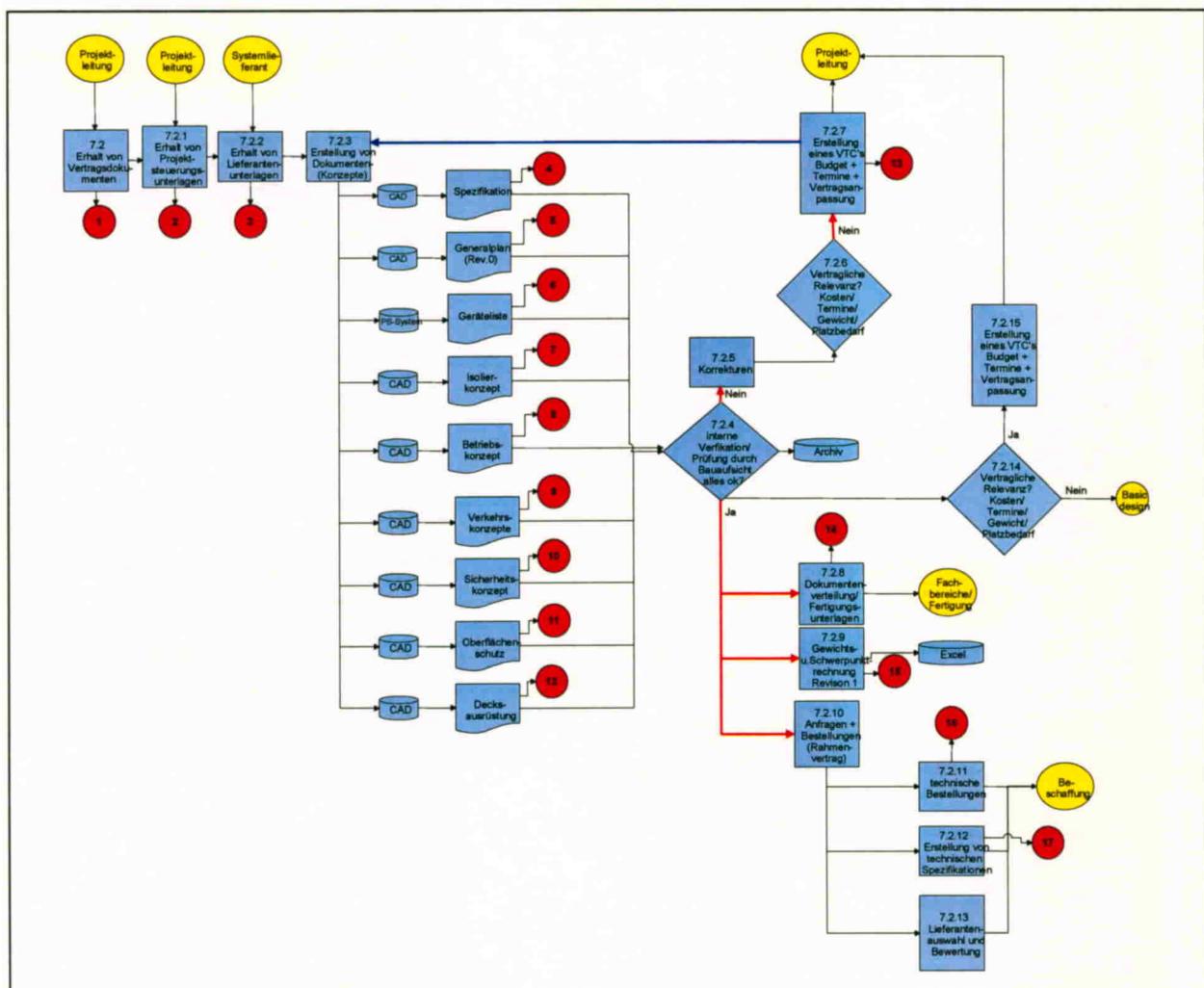


Abbildung 24: Definitionsphase im Engineeringprozess

Die Darstellung der Integration von Produktdaten- und Prozessmodell erfolgt durch Konnektoren im Prozess, die einzelnen Aktivitäten zugeordnet werden und anzeigen bei welcher Aktivität welche Dokumente entstehen und welche Systeme benutzt werden (Bild 2). Diese Informationen werden in eine Matrix übertragen, die eine Verknüpfung zum Produktdatenmodell aufweist (Bild 3). Die aufgestellte Matrix dient als Bindeglied zwischen dem Produktdatenmodell und dem Prozessmodell, da darin die Informationen der verschiedenen Sichten der Modelle zusammengeführt werden. Diese Darstellung ermöglicht eine Zuordnung der beteiligten Funktionsbereiche innerhalb des Prozesses und eine exaktere Definition von Schnittstellen im Prozess.

Im Zuge der kooperativen Produktentwicklung geht es nicht nur darum, sehr detaillierte Produktinformationen mit einzelnen Aktivitäten zu verknüpfen, sondern es muss erkannt werden, in welchen Prozessschritten welche Produktinformationen entstehen oder benötigt werden, und in wessen Verantwortung diese Prozessschritte liegen. In aktuellen Kooperationen in Schiffbauprojekten besteht das Defizit, das dieser Informationsfluss nicht transparent ist und damit viele Informationen verloren gehen oder zu spät ausgetauscht werden. Dies führt zu Störungen in der Wertschöpfungskette, die mit einem großen Aufwand wieder beseitigt werden müssen, und die den gesamten Ablauf eines Projektes gefährden können.

Um die Methode der Integration des Produktdatenmodells und des Prozessmodells zu verdeutlichen, wird am Beispiel der Definitionsphase eines Engineeringprozesses im Schiffbau gezeigt wie sich solches Prozedere gestalten kann: Im ersten Arbeitsschritt wird ein Referenzprozess für die Konstruktion modelliert, der eine strukturierte Zuordnung von Dokumenten zu den einzelnen Aktivitäten des Prozesses beinhaltet. Anschließend wird eine Matrix erstellt, die alle Standarddokumente dieses Prozesses auflistet und eine entsprechende Zuordnung zu den Aktivitäten im Prozess vornimmt.

Es kann Matrizen für verschiedene Referenzprozesse geben, in denen ein Dokument mehreren Aktivitäten zugeordnet sein kann. Eine solche Matrix gliedert sich in sieben Spalten auf: Die erste Spalte gilt der Nummerierung der aufgezählten Dokumente. Die zweite Spalte enthält den Dateinamen. Der Dateiname repräsentiert das Suchformat, er findet sich im Produktdatenmodell wieder. In der dritten Spalte wird dem Dokument das entsprechende System aus der Systemsicht des Produktdatenmodells zugeordnet. Die vierte Spalte enthält die Prozessnummer des Referenzprozesses. In der fünften Spalte wird die Aktivität des Prozesses beschrieben, in der sechsten Spalte wird das verwendete System benannt und in der letzten Spalte steht die Nummer des Konnektors im Prozess (vgl. Tabelle 5).

2 Erzielte Ergebnisse

Nr.	Dokumentenname	Produktdatenmodell Systemsicht	Prozess- nummer	Prozess- aktivität	verwendetes System	Prozess- konnektor
1.	Sicherheitskonzept	Feuerlöschsystem	7.2.3.	Erstellung des Konzeptes	CAD	10

Tabelle 5: Produktdaten-/Prozess-Integrationsmatrix

Die oben dargestellte Matrix ist eine statische Hilfstabelle, in welche regelmäßig neue Daten eingepflegt werden müssen. Änderungen in der Matrix ergeben sich, wenn Änderungen im Produktdatenmodell oder in der Prozessstruktur auftreten, die von grundsätzlicher Natur sind. Abschließend müssen alle erstellten Matrizen in einer Datenbank eingebunden werden, damit über eine definierte Suchmaske nach entsprechenden Daten gesucht werden kann.

Die Handhabung der Produktdaten-/Prozess-Integrationsmatrix stellt sich wie folgt dar: Werden konstruktive Änderungen an einem Bauteil respektive einer Komponente durchgeführt, so sind in einem ersten Schritt alle Dokumente wie Zeichnungen, Schemata oder Stücklisten zu identifizieren, auf welche die Änderung Einfluss hat. Die Eingabe der Dokumententitel in die Produktdaten-/Prozess-Integrationsmatrix führt auf die schiffstechnischen Systeme, welche durch die jeweiligen Dokumente beschrieben werden, sowie auf die Prozesse, in welchen die Dokumente erzeugt, verarbeitet oder genutzt werden. Somit können einerseits die Systeme dahingehend untersucht werden, ob durch eine Änderung an einem Bauteil weitere Änderungen innerhalb der betroffenen Systeme verursacht werden und es können die jeweiligen Prozessträger über die Veränderung des Bauteils informiert werden. Werden umgekehrt ganze Systeme geändert, indem z.B. Leistungsdaten dieser Systeme geändert werden müssen, können alle Dokumente, die diese Systeme beschreiben, identifiziert werden und ggf. Anpassungen der Dokumente durch die jeweiligen Prozessträger, die über die Produktdaten-/Prozess-Integrationsmatrix identifiziert werden, vorgenommen werden.

Auch wenn Änderungen in den Prozessen vorgenommen werden, wenn z.B. Prozessreihenfolgen oder Verantwortlichkeiten geändert oder neue Schnittstellen zu angrenzenden Prozessen definiert werden, kann mittels der Produktdaten-/Prozess-Integrationsmatrix geprüft werden, welche Dokumente und damit Bauteile respektive Komponenten von derartigen Änderungen betroffen sind. Dies erlaubt einerseits die Überprüfung, ob die angestrebten Prozessänderungen ohne Einfluss auf die Produktdaten möglich und durchführbar sind und andererseits können Maßnahmen zur Anpassung von Prozessveränderungen eingeleitet werden, so dass ein einfaches Datenhandling weiterhin möglich ist.

Wesentlich für eine handhabbare Integration von Produktdaten- und Prozessmodell ist der Aufbau der Integrationsmatrix, der möglichst mit der Erstellung der Dokumente zu realisieren ist. Ausgangspunkt für diese Matrix sind definierte Prozess-

schritte für die einzelnen Geschäftsprozesse. Diesen Prozessschritten werden im Zuge der Erstellung von Daten und Dokumenten bei der Konstruktion von Bauteilen respektive Komponenten die jeweiligen Dokumente sowie die Systeme, innerhalb derer die Bauteile und Komponenten entstehen, zugeordnet. Daraus entsteht schließlich die Produktdaten-/Prozess-Integrationsmatrix mittels derer Änderungen in den Produktdaten sowie in den Prozessschritten ausgeführt werden können.

Mit Hilfe der beschriebenen Methode für eine Integration des Produktdaten- und des Prozessmodells ist es möglich eine systematische Kategorisierung der Produktdaten und der dazugehörigen Prozessstruktur eines Schiffbauprojektes zu unterstützen. Es wird eine höhere Transparenz zu Erkennung der Abhängigkeiten zwischen verwendeten Produktdaten und Prozessen erzielt. Dies wiederum führt zu einer klaren Definition der relevanten Schnittstellen. Somit wird die Organisation des Ablaufs eines Schiffbauprojektes intern verbessert. Zudem gestaltet sich die Integration von externen Kooperationspartnern in einem kooperativen Schiffbauprojekt einfacher, da durch die klare Strukturierung externe Schnittstellen besser genutzt werden können.

2.6 Konfigurations- und Änderungsmanagement

Die reibungslose Abwicklung von kooperativen Schiffbauprojekten erfordert ein Konfigurations- und Änderungsmanagement, welches auf die Anforderungen derartiger Projekte zugeschnitten ist und klare Regelungen vorgibt. Im Zuge des NET-S Projekts sind mehrere Workshops zum Konfigurations- und Änderungsmanagement durchgeführt worden, in denen die entsprechenden Prozesse und Vorgehensweisen bei den drei Industriepartnern im Projekt analysiert worden sind, Konzepte für ein Konfigurations- und Änderungsmanagement für kooperative Schiffbauprojekte erarbeitet worden sind und Regelungen formuliert worden sind, welche die erarbeiteten Konzepte umsetzen. Die eigentliche Umsetzung dieser Regelungen in der NET-S Informations- und Kommunikationsplattform ist im Zuge des Projekts aus zeitlichen Gründen nicht erfolgt. Die Ergebnisse der Überlegungen zum Konfigurations- und Änderungsmanagement sind in diesem Abschnitt dargestellt.

2.6.1 IST-Situation bei den NET-S Industriepartnern

Das Konfigurations- und Änderungsmanagement ist bei den NET-S Industriepartnern durch unterschiedliche Vorgehensweisen, Merkmale und Charakteristika gekennzeichnet, die in einem kooperativen Konfigurations- und Änderungsmanagement aufeinander abgestimmt werden müssen. Die entsprechenden Vorgehensweisen und Charakteristika bei der Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

- Mit der Fertigstellung einer Zeichnung im Rahmen eines Schiffbauprojektes wird der Stand Null dieser Zeichnung festgeschrieben. Das Qualitätsmanagement der Werft hat ein „Nadelöhr“ im Hause installiert nach dem lediglich zwei Personen Änderungen an fertig gestellten Zeichnungen vornehmen dürfen.
- Änderungen innerhalb eines Schiffbauprojekts werden bei Lürssen aufgrund fehlerhafter Zeichnungen oder anderer Fehler initiiert und über ein sog. BUF-System (Bauabweichung, Reklamation an Lieferanten, Maßnahme) verfolgt und abgewickelt. Dieses BUF-System dokumentiert Fehler und deren Abarbeitung sowohl in Papierform (vgl. Anhang) als auch im hauseigenen Qualitätsmanagement-System (QM-System).
- Jede Änderung innerhalb von Schiffbauprojekten wird über das BUF-System gesteuert. Es ist im Hause Lürssen von jedem Arbeitsplatz abrufbar. Auch die Dokumentation der Kosten einer Änderung wird sowohl im Begleitpapier als auch im QM-System dokumentiert und der verursachenden Kostenstelle zugeschlagen. Über das BUF-System werden zudem alle Fehlleistungen von Konstruktionsbüros erfasst.
- Vor einem Neuauftrag sind die beteiligten Mitarbeiter angehalten, das BUF-System als Wissensdatenbank zu nutzen und mögliche Probleme aus dem System abzurufen. Abgearbeitete BUFs werden nicht aus dem System gelöscht, so dass die Informationen über Fehler, deren Lösung und die gemachten Erfahrungen langfristig im Unternehmen dokumentiert werden.
- Ein BUF fungiert bei der Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG als Auftrag sowohl intern als auch an externe Lieferanten. Es wird mittels der BUFs keine Terminverfolgung durchgeführt, sondern lediglich eine Dokumentation von Änderungen, der Änderungskosten und der Abarbeitung der Änderungen realisiert.
- Eine Schwachstelle im Änderungsmanagement bei Lürssen liegt darin, dass konstruktive Änderungen nicht immer in den Fertigungsunterlagen aufbereitet werden. Dies gilt vor allem für Änderungen die in späten Phasen eines Schiffbauprojekts vorgenommen werden. Bei Ablieferung eines Schiffes ist der aktuelle Änderungsstand somit nicht voll dokumentiert, was für die Gewährleistung jedoch notwendig wäre.
- Auch Änderungen während der Betriebsphase eines Schiffes werden nicht an die herstellende Werft kommuniziert, so dass das Konfigurationsmanagement spätestens mit dem Betriebseinsatz eines Schiffes nicht mehr funktioniert.

Die wesentlichen Merkmale des Konfigurations- und Änderungsmanagements bei den Nordseewerken GmbH lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- In die Material- und Informationssteuerung von der Konstruktion zur Fertigung sind bei den Nordseewerken GmbH viele Abteilungen involviert. Als zentrale Steuerungsinstrumente fungieren das Materialwirtschaftssystem, das Stücklistensystem und das Zeichnungsverzeichnis des Unternehmens. Bei diesen Systemen handelt es sich um Host-Anwendungen, die zentral verwaltet werden.
- Die Konfiguration von Schiffen wird im Unternehmen in unterschiedlichen Konstruktionstiefen umgesetzt. So verfügt ein Handelsschiff hier über ca. 3.500 Unteragentitel. Schiffe, an welche höhere gesetzliche Anforderungen bzw. genauere Vorgaben gestellt werden, können bis zu 17.000 Unteragentitel aufweisen. D.h. der Handelsschiffbau weist eine relative Ungenauigkeit bzw. Unschärfe in den Fertigungsunterlagen gegenüber anderen Schiffarten auch in den Fertigungsunterlagen auf.
- Die zentralen Steuerungswerkzeuge bei den Nordseewerken GmbH bilden das Zeichnungsverzeichnis, das Stücklistensystem und das Materialwirtschaftssystem. Ein „Vor-Null-Stand“ von Unterlagen wird bei NSWE nicht koordiniert, sondern in frühen Produktentwicklungsphasen werden Zeichnungen, etc. unkoordiniert weitergeleitet. Im Archiv des Unternehmens ist nur der aktuellste Stand der Unterlagen abgelegt. Änderungen werden auf der jeweiligen Zeichnung „eingewolkt“ oder sind im Schriftfeld der Zeichnung beschrieben. Der jeweilige „Vor-Änderungs-Stand“ ist nur beim jeweiligen Konstrukteur verfügbar. Das Zeichnungsverzeichnis wird durch die Konstruktion erstellt. Es bildet ein Instrument zur Steuerung der Verteilung der Unterlagen im Unternehmen. Die Terminierung der Aktivitäten zum Bau eines Schiffes erfolgt über den Raumkennzeichnungs- und den Bauteilplan durch Zuordnung der Zeichnungen zu diesen Plänen.
- Kleinere Änderungen werden bei den Nordseewerken GmbH durch die Fertigung ausgelöst. Diese gibt in der Regel einen Hinweis an den Konstrukteur, der die Zeichnung entsprechend ändert. Die Dokumentation von Änderungen erfolgt im Handelsschiffbau in der Regel durch Markierungen der Änderungen in den Zeichnungen. Bei größeren Änderungen erfolgt eine Schadensmeldung und ein Änderungsprozess wird angestoßen. Auch hier wird die Zeichnung durch den Konstrukteur geändert und die Änderung dokumentiert.
- Nach der Änderung und der Änderungsfreigabe durch den Vorgesetzten leitet der Konstrukteur die geänderte Zeichnung an das digitale Archiv im Hause der Nordseewerke. Die Speicherung der Zeichnungen im Digitalen Archiv erfolgt im TIFF-Format.
- Der Änderungsstand in den schiffbaulichen Unterlagen wird bei den Nordseewerken durch das Archiv gepflegt. Bei Änderungen wird der vorangehende Änderungsstand aus dem Archiv entfernt, so dass nur die aktuellen Zeichnungen im Archiv abgelegt sind.

- Bei Änderungen in einer Stückliste wird im Zuge des Änderungsmanagements ein Dialog mit der Arbeitsvorbereitung eröffnet. Die Dokumentation einzelner Stücklistenpositionen erfolgt hier über das Datum. Der Dokumentenfluss wird bei den Nordseewerken über Lotus Notes durchgeführt.

Schließlich lassen sich die wichtigsten Merkmale und Charakteristika des Konfigurations- und Änderungsmanagements bei der Siemens AG wie folgt beschreiben:

- Das Konfigurations- und Änderungsmanagement bei der Siemens AG ist Teil des Projektmanagements. Es werden hier zwei verschiedene Arten von Änderungen unterschieden: Erstens Änderungen auf Anforderung von Lieferanten oder Kunden und zweitens Änderungen auf Basis selbst verursachter Fehler. Darüber hinaus wird unterschieden zwischen (a) Claims, also Änderungen, für die Forderungen gegenüber der Siemens AG geltend gemacht werden, und (b) Change-Orders, also Änderungen, die zu Vertragsänderungen bzw. Zusatzaufträgen an Siemens führen und daher Forderungen durch Siemens an Dritte begründen.
- Das sog. V-Modell liefert Vorgehensmodelle für das Änderungs- und Konfigurationsmanagement in komplexen Software-Projekten (vgl. Anhang). Darüber hinaus ist das Änderungsmanagement im Bereich Automation im System X-MAT implementiert, das den Änderungsverlauf dokumentiert. Der praktizierte Ablauf, der durch die Systeme unterstützt wird, ist in Abbildung 25 dargestellt.
- Der Dokumentenfluss bei der Siemens AG wird durch das Softwaresystem ProFlow unterstützt. Hier werden sowohl spezifische angelegte Workflows als bereits vorgegebene Workflows genutzt. Die Berechtigungen für den Zugriff auf einzelne Dateien und Dokumente werden dokumentenbezogen vergeben. Das ProFlow-System dokumentiert weiterhin die Ein- und Auscheckvorgänge sowie den Änderungsstand der Dokumente.
- Das Softwaresystem Matrix dient bei Siemens I&S der Erfassung und Dokumentation der gesamten Historie eines Auftrags. In diesem System werden alle Dokumente hinterlegt und das Claim Management abgewickelt. Das System verfügt über eine Schnittstelle zu SAP zum Transfer von kaufmännischen Daten. So muss beispielsweise zu bestellendes Material in einer zentralen Katalogdatenbank hinterlegt sein, was durch das SAP-System unterstützt wird. Das SAP-System fungiert hier als zentrales Tool, der Wareneingang selbst wird über das Tool Assist 4 umgesetzt.

Die vorangehenden Darstellungen des Konfigurations- und Änderungsmanagements der Industriepartnern im NET-S Projekt zeigen, dass die Vorstellungen über das Konfigurations- und Änderungsmanagement in den Unternehmen nicht weit auseinander liegen. Dennoch müssen einige Voraussetzungen geschaffen werden, damit ein gemeinsames Verständnis über das Konfigurations- und Änderungsma-

nagement erzeugt und so eine gemeinsame Basis für die Zusammenarbeit der Partner geschaffen werden können.

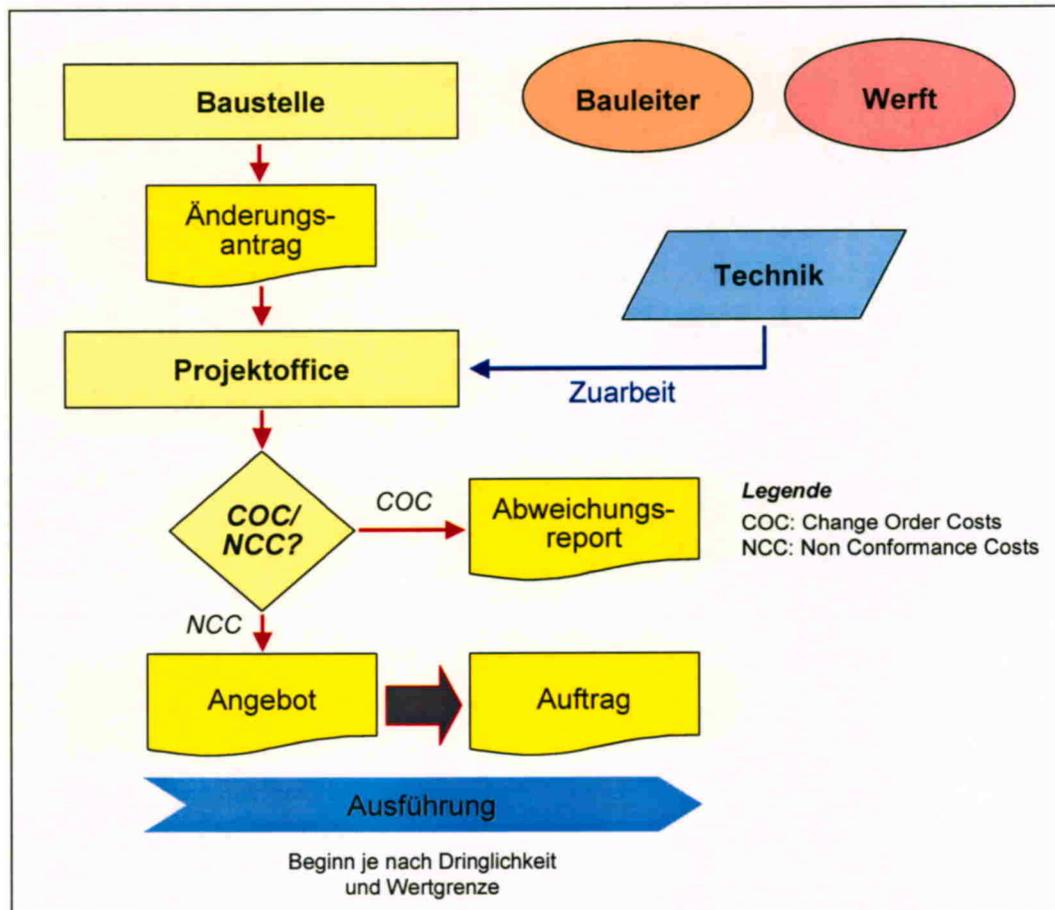


Abbildung 25: Systeme des Änderungsmanagements bei der Siemens AG

2.6.2 Anforderungen und Vorüberlegungen

Um eine Basis und ein gemeinsames Verständnis für ein kooperatives Konfigurations- und Änderungsmanagement zu schaffen, sind zunächst einige wesentliche Schlüsselbegriffe durch die NET-S Partner definiert worden. Diese Definitionen stellen sich wie folgt dar:

- **Änderungsmanagement:** Das Änderungsmanagement ist verantwortlich für die Steuerung der Auswirkungen von Änderungen. Es steuert die Aktivitäten, die für Änderungen erforderlich sind, bzw. die Konfigurationsänderungen. Damit sorgt das Änderungsmanagement dafür, dass Änderungen identifiziert, beschrieben, klassifiziert, bewertet, genehmigt, eingeführt und verifiziert werden. Voraussetzung für ein wirkungsvolles Änderungsmanagement ist das Vorhandensein eines definierten Ausgangszustandes, d.h. einer Bezugskonfiguration.
- **Anerkanntes Dokument:** Ein anerkanntes Dokument bezeichnet eine Unterlage oder eine Mitteilung, die an eine oder mehrere Stellen oder Akteure zur

2 Erzielte Ergebnisse

Weiterbearbeitung gegeben wird. Mit der Unterlage müssen auch der Status des Dokuments sowie die Informationen, die zum Dokument gehören aber noch nicht in das Dokument eingearbeitet sind, weitergegeben werden. Sobald die Unterlage den Arbeitsplatz verlässt, müssen die die Unterlage empfangenden Stellen über alle Änderungen der Unterlage informiert werden. Bei einem anerkannten Dokument kann es sich auch um ein „75%-Papier“ oder eine „Vor-Null-Stand“-Unterlage handeln.

- **Claim Management:** Aufgabe des Claim-Managements ist die Handhabung von finanziellen Forderungen an Kunden, Lieferanten oder internen Stellen, die aus kosten-, termin- oder qualitätswirksamen Änderungen resultieren.

Vor dem Hintergrund der vorangehenden Definitionen sind die Anforderungen an das Konfigurations- und Änderungsmanagement aus Sicht der beteiligten Industriepartner formuliert worden. Die Grundlage für die Beschreibung dieser Anforderungen an das Konfigurations- und Änderungsmanagement bilden die Phasen eines Schiffbauprojektes, in welchen konfigurierende Dokumente entstehen und gehandhabt werden. Diese Phasen und die zugehörigen Ergebnisse bzw. konfigurierenden Dokumente sind in der folgenden Abbildung 26 dargestellt.

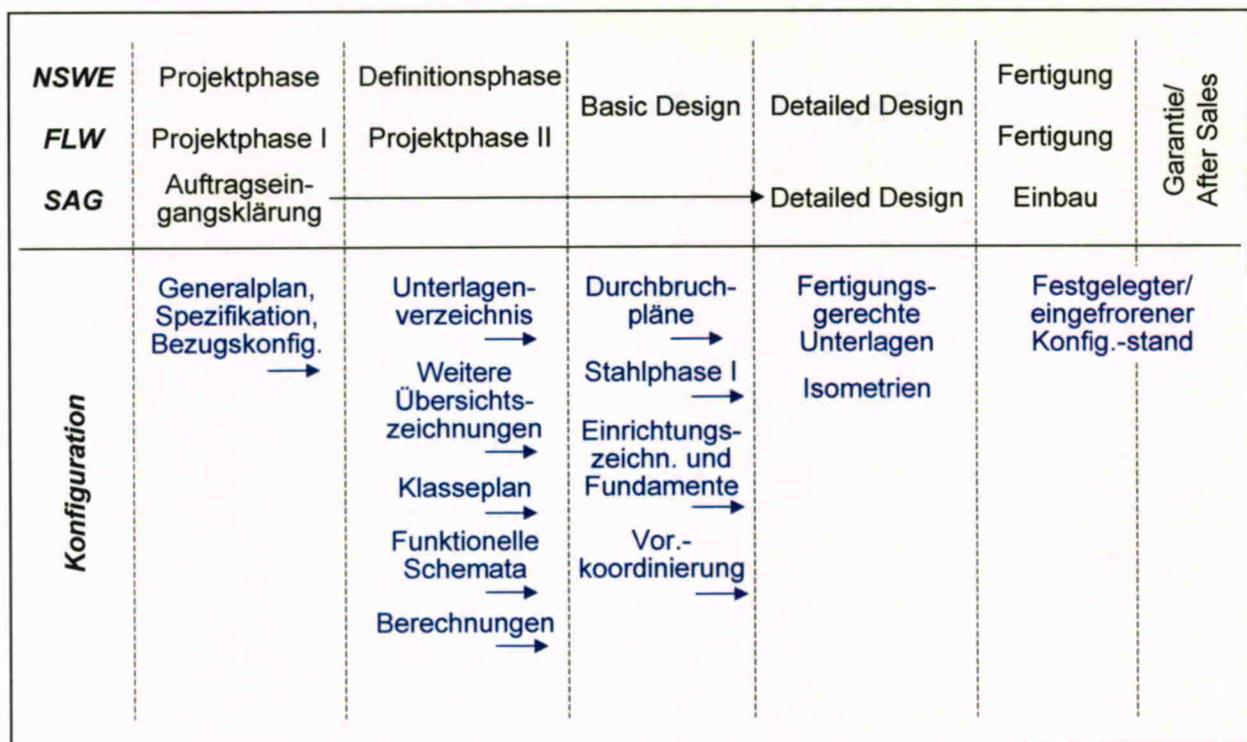


Abbildung 26: Konfigurierende Dokumente in einem Schiffbauprojekt

Unter Heranziehen der oben abgebildeten Phasen eines Schiffbauprojektes und der in diesen Phasen genutzten konfigurierenden Dokumente formulieren die NET-S Projektpartner die in der folgenden Tabelle zusammengefassten Anforderungen an das Konfigurations- und Änderungsmanagement.

Anforderungen an das Konfigurations- und Änderungsmanagement		Anforderungen an eine einheitliche Informationsplattform für das Konfigurations- und Änderungsmanagements
»Normaler« Änderungsprozess	Beschleunigter Änderungsprozess	
Stakeholderanalyse erstellen: Wer ist wann »beteiligt« oder »betroffen«? Meilensteinplanung der Konfigurationsaudits bzw. Baselines Festlegung, wann das Änderungsmanagement einsetzt Freigabekonzept Einfacher, geregelter Einfluss trotz Anwendung der Instrumente des Konfigurations- und Änderungsmanagements	Berechtigungskonzept Definierter Prozess zur Weitergabe unscharfer Informationen + zur Nachinformation Vereinfachte Berechtigungen → andere Prozesse Änderungskonzept: Wer darf was ändern?	Information für alle einsehbar Rückverfolgbarkeit Beschreibender Teil der Änderung Einheitlicher Zeichnungskopf Änderungen müssen dokumentiert werden und nachvollziehbar sein Status und Reifegrad von Informationen abbilden Änderungsindex Einheitliche Nomenklatur der Änderungen

Tabelle 6: Anforderungen an das Konfigurations- und Änderungsmanagement

Die in der obigen Tabelle aufgelisteten Anforderungen an das Konfigurations- und Änderungsmanagement bilden die Grundlage zur Erstellung eines Modells für das kooperative Konfigurations- und Änderungsmanagement. Daraus wiederum leiten sich die Voraussetzungen für ein effizientes und effektives Konfigurations- und Änderungsmanagement sowie für eine einheitliche Informations- und Kommunikationsplattform ab. Diese Voraussetzungen und konzeptionellen Vorüberlegungen werden im Folgenden umrissen.

Bei der Gestaltung von Konfigurations- und Änderungsprozessen ist die Berücksichtigung des gesamten Ablaufs über die Unternehmensgrenzen hinweg erforderlich. So können auch Einsparungspotentiale durch eine frühzeitige und partnerschaftliche Einbindung von Lieferanten ausgeschöpft werden. Zur Untersuchung geeigneter Anwendungsfälle des Änderungsmanagements ist eine Klassifizierung der Lieferanten von der „kleinen Garagenfirma“ bis hin zum Lieferanten komplexer Systeme sinnvoll. Für das Konfigurations- und Änderungsmanagement sind die beiden Anwendungsfälle (1) Änderungen in Arbeitsergebnissen von Systemlieferanten und (2) Änderungen in Arbeitsergebnissen von einer „verlängerten Werkbank“ denkbar. Im Fall der „verlängerten Werkbank“ erzeugt das Einlesen der Änderung eines Arbeitsergebnisses eine neue Revision im eigenen System. Ein Dienstleister muss in diesem Fall über eine Revision seiner Arbeitsumgebung informiert werden, auch wenn diese keine Auswirkungen auf seine Arbeit hat. Veränderungen im Auftragsraum eines Zulieferers müssen unverzüglich an den Zulieferer weitergegeben werden.

Je früher ein Zulieferer einen Auftrag erhält desto größer ist sein Gestaltungsspielraum bei der Definition der zu erstellenden Bauteile oder Komponenten, desto höher ist aber auch das Änderungsrisiko hinsichtlich dieser Bauteile und Komponenten. Wenn Bestellungen parallel zur Definition und zum Design eines Schiffes durchgeführt werden, können diese erhebliche Änderungen gegenüber den Zulieferern erforderlich machen, mit denen umgegangen werden muss. Derart frühzeitige Bestellungen resultieren aus einer angestrebten Reduzierung der Time to Market, die grundsätzlich entweder über eine Reduzierung der Produktionsdauer oder über eine Serienfertigung realisiert werden kann. Je früher ein Zulieferer im Zuge eines Schiffbauprojektes einen Auftrag erhält, desto höher ist sein Änderungsrisiko, desto größer ist aber auch sein Gestaltungsspielraum.

Zwei Prämissen, die für ein gemeinsames Verständnis des Konfigurations- und Änderungsmanagement bei den Projektpartnern im Zuge des NET-S Projekts herausgearbeitet werden, stellen sich wie folgt dar:

1. Bzgl. des Standards der Dokumentation von Schiffbauprojekten herrscht Einigkeit darüber, dass dieser unterschiedlich sein muss und von den Marktgegebenheiten bzw. von den Kundenwünschen abhängt. Es sind unterschiedliche Stufen bzw. Tiefen der Dokumentation zu definieren und die Tiefe der Dokumentation ist in jedem einzelnen Schiffbauprojekt im Zuge der Auftragsannahme zu klären.
2. Änderungsprozesse werden bei den Unternehmen immer dann angestoßen wenn Konflikte entstehen.

Die entwickelte Informations- und Kommunikationsplattform sollte nach Vorstellung der Partner im NET-S Projekt ein Änderungs- und Terminmanagement umfassen. Sie muss die Aussagen über die jeweilige Änderung unterstützen. Darüber hinaus soll der Änderungsablauf durch diese Plattform protokolliert werden. So können bspw. die Aufnahme und die Ausgabe von Daten (Historie der Kommunikation) von der Kommunikationsplattform protokolliert werden.

Aus den Diskussionen der NET-S Projektpartner heraus wurde das XML-Schema an seinem Basisobjekt um folgende Attribute erweitert: Die Attribute *OwningSite* und *Revision* sind als optionale Attribute eingearbeitet worden. Darüber hinaus wird ein „Zeitstempel“ der Gerierung des jeweiligen Datensatzes als optionales Attribut *Created* in den Header eingearbeitet. Weiterhin ist im XML-Schema auf der obersten Ebene die Vergabe eines Änderungsantrags vorzusehen (document-Ref), d.h. es ist hier eine Änderungsanforderung erforderlich.

2.6.3 Regelungen für das Änderungsmanagement

Als Grundlage für Regelungen für das Konfigurations- und Änderungsmanagement in kooperativen Schiffbauprojekten haben die NET-S Projektpartner einige Festlegungen diskutiert und getroffen, die sich wie folgt darstellen:

- Vorschlag für eine *Baseline*: Bei Arbeitspaketen wird der Stand „Null“ auf jedes Objekt in der Baseline übertragen. Für ein stabiles Konfigurations- und Änderungsmanagement ist eine eingefrorene Bezugskonfiguration der Partner für das Arbeiten mit der Informations- und Kommunikationsplattform als Baseline festzulegen. Diese Baseline bildet die Version eines Dokumentes, welches das erste Mal auf der Plattform abgelegt wird. Als eine derartige Bezugskonfiguration ist im NET-S Projekt die Version einer Unterlage bestimmt worden, die das erste Mal auf der Plattform abgelegt und die *Baseline* bildet. Bei Arbeitspaketen muss der Stand Null auf jedes einzelne Objekt in der Baseline übertragen werden.
- Durch die Informations- und Kommunikationsplattform sind elektronisch überwachte und protokollierte Änderungsmitteilungen zu erstellen und an die beteiligten Stellen zu verteilen. Veränderungen im Auftragsraum eines Zulieferers müssen unverzüglich an den Zulieferer weitergegeben werden.
- Zu Beginn eines Schiffbauprojektes ist zu klären, ob ein Änderungsdatum der Objekte des Arbeitspakets, die auf die Informations- und Kommunikationsplattform übertragen werden, zu führen ist oder nicht.
- Um eine Weitergabe nur des Deltas zum vorangehenden Änderungsstand zu realisieren, muss die Baumstruktur bzw. der Pfad zu den geänderten Bauteilen und Komponenten über die Informations- und Kommunikationsplattform mit übertragen werden. Diese übertragene Struktur muss alle vorhandenen Baugruppen oder Teile repräsentieren, um wegfallende Bauteile oder Komponenten identifizieren zu können. Bei unveränderten Komponenten wird nur die Struktur übertragen, jedoch nicht die Komponente selbst. Die Informations- und Kommunikationsplattform sowie die Konnektoren sollten das Delta überprüfen und eine Übertragung nur dieses Deltas auf die Plattform zulassen. Eine Zusammenstellung des Deltas von Änderungen soll im Ursprungssystem (z.B. Teamcenter) erfolgen.
- Es sollen die Daten der nächsthöheren Ebene zu der Ebene, in welcher Änderungen vorgenommen wurden, übertragen werden. Änderungen müssen bis auf Baugruppenebene nachvollziehbar sein. Auch Bauteile oder Komponenten, die aus einer Baugruppe wegfallen, müssen identifiziert werden können.
- Nachrichten bzw. Änderungsinformationen müssen immer einen Bezug zu einem Projekt und zu einem Arbeitspaket haben. Von der Informations- und Kommunikationsplattform werden Arbeitspaketnummern vergeben.

- Die Nachvollziehbarkeit von Änderungen muss gewährleistet sein: Die Änderungsinformationen müssen indiziert werden. Es ist ein Nachweis erforderlich, dass Änderungsinformationen an die Plattform übergeben wurden. Es ist eine regelkonforme Übergabe einer Revisionierung von Bauteil- oder Komponentendaten auf die Plattform erforderlich. Jeder Empfänger muss sicherstellen, dass er alle Revisionen kennt. Der Austausch von Ständen zwischen abgesehenen Zeichnungsständen ist problematisch.
- Durch die Informations- und Kommunikationsplattform soll eine Arbeitserleichterung erzielt werden. Eine Revisionierung ist jedoch nicht bei allen Partnern vorhanden bzw. wirken bei den Partnern unterschiedliche Mechanismen zur Revisionierung.
- Änderungen müssen auf der Kommunikationsplattform auf Arbeitspaket-Ebene berichtet werden. Es wird ein Ergebnisreport über geänderte Daten geführt. Mit einem Arbeitspaket werden Revision und Versionsnummer an die Plattform übergeben. Die XML-Files, die an die Plattform übertragen werden auf der Plattform archiviert. Diese Funktionen sollten in die Informations- und Kommunikationsplattform integriert werden. Im XML-Schema ist auf oberster Ebene die Vergabe eines Änderungsstands vorgesehen.
- Die Plattform muss einen Austausch von 3-D-Daten bzw. -Modellen realisieren. Im 3D-Datenmodell gibt es keine festen „Zeichnungsstände“. Der Datenaustausch über die Plattform darf sich nicht auf die Übertragung von Zeichnungen beschränken.

Um Änderungen über die Informations- und Kommunikationsplattform verfolgen und managen zu können ohne dazu entsprechende Algorithmen in der Plattform vorzusehen, sind im Rahmen des NET-S Projekts Regelungen für das Konfigurations- und Änderungsmanagement formuliert worden, die für den Betrieb der Plattform von hoher Bedeutung sind. Diese Regelungen dienen neben der Unterstützung des Betriebs der Informations- und Kommunikationsplattform in ihrem Stand zum Abschluss des NET-S Projekts als Grundlagen für eine Erweiterung der Plattform, die durch einen potentiellen Nutzer im Anschluss an das Projekt vorzunehmen ist.

Die Regelungen, die sich aus den im NET-S Projekt geführten Diskussionen ableiten lassen, lassen sich in die Kategorien *Grundregelungen*, *technische Regelungen*, *organisatorische Regelungen* unterteilen. Die Grundregelungen stellen sich wie folgt dar:

1. Die Version eines Arbeitspaketes, welches das erste Mal auf der Plattform abgelegt wird, bildet die Bezugskonfiguration für nachfolgende Änderungen.
2. Es wird nur das Delta zum vorangehenden Änderungsstand weitergegeben.

3. Mindestens über geänderten Komponenten oder Strukturen liegende Strukturknoten fließt in ein Änderungsarbeitspaket ein, so dass die durchgeführten Änderungen auf allen relevanten Ebenen nachvollziehbar sind.
4. Nicht nur das Arbeitspaket unterliegt Änderungen sondern auch die Modelle und Dokumente unterhalb des Arbeitspaketes.

Die formulierten technischen Regelungen lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Um eine Weitergabe nur des Deltas zum vorangehenden Änderungsstand zu realisieren, wird die Baumstruktur bzw. der Pfad zu den geänderten Bauteilen und Komponenten mit übertragen, die alle vorhandenen Baugruppen und Teile repräsentiert; bei unveränderten Komponenten wird nur die Struktur übertragen, jedoch nicht die Komponenten selbst.
2. Eine Zusammenstellung des Deltas von Änderungsständen erfolgt im Ursprungssystem (z.B. Teamcenter Engineering).
3. Änderungsinformationen werden durch die Kommunikationsplattform durch die Vergabe einer Versionsnummer versioniert.
4. Mit einem Arbeitspaket wird eine Revision an die Kommunikationsplattform übergeben.
5. Die Kommunikationsplattform erstellt Änderungsbenachrichtigungen, versendet diese an die beteiligten Stellen, überwacht und protokolliert die Änderungsmitteilungen; Nachweis, dass Änderungsinformationen an die Plattform übergeben wurden
6. Die XML-Files, die an die Kommunikationsplattform übertragen werden, verbleiben bis zum Ende des Projekts auf der Plattform.

Die aufgestellten organisatorische Regelungen lassen sich schließlich wie folgt formulieren:

1. Zu Beginn eines kooperativen Schiffbauprojektes wird durch die beteiligten Partner festgelegt, ob ein Änderungsdatum der Objekte, die auf die Plattform übertragen werden, zu führen ist oder nicht.
2. Alle Änderungen laufen unabhängig von der jeweiligen Rolle der Partner bzw. Zulieferer in einem Produktentwicklungsprojekt gleich ab.
3. Veränderungen im Auftragsraum von Partnern werden unverzüglich an die Partner weitergegeben.
4. Nachrichten bzw. Änderungsinformationen müssen immer einen Bezug zu einem Projekt und einem Arbeitspaket haben.

5. Alle Empfänger von Änderungen müssen sicherstellen, dass sie die Änderungen und Revisionen kennen
6. Nutzung der Begrifflichkeiten aus dem Referenzmodell + definierter Raumbegriffe (Zulassung von Hilfsräumen mit entsprechendem Plan) → Rückmeldung von Änderungen an definierte Räume.

Die aufgelisteten Regelungen sind bei der Nutzung der Informations- und Kommunikationsplattform zu berücksichtigen. Langfristig ist – soweit möglich – ihre Umsetzung in Algorithmen innerhalb der Plattform anzustreben.

2.7 Die Informations- und Kommunikationsplattform

Zur Verwaltung produktbezogener Daten existieren in den Unternehmen eine Vielzahl von Identifizierungssysteme (vgl. Kapitel 2.2.2). Mit diesen Systemen verbunden sind unternehmensindividuelle Strukturierungen der Daten, die im Laufe der Zeit mit der jeweiligen Werft gewachsen sind und damit keine Basis für allgemeingültige Strukturen bieten können. Ein Austausch dieser inhomogenen Produktdaten muss somit zwischen einer Vielzahl von Systemen innerhalb des einzelnen Unternehmens sowie mit allen weiteren beteiligten Unternehmen realisiert werden. Softwaresysteme aus den Bereichen CAD, CAM, PDM, FEM etc. erzeugen für den Datenaustausch eigene Formate, die nur selten direkt in die empfangenden System importiert werden können. Auch die Verwendung von Austauschstandards im Bereich des CAD-Datenaustauschs (z.B. IGES) ist mit Informationsverlusten behaftet. Sollen darüber hinaus gehende Daten ausgetauscht werden, steht im Wesentlichen der ISO-Standard 10303 STEP zur Verfügung, der bei seinem aktuellen Ausarbeitungsstand jedoch nur Teilbereiche des Produktdatenspektrums im Bereich Schiffbau abdecken kann.

2.7.1 Konzept der Kommunikationsplattform

Die im NET-S Projekt entwickelte Kommunikationsplattform dient der Steuerung von Informationsflüssen entlang der entwickelten Konstruktionssystematik sowie der Überprüfung der Anwendbarkeit des NET-S Produktdatenmodells. Unter durchgängiger Verwendung von Open Source Lösungen ist eine serverseitige Webapplikation erstellt worden, die es allen am Konstruktionsprozess beteiligten Personen erlaubt, einen strukturierten Daten- und Informationsaustausch unternehmensübergreifend zu realisieren.

Über die Kommunikationsplattform werden sowohl Textnachrichten an die Projektteilnehmer verteilt wie auch so genannte Arbeitspakete. Ein Arbeitspaket besteht aus zwei Dateien: Erstens aus einer XML-Datei, welche die für die jeweilige Arbeitsaufgabe benötigte, entsprechend des NET-S Produktdatenmodells abgelegte

Produktstruktur beinhaltet und zweitens aus einer komprimierten Datei (ZIP-Format), die alle für die Arbeitsaufgabe benötigten Bauteile umfasst. Ein Arbeitspaket setzt sich aus den Kopfinformationen (Absender, Empfänger, Zeitfenster/Priorität, Projekt), der Komponentensicht und der Stücklistenstruktur zusammen. Eine wesentliche Grundvoraussetzung liegt darin, dass bei Versand eines Arbeitspaketes die Abbildung der Konstruktionssicht sichergestellt werden muss. Eine Arbeitsanweisung bezeichnet ein Dokument, das nicht Teil des Arbeitspaketes ist, dem Arbeitspaket jedoch zugeordnet ist. Arbeitsanweisungen sind einer bestimmten Stücklistenebene bzw. einem bestimmten Knoten zuzuordnen. Beim Download der Arbeitspakete sind Querreferenzen erforderlich, die darauf hinweisen welche Objekte (Data-Sets, Binärdaten) zum Arbeitspaket dazu gehören; es muss verifiziert werden, ob die im XML-File genannten Binärdaten tatsächlich vorhanden sind bzw. mitgeliefert werden. Eine Definition von Arbeitspaketen über die Komponentensicht ist mittels der getroffenen Arbeitspaketdefinition nicht möglich.

Das Format der auszutauschenden Geometriedaten ist im Vorfeld eines kooperativen Projekts festzulegen, kann also variieren. Im Rahmen von NET-S wurde das SAT-Format eingesetzt. Zur Steuerung des Arbeitspakets enthält die XML-Datei einen Header (vgl. Abschnitt 2.4.4), der ausschließlich zur Handhabung des Arbeitspakets durch die Kommunikationsplattform herangezogen wird und kein Teil des eigentlichen Produktdatenmodells darstellt.

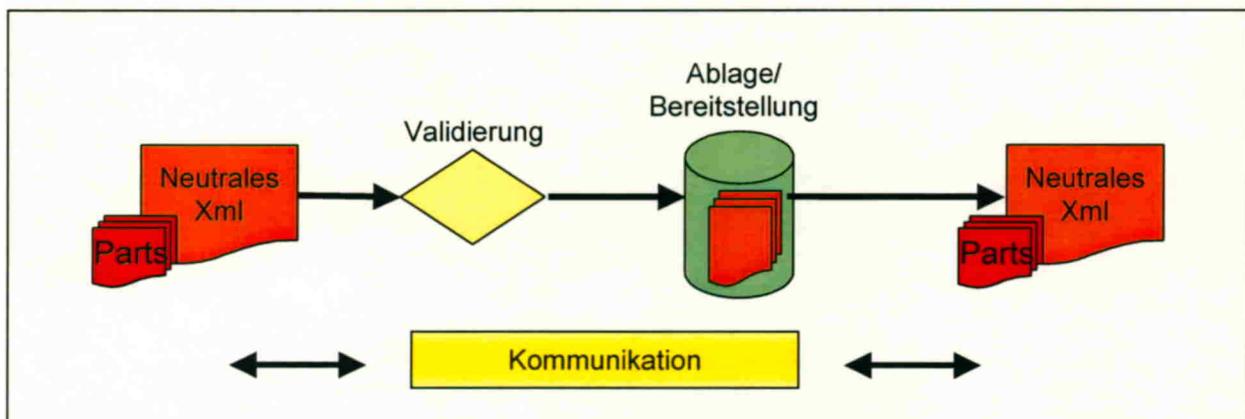


Abbildung 27: Funktionsweise der NET-S Kommunikationsplattform

Die Nutzung der Kommunikationsplattform durch unterschiedlichste Systeme erfordert die Verwendung von sog. Konnektoren, welche die Verbindung zwischen den unterschiedlichen Systemen herstellen. Für einen differenzierten Aufbau von Konnektoren zur Kommunikationsplattform ist eine Klassifizierung der am Designprozess beteiligten Partner durchgeführt worden, um deren spezifischen Anforderungen abbilden zu können. Durch die Siemens AG wurde im Zuge des Projekts ein grundlegender Konnektor zur Anbindung von Lieferanten erstellt, der folgende Aufgaben erfüllen muss:

1. Anlage einer Ordnerstruktur automatisiert auf beliebigem Laufwerk eines Fremdnutzers entsprechend des XML-Schemas.
2. Zuordnung der Komponenten innerhalb der Ordnerstruktur.

Jeder Lieferant bzw. Systemlieferant muss seine Konstruktionsumgebung, unabhängig vom jeweiligen CAD-System, unter Nutzung des grundlegenden Konnektors selber zusammenbauen können. Die Verbindung der Plattform mit stärker integrierten Partnern soll sich auf Basis des grundlegenden Konnektors ausbauen lassen. Diese verstärkte Integration ist im Rahmen des NET-S Projekts nicht mehr implementiert worden. Die Arbeitsergebnisse, die ein Zulieferer auf Basis der jeweils an ihn übermittelten Arbeitspakete erstellt, müssen mit der entsprechend vorgegebenen Struktur an den Auftraggeber zurückgegeben werden, d.h. der Weg vom Zulieferer zum Auftraggeber muss ebenso sichergestellt werden wie der Weg vom Auftraggeber zum Zulieferer.

Neben der Anbindung beliebiger Systeme von Zulieferern muss aufgrund der Anforderungen der beiden am NET-S Projekt beteiligten Werften eine Anbindung der Kommunikationsplattform an das PDM-System *Teamcenter Engineering* realisiert werden. Die Erstellung des Konnektors von der Kommunikationsplattform von/nach Teamcenter Engineering wurde von den Nordseewerken GmbH durchgeführt. Die Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG hat diesen von NSWE erstellten Konnektor herangezogen und ihn entsprechend der eigenen Anforderungen angepasst. Darüber hinaus hat Lürssen einen Nutzenvergleich des Einsatzes der Kommunikationsplattform für den Datenaustausch gegenüber einem direkten Datenaustausch hochintegrierter PDM-Systeme (Teamcenter-Teamcenter-Verbindung) vorgenommen. Die Werft ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, dass ein direkter Datenaustausch zwar reibungsloser und schneller realisiert werden kann, eine derartige Lösung erfordert allerdings den Einsatz des bei der Werft genutzten PDM-Systems auch bei den Zulieferern und Konstruktionsdienstleistern des Unternehmens.

2.7.2 Datenaustausch über die Kommunikationsplattform

Entscheidend bei der Kommunikation über die Kommunikationsplattform, ist deren Orientierung am NET-S Produktdatenmodell. Dies hat zur Folge, dass weniger eine personenbezogene als eine Aufgabenbezogene Kommunikation stattfindet. Der Empfänger einer Nachricht oder eines Arbeitspakets kann beispielsweise ein Raum oder ein System sein. Weiterhin ist der Versand an vordefinierte Gruppen und Einzelpersonen möglich. Ziel dieses Vorgehens ist es, mögliche Fehlerquellen bei der projektbezogenen Kommunikation auszuschließen. Dies wird durch ein Abonentensystem erreicht, in dem sich die Projektbeteiligten auf die für Ihre Aufgaben relevanten Räume und Systeme verschreiben können und damit automatisch in sämtlichen, diese betreffenden, Informationsfluss eingebunden werden.

Die Bearbeitung von kooperativen Konstruktionsaufgaben wurde im NET-S Projekt zwischen den Systemen Teamcenter Engineering, der werftseitigen PDM Umgebung und AutoCAD, dem Konstruktionssystem eines Systemlieferanten, erprobt. Als exemplarische Aufgabe wurde die Integration einer Kabelbahn in einen bereits detaillierten Raum gewählt. Im Zuge des Austausch eines Arbeitspakets wird durch die Werft die benötigte Konstruktionsumgebung inklusive zugehöriger Aufgabenbeschreibung an den Systemlieferanten übermittelt. Dazu wird im ersten Schritt die im Teamcenter Engineering zusammengestellte Konstruktionsumgebung über die systemeigene XML Schnittstelle ausgelesen. Die Überführung in das NET-S Produktdatenmodell erfolgt im Folgeschritt mittels eines für diese Aufgabe erstellten Konverters. Dieser Konverter hat die Aufgabe der Reduzierung der im Teamcenter Engineering angelegten Verknüpfungen und Verweise sowie des Zusammenstellens der zum Arbeitspaket gehörigen Komponenten in einer komprimierten Datei. Zusätzlich zur Konvertierung werden dem XML Steuerinformationen für die Verarbeitung durch die Kommunikationsplattform angehängt. Anschließend wird das aus zwei Dateien bestehende Arbeitspaket auf die Kommunikationsplattform geladen. Die Kommunikationsplattform prüft die Validität der eingestellten XML Datei entsprechend der Struktur des NET-S Produktdatenmodells. Wird eine Prüfung invalid durchlaufen, findet keine Speicherung des Arbeitspakets statt und der Versender wird gebeten die Produktdatenstruktur zu überprüfen. Ist die Prüfung erfolgreich, werden die im Header vermerkten Empfänger – Einzelpersonen, Gruppen, Räume oder Systeme – über den Eingang eines Arbeitspakets informiert.

NET-S Kommunikationsplattform

Benutzer: BIBA / hom@biba.uni-bremen.de

Neue Nachrichten:

Projektnr.	Paketnr.	Datum	Absender	Betreff	Aktion
<input type="checkbox"/> NET-S	PKG-04-01	02.12.05 10:48	ROOM - LH 03	Änderung der Kabelbahn	
<input type="checkbox"/> NET-S	PKG-04-02	12.12.05 10:48	ROOM - LH 03	Revision der Kabelbahn	
<input type="checkbox"/> NET-S	---	14.12.05 10:47	gll@biba.uni-bremen.de	Projekttreffen: Agenda	
<input type="checkbox"/> NET-S	PKG-07-03	15.12.05 10:49	GROUP - MAR	Geänderte Konstruktionsumgebung	
<input type="checkbox"/> NET-S	PKG-15-00	17.12.05 11:00	SYSTEM - FL 07	Auslegung Feuerlöschsystem	
<input type="checkbox"/> NET-S	PKG-15-02	28.12.05 10:58	oit@biba.uni-bremen.de	Anordnung Löcher	
<input type="checkbox"/> NET-S	---	12.01.06 11:03	gll@biba.uni-bremen.de	Projekttreffen: Protokoll	
<input type="checkbox"/> NET-S	PKG-15-03	17.01.06 11:06	SYSTEM - FL 12	Neue Revision	
<input type="checkbox"/> Alle auswählen					

Aktion wählen

Neue Arbeitspakete:

Projektnr.	Paketnr.	Datum	Absender	Aktion
NET-S	PKG-04-02	11.12.05 16:32	ROOM - LH 03	
NET-S	PKG-07-03	13.12.05 16:34	GROUP - MAR	
NET-S	PKG-15-00	17.12.05 16:25	SYSTEM - FL 07	
NET-S	PKG-15-03	16.01.06 16:31	SYSTEM - FL 12	

Abbildung 28: Benutzerbezogene Startseite der NET-S Kommunikationsplattform

2 Erzielte Ergebnisse

Beim Benachrichtigungswesen wird zwischen zwei Arten von Nachrichten unterschieden. Es gibt Systeminterne Mitteilungen und Benachrichtigungen per Email (extern). Jeden Benutzer kann über die Bevorzugte Benachrichtigungsart entscheiden. Ausgenommen sind dabei Nachrichten mit hoher Priorität, die grundsätzlich auf beiden Wegen verteilt werden. Alle Nachrichten werden in Verbindung mit einem bestimmten Arbeitspaket innerhalb der Kommunikationsplattform archiviert. So kann auch bei längerfristiger Bearbeitung eine nachvollziehbare Kommunikation aufgebaut werden, gleiches gilt für Dokumente, die Nachrichten angehängt sind. Nachrichten ohne Arbeitspaket-Zusammenhang werden separat abgelegt.

Auf der Seite des Systemlieferanten kann im Anschluss an die Benachrichtigung das neue Arbeitspaket geladen werden und mittels eines universellen Lieferanten Konnektors in die eigene Konstruktionsumgebung integriert werden. Dieser Konnektor bietet unter anderem die Möglichkeiten die Produktstruktur des Arbeitspakets anzuzeigen und eine der Produktdatenstruktur des Arbeitspakets entsprechende Ordnerstruktur zu erstellen, in der die einzelnen Komponenten der Konstruktionsumgebung abgelegt werden. Aus der Ordnerstruktur heraus, können die Komponenten in AutoCAD eingelesen werden. Ist eine Konstruktionsaufgabe seitens des Systemlieferanten abgearbeitet, wird ausschließlich das Konstruktionsergebn ohne die bereitgestellte Konstruktionsumgebung an die Werft zurückgeliefert. Für das erstellen des Arbeitspakets wird erneut der universelle Lieferanten Konnektor verwendet. Das Bereitstellen findet analog zur werftseitigen Bereitstellung statt.

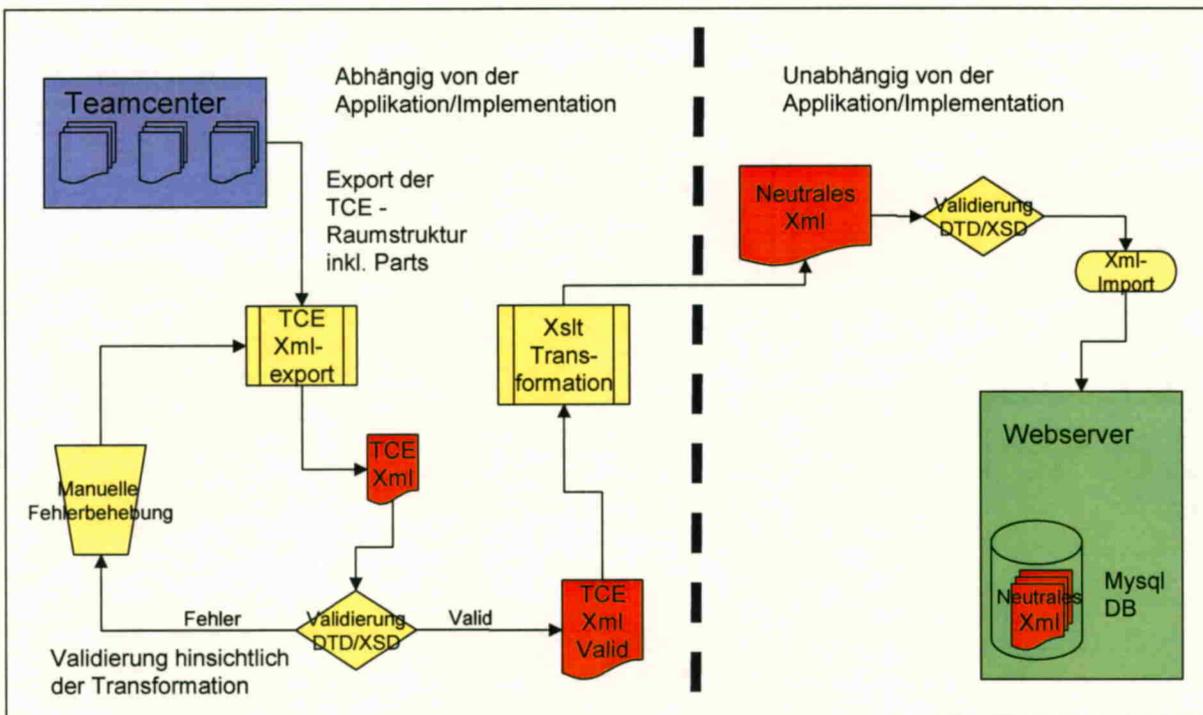


Abbildung 29: Ablauf der Bereitstellung von Arbeitspaketen

Durch die Verwendung des NET-S Produktdatenmodells ist es möglich, bei Änderungsschleifen jeweils nur das Delta, also die von der vorherigen Konstruktionsumgebung abweichenden Komponenten auszutauschen. Auf diese Weise bleibt das Volumen der auszutauschenden Daten überschaubar, und wächst nicht mit jeder Folgeversion an. Ein weiter wichtiger Aspekt ist der bei der Anwendung des NET-S Produktdatenmodells vorgeschriebene Lagerichtige Verbau aller Komponenten zum Koordinatenursprung des Gesamtprojekts. Dieses Vorgehen stellt die korrekte Positionierung aller, auch extern erstellter Komponenten im Projekt sicher.

Ein Vorgehen entlang der entwickelten Konstruktionssystematik (vgl. Abbildung 29) konnte erfolgreich durchlaufen werden. Ein industrieller Einsatz der Softwarelösungen ist derzeit noch nicht möglich, einige Industriepartner des Projekts setzen ihre Bemühungen zur Einführung dieser Systematik und damit zur Nutzung der Kommunikationsplattform jedoch auch nach Abschluss des NET-S Projekts fort.

Um die Kommunikationsplattform sinnvoll nutzen zu können, sind grundlegende Vereinbarungen zwischen den Nutzern der Plattform getroffen worden. Diese Vereinbarungen lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

- Es ist festzulegen, ob die Sende-/Empfängerinformationen als eigenständige Information neben den Arbeitspaketen mitgeführt werden oder ob diese Informationen im jeweiligen Arbeitspaket integriert sind. Aus Sicht der Industriepartner ist es einfacher, diese Informationen direkt mit dem Arbeitspaket zu schnüren und sie somit dem Arbeitspaket mitzugeben. Im Rahmen des Treffens wurde beschlossen beide Möglichkeiten vorzusehen.
- Für das Benachrichtigungswesen sind Prioritätsstufen in der Plattform umzusetzen, so dass die Arbeits- und Änderungspakete mit einem zusätzlichen Steuerungsinstrument versehen werden können. Dabei wird zwischen Kommunikationsplattform-internen und -externen Nachrichten unterschieden, wobei die Art des Informationsflusses weitestgehend durch den jeweiligen Nutzer steuerbar zu gestalten ist.
- Bzgl. der Benutzerprofile ist darauf zu achten, dass nur der Absender und der Adressat des Arbeitspaketes genannt werden. Es darf keine Verifizierung/Veröffentlichung der Erstellerdaten erfolgen. Werden Pakete nicht personengebunden zugestellt, werden für Unternehmen oder Abteilungen Postfächer eingerichtet, die regelmäßig nach neuen Arbeitspaketen zu sichten sind.
- Hinsichtlich des Benachrichtigungswesens ist die Zuordnung von Nachrichten zu Arbeitspaketen zwingend.
- Es wird angestrebt, die strukturellen Inhalte des XML-Schemas eines Arbeitspakets innerhalb der Kommunikationsplattform anschauen zu können. Damit soll eine Einsicht möglich sein, was in diesem XML-Paket enthalten ist. Somit wird ein Strukturbrowser für die Abbildung der Inhalte benötigt. Dazu wird ein

Termin zwischen Herrn Homburg und Herrn Sommer stattfinden, um die Implementierbarkeit des Siemens Strukturbrowsers in die Plattform zu überprüfen.

- Zusätzlich zum Schema des Nullmodells erfordert das Arbeiten mit der Kommunikationsplattform die Aufnahme und Hinterlegung weiter projektspezifischer Strukturen. Hierzu gehört z.B. die räumliche Aufteilung des Schiffs, die bereits in einer frühen Phase des Konstruktionsprozesses festgelegt wird. Dies ist notwendig um Rückmeldungen von Änderungen auf zuvor definierte Räume mappen zu können. Auf diese Weise können Beteiligte Änderungen an einem bestimmten Raum abonnieren.
- Bzgl. der Anordnung von Komponenten im Raum sind Festlegungen vorzugeben, ob eine Platzierungsmatrix in den Arbeitspaketen oder in den Binärdaten mitgeführt wird. Bei ihrer Mitführung in den Arbeitspaketen ist eine Transformation dieser Matrix entsprechend bestimmter Schemata erforderlich, bei der Mitgabe mit den Binärdaten werden die Komponenten im Raum platziert. Wenn die Platzierungsinformationen in den Arbeitspaketen nicht mitgegeben werden, müssen diese in Binärdaten mitgegeben werden. Als zulässige Formate für die Geometriedaten sind Nativ, STEP AP 203 und 214, IGES sowie die DMU-Formate SAT, PARASOLID festgelegt.
- Das XML-File wird nicht „aufgelöst“ in der Datenbank abgelegt, sondern lediglich als Ganzes in der Kommunikationsplattform hinterlegt.

2.8 Life Cycle Aspekte

Parallel zu den Analysearbeiten, zu den konzeptionellen Arbeiten zur Erstellung eines Produktdatenmodells für kooperative Schiffbauprojekte sowie zum Aufbau einer Informations- und Kommunikationsplattform hat das BIBA gemeinsam mit dem BIAS und der Siemens AG ein Simulationsmodell für die Life Cycle Aspekte in Schiffbauprojekten entwickelt. Dazu sind in einem ersten Schritt die Akteure und Module, die im Lebenszyklus von Schiffen eine Rolle spielen, sowie die Phasen des Schiffs-Lebenszyklus identifiziert worden. Zur Darstellung der Akteure und Module ist in diesem Modell eine Unterscheidung zwischen Hauptakteuren und -modulen, wichtigen Akteuren sowie Nebenakteuren vorgenommen worden, um dadurch eine Priorisierung der Bedeutung dieser Akteure und Module für den Lebenszyklus eines Schiffes vorzunehmen. Die Akteure, Module und die Lebenszyklusphasen sind in Abbildung 30 zusammengefasst.

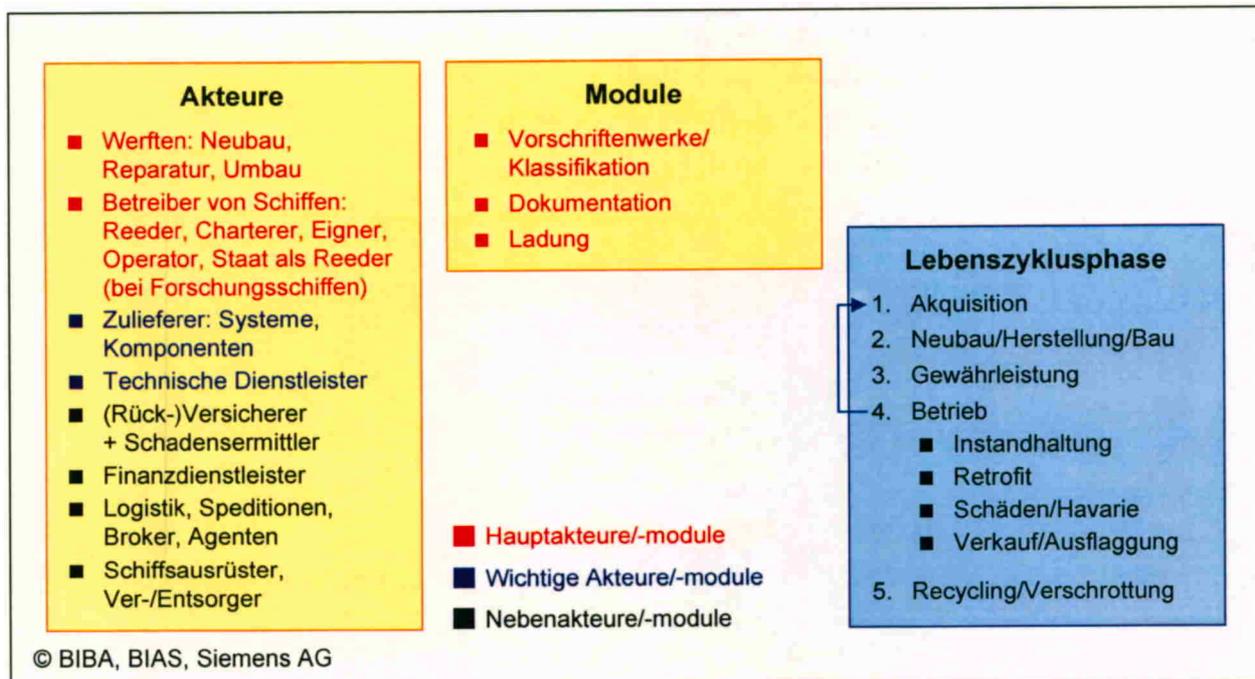


Abbildung 30: Akteure und Module des LCM-Simulationsmodells

Für jede Phase des Lebenszyklus eines Schiffes sind die Akteure und Module, die in der jeweiligen Phase eine Rolle spielen, weiterhin grafisch dargestellt worden (vgl. die folgenden Abbildung). Dabei stehen die Hauptakteure in diesen Phasen im Zentrum (blau) und die weiteren Akteure sind um die Hauptakteure herum angeordnet. In dieser Anordnung werden auch die Beziehungen zwischen den Akteuren und Modulen durch Pfeile dargestellt. Die Akteure und Module im gelben Oval sind bei einer Simulation von höherer Bedeutung als die Akteure und Module außerhalb dieses Ovals. Die Bedeutung der Dokumentation für die jeweilige Lebenszyklusphase wird durch die Intensität der roten Fläche angezeigt. Je wichtiger die Dokumentation des Schiffes in dieser Phase ist, desto tiefer ist auch das Rot der Fläche. Die einzelnen Lebenszyklusphasen in der Seewirtschaft werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

In der *Akquisitionsphase* stehen Reeder und Werft im Mittelpunkt. Es gilt dabei herauszufinden, welche Ansprüche und Wünsche die Reeder tatsächlich haben. Aus Sicht der Zulieferer ist ihre frühzeitige Einbindung in dieser Akquisition erforderlich, um so ein besseres Gesamtergebnis *Schiff* zu erreichen. Die wichtigsten Entscheidungen für den gesamten Life Cycle werden in der Akquisitionsphase getroffen. Nur hier kann der Reeder vom Einbau zukunftssicherer Technologie und deren langfristiger Kostenersparnis überzeugt werden. Werften haben i.d.R. wenig Interesse, Hochtechnologie in das Schiff einzubringen, da hiermit hohe Kosten und das Risiko neuer Technologie (wenig Erfahrungswerte zur Zuverlässigkeit etc.) einhergehen. Neben den Reedern müssen auch Banken (Finanziers) vom Nutzen des LCM-Konzepts überzeugt werden, um eine Einführung zu realisieren. Überzeugungsarbeit sollte hier auch seitens des Gesetzgebers geleistet werden, indem

2 Erzielte Ergebnisse

entsprechende Vorschriften oder Anreizsysteme (z.B. steuerliche Vergünstigungen, ermäßigte Gebühren z.B für Häfen, Kanäle) für den Schiffbau geschaffen werden. Hier müssen Schiffbau nahe Unternehmen, durch Ihre aktive Teilnahme, direkten Einfluss über die jeweiligen Ausschüsse nehmen.

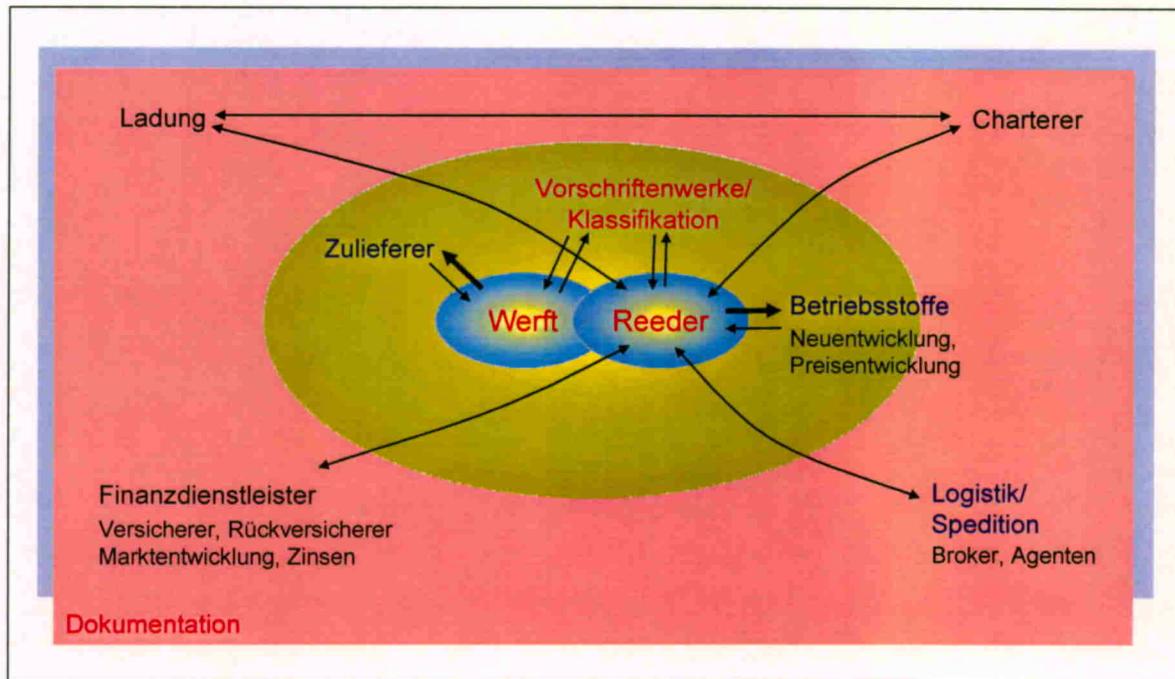


Abbildung 31: Akteure und Module in der Akquisitionsphase

Problematisch für wesentliche pro Life Cycle Entscheidungen in der Akquisitionsphase ist die Tatsache, dass Nutzeneintritt und Ersparnisse nicht zeitnah realisiert werden und oft erst späteren Eignern zugute kommen. Auch lassen sich die Aufwendungen nur zum Teil durch den Wiederverkaufswert kompensieren. Aus diesem Grund resultiert eine besondere Bedeutung der Berücksichtigung von Life Cycle Aspekten für Langfristeigner, wie bei

- Yachten,
- Staatsreedern (z.B. Forschungsschiffe),
- Fähren und
- Produktorientierten Schiffen (z.B. Gastanker, Barge Carrier).

Beispiele für Life Cycle orientierte Maßnahmen sind:

- Einsatz beschichteter Ballastrohre/Lenzsysteme
- Verwendung von Korrosionsschutzsystemen
- Anti-Faulingsysteme am Unterwasserschiff
- Einbau zukunftsweisender Elektro- und Kommunikationskabelnetze

Motivation für die Umsetzung von Life Cycle Maßnahmen kann durch entsprechende Anreize geschaffen werden, bspw. in Form der Vergabe eines Umweltsiegels für Life Cycle orientierte Schiffe und daraus resultierenden Gebührenvorteilen bei Registrierung, Kanal- und Hafengebühren sowie Versicherungsbeiträgen. Werft und Reeder sind für die Umsetzung aller Life Cycle Maßnahmen aus der Akquisition verantwortlich. Die Umsetzung der Maßnahmen muss auch in der Dokumentation berücksichtigt werden.

Die Abbildung 32 zeigt die Zusammenhänge in der Phase **Neubau/Herstellung** eines Schiffes auf. Diese Phase liefert wichtige Aspekte für den Life Cycle. Die Voraussetzungen, die in der Herstellungs-/Bauphase realisiert werden müssen, sind bereits in der Akquisition zu schaffen. Beispiele für derartige Aspekte sind modulare Bauweise, Normteile, Zugänglichkeit, Austauschbarkeit, Systemreserven und das Betriebsregime der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung.

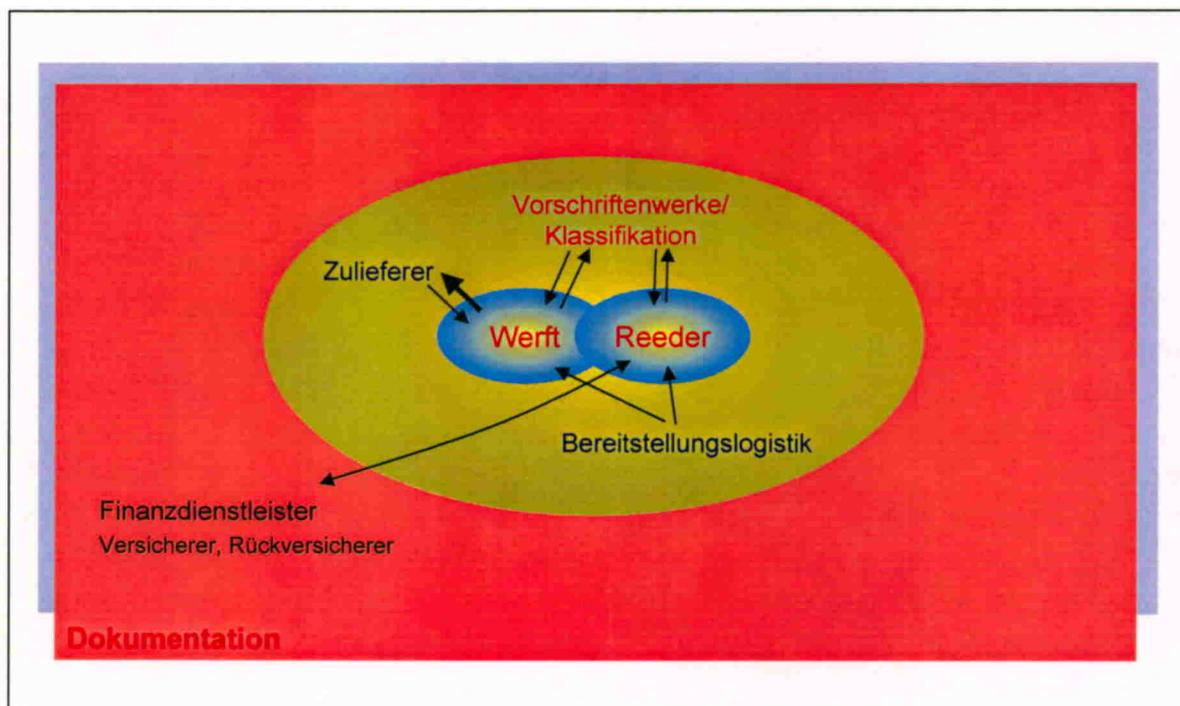


Abbildung 32: Akteure und Module in der Neubau-/Herstellungsphase

Relevante Schnittstellen in der Herstellungs-/Bauphase sind die Schnittstellen Werft – Zulieferer – Bordkommando – Reeder – Klassifikation – Versorger – Entsorger – Technische Dienstleister – Klassifikation/Vorschriften – Logistik.

In der **Gewährleistungsphase** überprüft das Bordkommando die Systeme und kommuniziert Mängel und Fehlfunktionen an das Umfeld. Dabei werden alle Systeme sehr genau in Augenschein genommen, da Reparaturen in dieser Phase für den Reeder kostenneutral sind. In den Folgephasen wird hingegen oft mit Kompromissen bei der Instandsetzung gearbeitet, um (zumindest kurzfristig) höhere Kosten zu vermeiden.

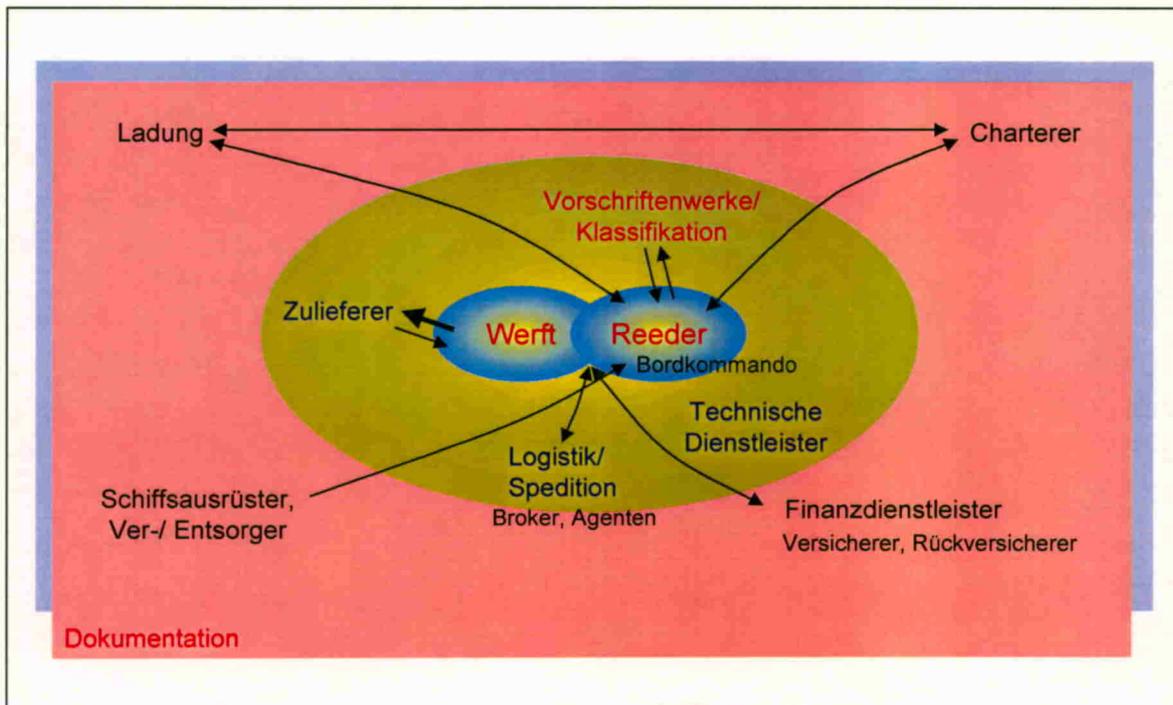


Abbildung 33: Akteure und Module in der Gewährleistungsphase

Die Gewährleistungsphase ist die sicherste Phase, um Life Cycle Erkenntnisse bei allen Beteiligten in die Datenbasis einfließen zu lassen. Sie bildet die günstigste Überprüfungsphase für Schnittstellenfunktionen, da hier aus der Interessenlage die größte Abhängigkeit der Akteure besteht. Es wird hier ein hohes Interesse an einer gemeinsamen Lösung unterstellt. Streitpunkte bei der Gewährleistung können die Definition der zugesicherten Life Cycle Eigenschaften, die Produkthaftung und Folgeschäden sein. In der Gewährleistungsphase überprüft das Bordkommando die Systeme und kommuniziert Mängel und Fehlfunktionen an das Umfeld. Dabei werden alle Systeme sehr genau in Augenschein genommen, da Reparaturen in dieser Phase für den Reeder kostenneutral sind. In den Folgephasen wird hingegen oft mit Kompromissen bei der Instandsetzung gearbeitet, um (zumindest kurzfristig) höhere Kosten zu vermeiden.

Die **Betriebsphase** gibt Aufschluss, ob „innovative“ Systeme Ihre anfänglichen Mehrinvestitionen rechtfertigen. Hier zeigt sich schnell die Notwendigkeit eines LCM, da viele Systeme nur dauerhaft tragen, wenn eine durchgehende Betreuung stattfindet. Aktuell besteht das Problem, dass Daten von „unkontrollierten“ Reparaturen nicht weitergereicht werden und damit ein konsistentes LCM unmöglich machen. Wesentliche Aspekte in der Betriebsphase sind die **Instandhaltung**, das **Retrofit**, **Schäden/Antriebshavarien** und der **Verkauf**.

In der Betriebsphase **Instandhaltung** erfolgen der Beweis für die Funktionstüchtigkeit des Systems Schiff und die Bewertung der in der Akquisition gesetzten und in der Bauphase realisierten Ziele („Stunde der Wahrheit“). Hier erfolgt der haupt-

sächliche Rückfluss der Life Cycle Investitionen. Mit der Bewertung der gesetzten Ziele erfolgt auch die Vorbereitung für Nachfolgesysteme.

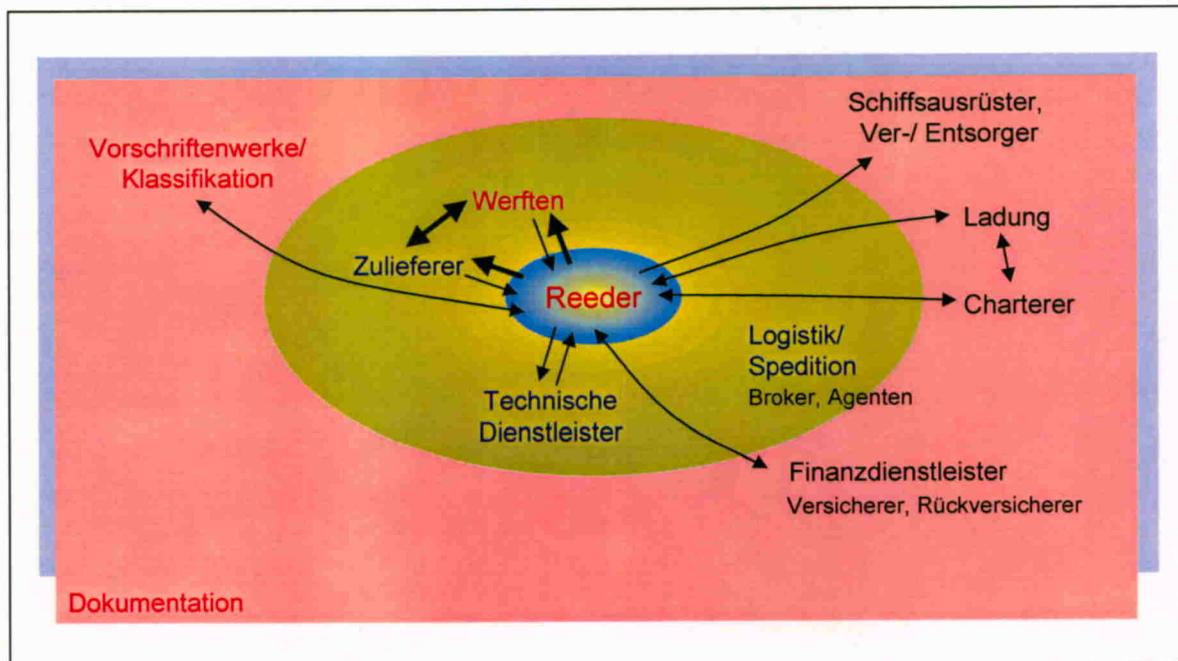


Abbildung 34: Akteure und Module bei der Instandhaltung

Die Life Cycle Systeme müssen in der Betriebsphase qualifiziert und modifiziert werden. Aus den praktischen Ergebnissen wird auch die Rollenverteilung der Akteure geprägt. Aus diesen Erfahrungen kann sich eine Umschichtung/Neuverteilung der Aufgaben für den operativen Betrieb des Systems Schiff im Sinne des Life Cycle Managements ergeben (personen- und kompetenzabhängig). Die Betriebsphase gibt Aufschluss, ob „innovative“ Systeme Ihre anfänglichen Mehrinvestitionen rechtfertigen. Hier zeigt sich schnell die Notwendigkeit eines LCM, da viele Systeme nur dauerhaft tragen, wenn eine durchgehende Betreuung stattfindet. Aktuell besteht das Problem, dass Daten von „unkontrollierten“ Reparaturen nicht weitergereicht werden und damit ein konsistentes LCM unmöglich machen.

Die Durchführung eines **Retrofits** während der Betriebsphase ist einzig von wirtschaftlichen Überlegungen abhängig. Es kommt vor, dass eine Verschrottung des Schiffs wirtschaftlich günstiger als ein Retrofit ist. Ziel sollte es jedoch sein, den möglichen Retrofit zu erleichtern. Neue Technologien können einen Retrofit sogar unnötig machen (z.B. Verwendung des alten Kabelnetzes für aktuelle Medien, durch Einsatz neuer Übertragungstechnologie). Das Retrofit hat einen reaktiven Charakter. Die vermeidenden bzw. vorbeugenden Maßnahmen sollten unter einem neuen Punkt zusammengefasst werden. Mögliche Maßnahmen sind hier:

- Modulare Ergänzungen vorsehen (z.B. von Technologie, die noch in der Entwicklung ist)

2 Erzielte Ergebnisse

- Möglichkeit technischer Container für Energieversorgung (z.B. für späteren Transport von Kühlcontainern)
- Hafetrieb mit Brennstoffzellen schon heute vorsehen

Diese zukunftsorientierten Ideen werden oft in der Umsetzung aus Kostengründen gestrichen. Sie müssen im Wettbewerb argumentiert werden, um deren Verkauf realisieren zu können.

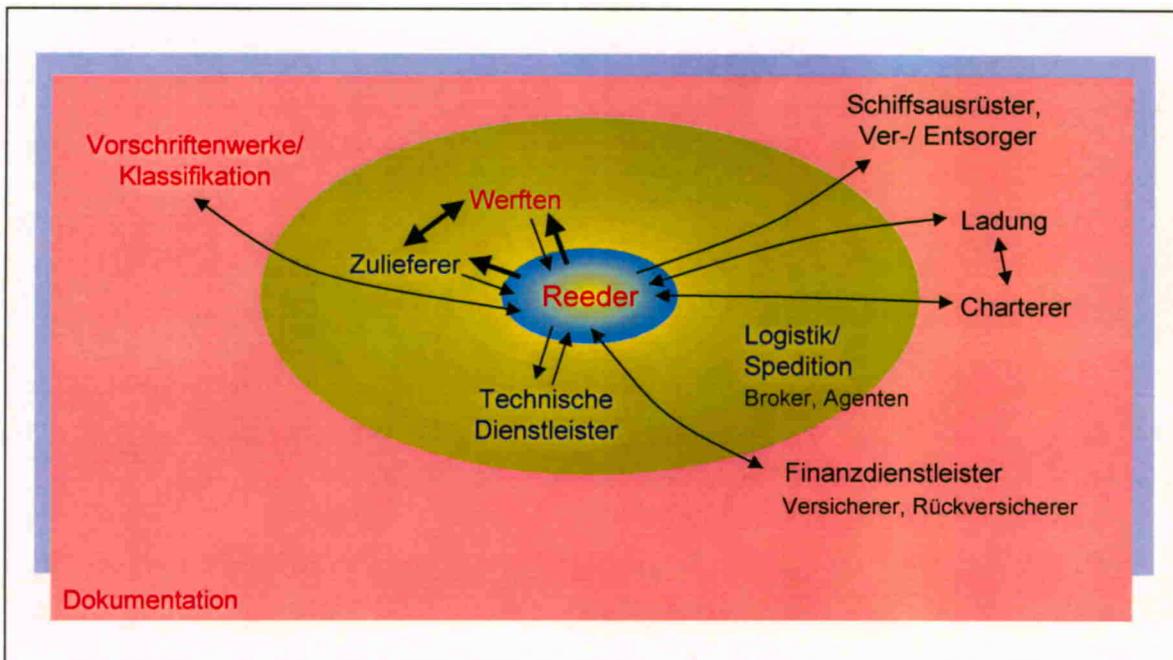


Abbildung 35: Akteure und Module beim Retrofit

In dieser Phase (bzw. zum Zeitpunkt eines Retrofits) besteht die Möglichkeit, das praktische System des Retrofit an der Basis „Schiff“ zu verifizieren indem im Sinne eines „Kassensturzes“ die gesamte abgelaufene Betriebszeit bewertet wird. Das Retrofit betrifft insbesondere Hardware-Updates. Hier besteht die Gelegenheit zur Neuausrüstung für die Restlaufzeit des Systems unter Berücksichtigung der Einsatzkonzeption. Dieser Punkt ist besonders geeignet zur Bewertung der eingesetzten Dokumente, Schnittstellen, etc.

Im **Schadensfall** kann ein LCM als Entscheidungshilfe dienen. Es könnte eine schnelle Datenbereitstellung für Simulationssysteme (z.B. Simulationszentrum Warnemünde) ermöglicht werden, die eine bessere Lagebeurteilung/Schadensbeurteilung zulassen. Oft werden die zu ergreifenden Maßnahmen in Notfällen von Personen/Politikern gefällt, die geringe Kompetenzen für das vorliegende Problem besitzen. Über Simulationen könnten hier bessere bzw. verständlichere Entscheidungsgrundlagen geliefert werden.

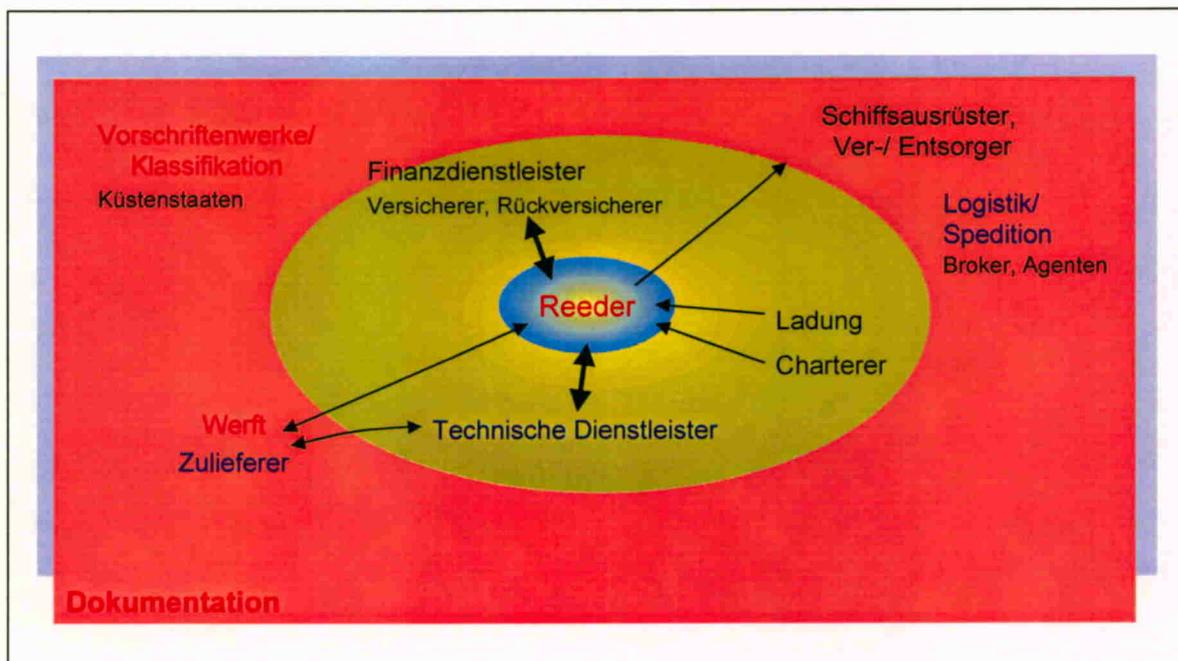


Abbildung 36: Akteure und Module im Schadensfall

Dokumentation, Datenpflege, Schnittstellenfunktionen und die Fähigkeit zum „Kompakteinsatz“ des Life Cycle Management Systems zur Beherrschung einer Havariesituation können über Erhalt oder Verlust von Crew, Schiff und Ladung entscheiden. Ein „gutes“ Life Cycle Management kann hier z.B. Voraussetzungen schaffen für erfolgreiche Verhandlungen und die Durchführung gemeinsamer Operationen mit Küstenstaaten und ihren Körperschaften bis hin zu Militäreinsätzen.

Beim *Verkauf* eines Schiffes ist es möglich, dass Käufer dem LCM keinen Mehrwert beimessen bzw. nicht bereit sind für ein LCM einen höheren Gesamtpreis zu bezahlen. In diesem Fall muss es für den Verkäufer möglich sein, die notwendigen Daten (Klassevorschriften) von den LCM Daten zu separieren. Herr Kretschmer merkt an, dass Datenaufzeichnungen vergangener Tage durch Technologiewandel unwichtig werden können. Der Zustand und der Informationsgehalt des LCM Systems sind für die geplanten Operationen von entscheidender wirtschaftlicher Bedeutung. Besonders kritisch ist hier die Separation der Daten zwischen übergabepflichtigen und betriebsinternen Daten bzw. Aufzeichnungen, um z.B. Nachforderungen aus dem Kaufvertrag abwehren zu können („verdeckte Mängel“). Das Life Cycle Management System muss die Möglichkeit bieten, interne Daten auszublenden und nur Aufzeichnungen der Klasse an einen Käufer zu übergeben.

Weiterhin ist die Neuausrichtung der Pflichten der Klassifikation mit Aussagen zu zukünftigen Funktion des Schiffes und seiner wichtigsten Komponenten für den bestätigten Klassezyklus (Prognose), nur auf der Basis eines funktionierendes Life Cycle Managements denkbar. Die relevanten Akteure und Module beim Verkauf eines Schiffes an eine andere Reederei sind in Abbildung 37 dargestellt.

2 Erzielte Ergebnisse

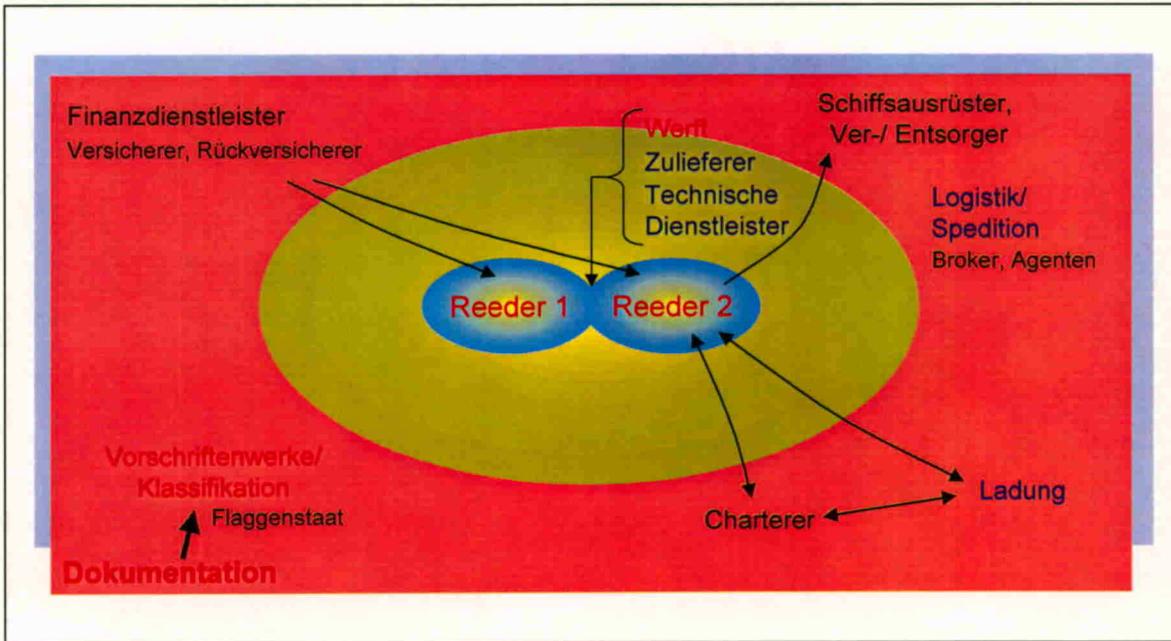


Abbildung 37: Akteure und Module beim Verkauf an Reederei

Abbildung 38 stellt den **Verkauf** eines Schiffes an ein Abbruchunternehmen dar. Der wirtschaftliche Erfolg eines solchen Vorgangs ist im großen Maße vom Stand des Life Cycle Systems abhängig. Der Reeder kann mit umfangreichen, gut vermittelbaren Datensätzen einen guten Abbruch-Tonnagepreis erzielen. Das Abbruchunternehmen kann über einen hohen Verwertungsgrad damit ebenfalls ein gutes Betriebsergebnis erwirtschaften. Zudem kann auf die zukünftig immer höheren Umweltauflagen für Abbrucharbeiten wesentlich besser reagiert werden.

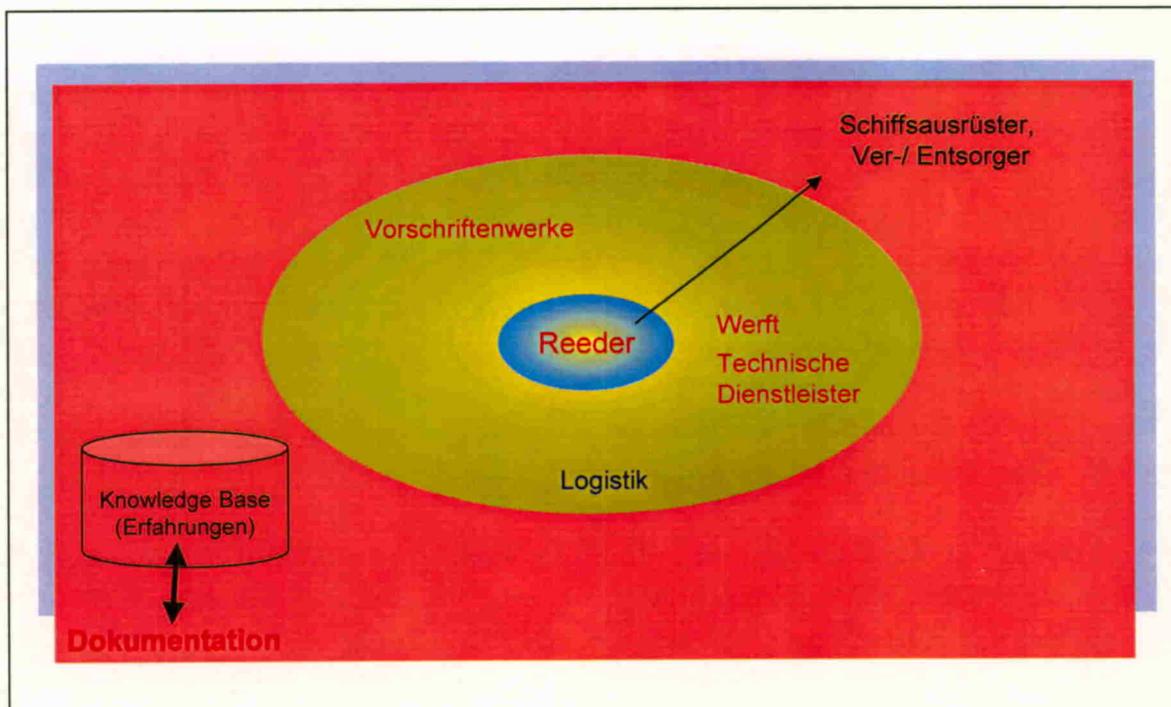


Abbildung 38: Akteure und Module beim Verkauf an Abbruchunternehmen

Aufgrund gesetzlicher Bestimmungen und gesteigerter Anforderungen der Schiffeigner hinsichtlich Effektivität und Effizienz beim Einsatz, der Wartung und Reparatur ihrer Schiffe nimmt die Bedeutung eines ganzheitlichen Life Cycle Managements in der Seewirtschaft weiter zu [BALance 2000]. Derzeit werden lediglich Lösungen zum Management einzelner schiffstechnischer Systeme von Systemlieferanten angeboten, so z.B. für das Power and Information Management oder das Antriebsmanagement. Es fehlt jedoch an einer für die Reeder handhabbaren Gesamtlösung für das Life Cycle Management von Schiffen sowie an der organisatorischen und softwaretechnischen Integration dieser Systeme. Darüber hinaus werden wesentliche Daten, die bereits in den frühen Phasen des Lebenszyklus von Schiffen entstehen, also in der Entwicklung und der Herstellung der Schiffe, nur teilweise erfasst und dokumentiert [NET-S 2004]. Die Wartung, Instandhaltung und Reparatur von Schiffen ist aufgrund einer unzureichenden Dokumentation wesentlicher IST-Zustandsdaten mit hohen Aufwendungen und damit mit hohen Kosten für die Reedereien verbunden, welche die Schiffe einsetzen. Es wird erwartet, dass eine Reederei ihre Kosten für Betrieb, Wartung, Instandhaltung und anfallende Reparaturen erheblich reduzieren kann, wenn schon zu Beginn des Life Cycle in eine umfassende Dokumentation der erzeugten Daten und Informationen investiert wird. So lassen sich z.B. Wartungszyklen bedarfsgerecht anpassen, Instandhaltungsmaßnahmen schnell und zielorientiert durchführen, Schäden durch einen rechtzeitigen Austausch von Teilen vermeiden, Reparaturen schneller und kostengünstiger durchführen und schließlich die Kosten für den Abbruch des Schiffs reduzieren.

Erkenntnisse über Kosteneinsparungen durch LCM-Maßnahmen liegen derzeit über den kompletten Lebenszyklus von Schiffen nur bruchstückhaft vor und sollen mit den skizzierten Verbundforschungsvorhabens ausgebaut werden. Neben Reedereien, deren Bedarfe im Mittelpunkt des skizzierten Vorhabens stehen, sollten auch Investoren vom Nutzen von LCM-Konzepten überzeugt werden, um deren Einführung finanziell zu unterstützen. Problematisch bei Entscheidungen für einen Einsatz von Life Cycle Management Systemen ist heute, dass ein zeitnaher Nutzeintritt und unmittelbare Kosteneffekte noch nicht belegt sind. Untersuchungen bzgl. der Kostenverteilung über den Lebenszyklus eines hochkomplexen Produktes liegen aus der Luftfahrtindustrie vor (vgl. Abbildung 39). Material- und Entwicklungsleistung umfassen hier bspw. weniger als 10% der Gesamtkosten, beeinflussen jedoch mehr als die Hälfte der im Lebenszyklus entstehenden Kosten. Eine solche Untersuchung, die in einer zu Abbildung 39 vergleichbaren Darstellung mündet, wird für die Lebenszykluskosten eines Schiffes angestrebt, um die Kosten senkenden Effekte eines integrierten Life Cycle Managements im Schiffbau nachzuweisen.

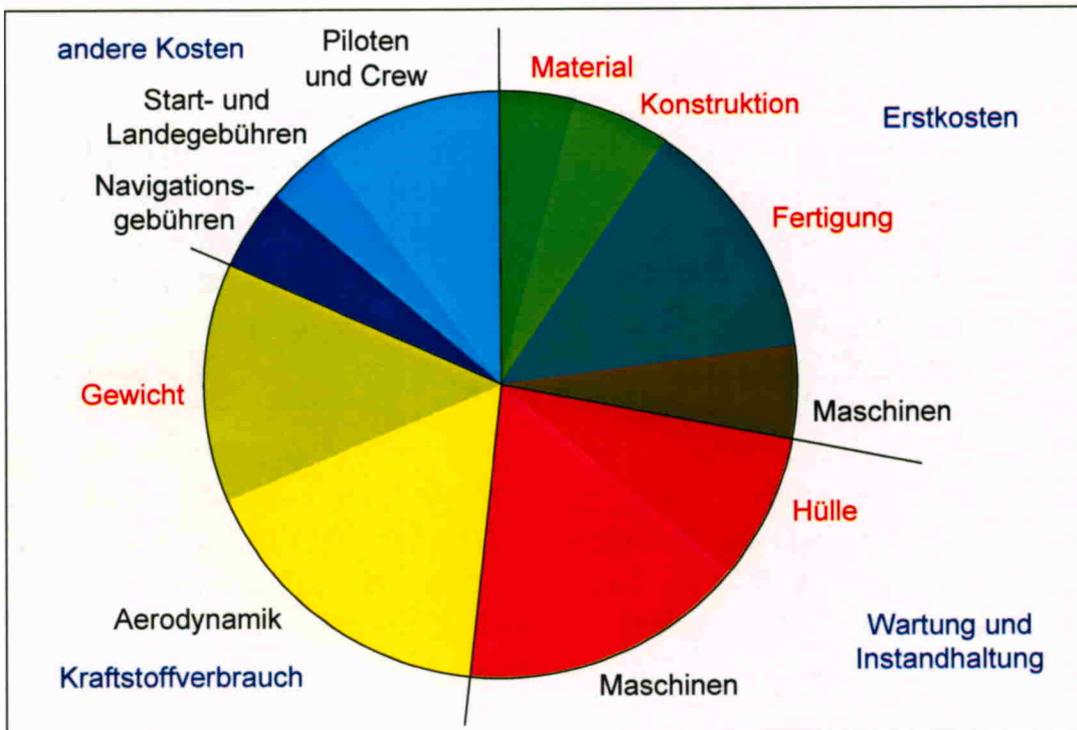


Abbildung 39: Aufteilung der Kosten über den Flugzeug-Lebenszyklus

Die wesentliche Grundlage für das angestrebte ganzheitliche Life Cycle Management bildet eine geeignete Datenaufbereitung: So entsteht die datentechnische Basis für ein durchgängiges LCM-System in der Design- und Bauphase von Schiffen. Hier können Erkenntnisse aus den aktuellen BMBF-Projekten NET-S und ShinCoS einfließen [NET-S 2004, ShinCoS 2004], um die Basis für einen LCM-Datenpool zu erstellen. Wesentlich ist weiterhin, dass während des Schiffsbetriebs vorgenommene Wartungen, Instandhaltungen, Reparaturen oder Umbauten durchgängig in einem sog. zentralen LCM-Leitsystem dokumentiert werden, um dauerhaft sichere Aussagen über den Zustand des Schiffs und seiner Systeme machen zu können. Ein derartiges System, welches die Dokumentation über den kompletten Lebenszyklus abdeckt, steht derzeit in wirtschaftlich handhabbarer Form nicht zur Verfügung. Mit einem solchen System könnten nicht nur präzisere Aussagen über den Betriebszustand eines Schiffes gemacht werden, auch könnten Dienstleistern eine adäquate Informationsbasis für notwendige Wartungen, Instandhaltungen, etc., zur Verfügung gestellt werden. Eine somit mögliche Optimierung von Wartungszyklen und Instandhaltungsmaßnahmen kann eine höhere Verfügbarkeit von Schiffen bei minimalen Kosten unterstützen.

2.9 Zusammenfassung

Die durch das BIBA im Projekt durchzuführenden Arbeitspakete sind gemeinsam mit den Projektpartnern zielorientiert und nahezu mit dem Erreichen der jeweils angestrebten Ergebnisse abgeschlossen worden. Die wesentliche Zielsetzung, ein

neutrales Produktdatenmodell aufzubauen, welches universell anwendbar ist sowie die Umsetzung dieses Modells in ein XML-Schema haben wesentlich zum Erfolg des Gesamtprojekts beigetragen. Die Konzeption und Umsetzung der Kommunikationsplattform ist ebenfalls erfolgt, hier wäre eine noch weitergehende Lösung sinnvoll gewesen, die sich jedoch aufgrund des begrenzten Zeitrahmens nicht umsetzen ließ. Der begrenzte Zeitrahmen ist durch den sehr hohen – jedoch notwendigen – Zeitbedarf für die Spezifizierung, Konzeption und Ausformulierung des Produktdatenmodells entstanden. Es ist daraus ein Modell entstanden, welches auch für die Arbeiten in einem Nachfolgeprojekt genutzt werden wird.

Neben der Erstellung des Produktdatenmodells und dem Aufbau der Informations- und Kommunikationsplattform hat das BIBA auch an der Analyse Prozesse mitgewirkt und die Erstellung des Prozessmodells begleitet. Ergebnisse, welche aus diesen Aktivitäten hervorgegangen sind, liegen in Überlegungen zur Verknüpfung des Produktdaten- und Prozessmodells, die sicherlich noch vertieft werden können. Weitere Aktivitäten des BIBA lagen in der Diskussion des Änderungsmanagements mit den Projektpartnern, die in Regelungen für das Änderungsmanagement zur Handhabung auf der Informations- und Kommunikationsplattform gemündet sind, in der Definition der unterschiedlichen Rollen von Zulieferern in kooperativen Schiffbauprojekten, die gemeinsam mit der Siemens AG diskutiert und definiert worden sind, sowie im Aufbau eines Beschreibungsmodells für Life Cycle Aspekte in der Seewirtschaft, die gemeinsam mit dem BIAS ausgearbeitet wurden.

2.10 Literatur

BALance 2000

BALance Technology Consulting GmbH: Competitiveness and Benchmarking in the Field of Marine Equipment. Study for the European Commission, Bremen, March 2000.

Eickmeier 2004

Eickmeier, D.: Maritime Industrie strebt zu neuen Ufern. In: Weser-Kurier vom 22.10.2004, Bremen, S. 17.

NET-S 2002

Netzwerk Schiffstechnik 2010: Vorhabenbeschreibung des Verbindprojekts Netzwerk Schiffstechnik 2010 (Struktur, Organisation, Kommunikation). Finale Version, Oktober 2002.

NET-S 2004

Netzwerk Schiffstechnik 2010: Internet Präsentation des NET-S Projekts. www.net-s.org, 2004.

NSWE 2004

Nordseewerke GmbH: NET-S Vorgehensmethodik der Nordseewerke GmbH. Arbeitspapier, Stand 0, Emden, 14.01.2004.

PROFI 2002

Nedeß, C.; Kersten, W.: Abschlussbericht Forschungsvorhaben „Produktionsfortschrittsorientiertes Referenz-Informationsmodell (PROFI)“. Technische Universität Hamburg-Harburg, 2002.

Rolf 2001

Rolf, M.: Die Wettbewerbssituation im internationalen Schiffbau. HANSA, International Maritime Journal, 06/2001.

ShinCoS 2004

ShinCoS: Schiffbau Informations- und Kommunikationsstruktur (ShinCoS). In: Internet <http://www.shincos.de>, 2004.

3 Nutzen und Verwertbarkeit der Projektergebnisse

3.1 Validierung der Projektergebnisse

Zum Abschluss des NET-S Projektes sind die erarbeiteten Projektergebnisse betriebswirtschaftlich validiert worden. Diese Validierung ist durch die Abschätzung der möglichen Einsparungen an Arbeitsstunden durch die Industriepartner im Projekt erfolgt, da aus den internen Systemen dieser Partner keine exakten Zahlen gewonnen werden konnten. Zur Bewertung der Projektergebnisse sind fünf Erfolgsparameter herangezogen worden, welche die im Projekt durchgeführten Arbeiten abbilden. Die möglichen qualitativen Verbesserungen, die diese Parameter beinhalten, stellen sich wie folgt dar:

1. **Reduzierung der Durchlaufzeit im Konstruktionsprozess:** Durch eine neue Prozessstruktur können die Aktivitäten des Prozesses besser gesteuert und damit die Prozessdurchlaufzeit verkürzt werden.
2. **Reduzierung des Aufwandes für die Schnittstellen:** Ohne Produktdatenintegration müssen die Daten aus verschiedenen Quellen zusammengetragen werden. Dieser Aufwand reduziert sich durch eine Integration der Systeme.
3. **Management aller Produktdaten in zentraler Datenhaltung:** Die Produktdaten, die notwendig sind, um ein Schiff funktional und topologisch zu beschreiben, werden in einem zentralen System erfasst. Es werden keine fertigungs- und planungsbeschreibende Produktdaten erfasst. Diese müssen über eine externe Schnittstelle integriert werden.
4. **Nullmodell und Ablagestruktur:** Das Nullmodell beschreibt Methoden für die zu verwendende Ablagestruktur. Es wird das Produkt im Ablieferungszustand beschrieben. Es wird eine Produktumgebung geschaffen, in der eine Produktentwicklung im Team on- und multi-site stattfinden kann. Das Produkt wird digital im Ablieferungszustand abgebildet. Die Ablagestruktur ist stark raumorientiert. Die Kommunikationsplattform ermöglicht eine geordnete Kommunikation zwischen denen an der Produktbeschreibung beteiligten Partnern.
5. **Kommunikationsplattform:** Der Einsatz einer Kommunikationsplattform führt zu einem verminderten Einsatz anderer Systeme für den Datenaustausch. Die Verwendung des definierten XML-Schemas kann helfen Schwierigkeiten bei der Konvertierung der Daten zu vermeiden. Dies kann wiederum zu Zeit- und Kostenreduzierungen führen.

Die Ausschöpfung der Einsparungspotentiale durch eine neue Prozessstruktur erfordern strukturelle Veränderungen in der Organisation insbesondere bei Werften und damit verbundene Investitionen. So ist nach Einschätzung der im NET-S Projekt beteiligten Werften u.a. die Implementierung neuer Methoden und neuer

Software notwendig. Die notwendigen Veränderungen und Investitionen lassen eine ROI von vier bis fünf Jahren erwarten. Die Zeiteinsparungen, die durch eine neue Prozessstruktur erreicht werden können, liegen zwischen 1 und 2 % bezogen auf die Gesamtlaufzeit eines Schiffbauprojektes. Die Reduzierung des Aufwands durch eine Integration von Systemen und die damit verbundene Reduzierung von Schnittstellen wird von den Projektpartnern als marginal angesehen. Eine Integration unterschiedlicher Systeme scheint aus ihrer Sicht kaum möglich, weiterhin lassen sich die Schnittstellen zwischen den Werften und ihren Zulieferern bzw. Dienstleistern kaum reduzieren.

Die Einsparungspotentialen des Managements aller Produktdaten in einer zentralen Datenhaltung werden von den Partnern des NET-S Projekts als hoch eingeschätzt, was sich auch in bereits getätigten Investitionen in entsprechende Systeme manifestiert. So reduziert sich der Aufwand für das Zusammentragen benötigter Daten aus verschiedenen Quellen, da diese in einem System abgelegt sind. Eine strukturierte Ablage von Produktdaten in einer zentralen Datenhaltung kann auch die Zeit für die Suche von benötigten Daten erheblich reduzieren. Diese Effekte sind jedoch mit einem erhöhten Aufwand für den Aufbau der Datenstrukturen für ein solches System verbunden. Zusammenfassend liegen die erzielbaren Zeiteinsparungen durch die geschilderten Effekte nach Einschätzung der Partner im NET-S Projekt zwischen 0 und 1 % bezogen auf die Gesamtlaufzeit eines Schiffbauprojekts.

Die Ausschöpfung der Nutzeneffekte des Nullmodells und der Ablagestruktur erfordert die Verwendung dieser Komponenten durch alle an einem Schiffbauprojekt beteiligten Partner, also auch der Zulieferer und Dienstleister. Die erzielbaren Effekte liegen in der Reduzierung des Aufwands für den Transfer der Daten in das eigene System, in einem schnellen Zurechtfinden der Mitarbeiter in der Struktur des Systems sowie in einer reduzierten Nachfrage bzgl. der Ablage bestimmter Daten. Sie lassen sich mit einer Zeitreduzierung von 0,2 und 1,5 % bezogen auf die Gesamtlaufzeit eines Schiffbauprojektes beziffern.

Um die Idee des Nullmodells und die damit verbundene Ablagestruktur umsetzen zu können, müssen Investitionen in den Aufbau und die Pflege einer notwendigen Infrastruktur, also in eine Kommunikationsplattform, getätigt werden. Dies ist eine Voraussetzung, um die davon abhängigen Effekte erzielen zu können. So liegen die erwarteten jährlichen Betriebskosten bei etwa 100.000 Euro für eine Werft. Zugleich reduziert die mit einer solchen Infrastruktur verbundene Standardisierung den Zeitaufwand für die Betreuung der und die kontinuierliche Wartung Zulieferbeziehungen, was nach Einschätzung der Industriepartner im NET-S Projekt die entstehenden Betriebskosten in etwa kompensiert. Die eigentlichen Effekte der Nutzung einer Kommunikationsplattform werden in einem verbesserten Änderungsmanagement erwartet. So wird durch die Kommunikationsplattform ein Änderungsmanagement vor der eigentlichen Erstellung der Dokumente möglich. Dies führt zu einer Reduzierung der Änderungsaufwendungen in den Dokumenten. Das

Einsparungspotential in der Planung und Fertigung ist abhängig vom Umsetzungsgrad des Produktmodellgedankens. In der Konstruktion wird sich ein Effekt durch weniger Aufwand für die Baubegleitung ergeben.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle Projektpartner große Potentiale in der Umsetzung der bewerteten Parameter sehen. Es werden einzelne Ergebnisse des Projekts sind bereits in der Umsetzung, so dass die beschriebenen Potentiale teilweise kurzfristig ausgeschöpft werden. Eine vollständige Umsetzung der Erfolgsparameter lässt bei den beteiligten Partnern im NET-S Projekt in den kommenden drei bis vier Jahren Zeiteinsparungen von 2,5 % über 4,5 % bis hin zu 8,5 % bezogen auf die Gesamtlaufzeit eines Schiffbauprojekts erwarten. Diese Werte sind angesichts der absoluten Laufzeit für ein derartiges Projekt erheblich, was die Umsetzung der erarbeiteten Ergebnisse durchaus attraktiv macht.

3.2 Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans wird die Verwertbarkeit der Ergebnisse sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis als sehr hoch bewertet. Dies zeigt sich insbesondere in der Tatsache, dass die erarbeiteten Ergebnisse bei einigen Partnern des NET-S Projekts wie folgt verwertet werden:

1. Die Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG nutzt die Erkenntnisse, die sie aus den Analysen der Prozesse von kooperativen Schiffbauprojekten und aus dem Aufbau eines Prozessmodells für derartige Konstellationen gewonnen hat für prozessorganisatorische Veränderungen im eigenen Hause und für die Verbesserung der organisatorischen und technischen Schnittstellen zwischen dem eigenen Unternehmen und den Zulieferern bzw. Konstruktionsdienstleistern.
2. Die Nordseewerke GmbH setzen das erarbeitete Produktdatenmodell und die dahinter stehende Konstruktionssystematik im ThyssenKrupp Werftenverbund ein. Auch werden Elemente der entwickelten Informations- und Kommunikationsplattform in das PDM-System des Unternehmens implementiert, um den Daten- und Informationsaustausch in diesem Verbund zu verbessern.
3. Auf wissenschaftlicher Seite ist aus dem NET-S Projekt ein weiteres Forschungsprojekt unter Beteiligung des BIBA, des BIAS und der Siemens AG entstanden, in welchem erarbeitete Ergebnisse des NET-S Projekts – vor allem das erstellte Produktdatenmodell – genutzt werden, um in diesem neuen Projekt zu tragfähigen Lösungen zu kommen. Perspektivisch ist das Entstehen eines Spin Offs aus diesem neuen Projekt denkbar.

3.3 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Relevante Projekte auf die im NET-S Projekt teilweise aufgesetzt worden ist und aus denen Erkenntnisse für die Arbeiten im Projekt genutzt worden sind, sind die abgeschlossenen Projekte PROFI und ITIS-2. Die in diesen Projekten erarbeiteten Ergebnisse sind somit durch das NET-S Projekt weiter vorangetrieben worden.

Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen sind vor allem durch das Schwesterprojekt des NET-S Projekts *ShinCos* – Schiffbau- und Kommunikationsinfrastruktur – erzielt worden. Aufbauend auf die Analyse von Unternehmensgrenzen überschreitenden, schiffbaulichen Entwicklungsprozessen sind diese Prozesse - ähnlich wie im NET-S Projekt modelliert worden. Parallel dazu hat das ShinCos-Projektconsortium ein Produktmodell Schiff erarbeitet. Dieses Modell unterscheidet sich von dem im NET-S Projekt entwickelten Produktdatenmodell. Auch das Erarbeiten einer Informations- und Kommunikationslösung für verteilte schiffbauspezifische Entwicklungsaufgaben ist mit der Aufgabenstellung des NET-S Projekts vergleichbar, wobei die im ShinCos Projekt erarbeitete Lösung exakt auf die Anforderungen der Datenübertragung bzw. auf den Informationsbedarf bei der Konstruktion eines Rudermaschinenraums ausgerichtet sind. Hier sehr konkret eine Lösung unter Anwendung und Erweiterung eines bereits existierenden Kommunikationssystems erarbeitet worden, die neue Erkenntnisse auf Untersuchungsfeld hervorgebracht hat. Die erarbeiteten Lösungen sind ergänzt worden durch die Anwendung von Methoden der Telekooperation, der Datensicherheit, des gezielten Änderungsmanagements sowie des Austausches von STEP-Produktdaten. Vor diesem Hintergrund bilden die beiden Projekte NET-S und ShinCos unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte und ergänzen sich gegenseitig in herausragender Weise.

Weiterhin ist auf Europäischer Ebene das niederländisch geführte Projekt *Open Mind* durchgeführt worden, welches zum Ziel hat, die Zusammenarbeit in kooperativen Schiffbauprojekten zu verbessern. Die in diesem Projekt erarbeiteten Ergebnisse zeigen eine hohe wissenschaftliche Fundierung und spiegeln einige Punkte der im NET-S Projekt erarbeiteten Ergebnisse auf theoretischer Ebene wider. Somit waren Anregungen und Erfahrungen aus diesem Projekt für die Überlegungen im NET-S Projekt v.a. hinsichtlich der Erstellung des Produktdatenmodells von hoher Bedeutung.

3.4 Veröffentlichungen

Einige Projektergebnisse sind bereits im Verlauf des Projekts veröffentlicht worden. Weitere Veröffentlichungen liegen bei unterschiedlichen Verlagen zur Begutachtung vor. Die Auflistung der getätigten und geplanten Veröffentlichungen mit BIBA-Beteiligung stellt sich wie folgt dar:

- *Shigo, N.; Gsell, H.; Kopfer, H.; Müller, D.H.*: An Integrated Model for Product Development in German Shipbuilding Industry. In: Thoben, K.-D.; Pawar, K.S.; Weber, F. (Eds.): Proceedings of the 10th International Conference on Concurrent Enterprising: Adaptive Engineering for Sustainable Value Creation. Sevilla, Spain, 14-16 June 2004, pp. 323-330.
- *Müller, D.H.; Gsell, H.; Homburg, N.*: Austausch von Produktdaten in kooperativen Schiffbauprojekten. In: Schiff & Hafen, 4/2005, 57. Jahrg., Seehafen Verlag, S. 61-64.
- *Gsell, H.; Homburg, N.; Müller, D.H.*: An Approach for Product Data Exchange in Cooperative Shipbuilding Projects. In: Thoben, K.-D.; Pawar, K.S.; Weber, F. (Eds.): Proceedings of the 11th International Conference on Concurrent Enterprising: Integrated Engineering of Products, Services and Organisations. Munich, Germany, 20-22 June 2005, pp. 487-492.
- *Gsell, H.; Homburg, N.; Müller, D.H.*: Exchange of Product Data in Cooperative Shipbuilding Projects. 15th International Conference on Engineering Design – Engineering Desing in the Global Economy, Melbourne, Australia, 15-18 August 2005.

In Begutachtung bzw. geplant:

- *Müller, D.H.; Gsell, H.; Kopfer, H.; Shigo, N.*: Ein integriertes Produktdaten-/Prozessmodell für die Produktentwicklung im kooperativen Schiffbau. Geplant in: Industrie Management, Ausg. 3/2006, S. 61-64.
- *Gsell, H.; Homburg, N.; Shigo, N.*: Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Schiffbau-Kooperationen. Geplant in: Schiff & Hafen, 2006, 58. Jahrg., Seehafen Verlag.
- *Müller, D.H.; Gsell, H.; Homburg, N.*: Methods and Tools to Support the Cooperative Design of One-of-a-Kind Products. CE' 2006 13th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, Antibes, French Riviera, 18-22 September, 2006.
- *Müller, D.H.; Gsell, H. (Hrsg)*: Netzwerk Schiffstechnik 2010 – Struktur, Organisation, Kommunikation. BIBA-Schriftenreihe, Band, Verlag Mainz, Aachen, 2006.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN geplant	2. Berichtsart Abschlussbericht
3a. Titel des Berichts Abschlussbericht des BIBA Verbundforschungsprojekt Netzwerk Schiffstechnik 2010 NET-S	
3b. Titel der Publikation Netzwerk Schiffstechnik 2010 NET-S – Struktur, Organisation, Kommunikation	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Gsell, Heiko	5. Abschlussdatum des Vorhabens September 2005
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Müller, Dieter H.; Gsell, Heiko (Hrsg.)	6. Veröffentlichungsdatum Geplant; voraussichtlich Juni 2006
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft an der Universität Bremen e.V. Hochschulring 20 28359 Bremen	7. Form der Publikation Buch, BIBA-Schriftenreihe
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen ^{*)} 03SX110
	11a. Seitenzahl Bericht 93
	11b. Seitenzahl Publikation Ca. 150
	12. Literaturangaben 8
	14. Tabellen 7
	15. Abbildungen 39
16. Zusätzliche Angaben Neubericht	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Über die Publikation hinaus: Abschlussveranstaltung des NET-S Projekts am 05.10.2006 im Gästehaus der Universität Bremen, Auf dem Teerhof 58, D-28199 Bremen, Germany	
18. Kurzfassung 1. Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik: Deutsche Schiffbauprojekte müssen größtenteils in Kooperationen abgewickelt werden, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Doch innerhalb dieser Arbeitsgemeinschaften gibt es große Probleme in der Abwicklung bezogen auf die Ablauf- und Aufbauorganisation. Dies spiegelt sich z.B. wieder in einem nicht einheitlichem Datenaustausch, der dann mit einem hohen Aufwand und dementsprechenden Kosten verbunden ist. 2. Zielsetzung: Die Entwicklung von verbesserten Strukturen für Kooperationen in deutschen Schiffbauprojekten 3. Methode: Angewandte Methoden: Produktdatenmanagement, Produktdatenmodellierung, Entwicklung einer Software-Lösung für den Informationsaustausch und die Kommunikation unter Nutzung von industriellen Standards und Open Source Technologien wie z.B. Java 4. Ergebnisse: Produktdatenmodell, Informations- und Kommunikationsplattform, Konnektoren an den Schnittstellen zur Informations- und Kommunikationsplattform, Methode zur Integration von Prozess- und Produktdatenmodell 5. Anwendungsmöglichkeiten: die Ergebnisse können sofort von Kooperationspartnern in deutschen Schiffbauprojekten genutzt werden. Die Ergebnisse können auch genutzt werden, um neue Planungstools für ein Schiffbauprojekt zu entwickeln	
19. Schlagwörter Kooperative Schiffbauprojekte, Produktdatenmodell, Informations- und Kommunikationsplattform	
20. Verlag Verlag Mainz, Aachen	21. Preis

^{*)} Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN planned	2. Type of Report Final report
3a. Report Title Abschlussbericht des BIBA Verbundforschungsprojekt Netzwerk Schiffstechnik 2010 NET-S	
3b. Title of Publication Netzwerk Schiffstechnik 2010 NET-S – Struktur, Organisation, Kommunikation	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Gsell, Heiko	5. End of Project September 2005
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s)) Müller, Dieter H.; Gsell, Heiko (Hrsg.)	6. Publication Date Planned for June 2006
8. Performing Organization(s) (Name, Address) Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft an der Universität Bremen e.V. Hochschulring 20 28359 Bremen	7. Form of Publication Book
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	9. Originator's Report No. 10. Reference No. 03SX110 11a. No. of Pages Report 93 11b. No. of Pages Publication about 150 12. No. of References 8 14. No. of Tables 7 15. No. of Figures 39
16. Supplementary Notes New report	
17. Presented at (Title, Place, Date) Besides the publication: Final presentation of the NET-S research project on 05th October.2006, guest house of the University of Bremen, Auf dem Teerhof 58, D-28199 Bremen, Germany	
18. Abstract 1. Present State of the Art: German shipbuilding projects mostly have to act in cooperations in order to cope with the international competition. Inside cooperative working groups there are many problems referring to their operational and organizational structures. For example there is a non consistent data exchange, which effects in high economic efforts and costs. 2. Objective target: Improvement of the organisation and communication structures in cooperative shipbuilding projects. 3. Methods: Applied Methods: Product data management, product data modelling, development of a software solution for information exchange and communication using industrial standards and open source technologies, e.g. Java 4. Results: Product data model, information and communication platform, connectors at the interfaces to the information and communication platform, method for the integration of process model and product model in cooperative shipbuilding projects 5. Applications: The results can be directly used in cooperative shipbuilding projects. Also the results can be used for develop new planning tools for shipbuilding projects which take the process structure into account	
19. Keywords Cooperative shipbuilding projects, product data model, information and communication platform	
20. Publisher Verlag Mainz, Aachen	21. Price