



**CENTER
OF MARITIME
TECHNOLOGIES e.V.**

**Änderungsmanagement im schiffbaulichen
Entwicklungsprozess**

Änderungsmanagement im schiffbaulichen Entwicklungsprozess

von

Robert Bronsart, Thomas Lautenschläger, Ventzeslav Petkov

Universität Rostock
Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik
Lehrstuhl Schiffbau
Prof. Dr.-Ing. Robert Bronsart

Das im vorliegenden Bericht beschriebene Forschungsvorhaben wurde dankenswerterweise über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. mit den Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter der AiF-Nr. 14028BR gefördert und vom Center of Maritime Technologies e.V. betreut.



Änderungsmanagement im schiffbaulichen Entwicklungsprozess

Der nachstehende Bericht fasst Zielsetzung und wichtigste Ergebnisse des Forschungsprojektes zusammen.

Übersicht

Im Rahmen des Projektes wurde eine Analyse der Änderungsvorgänge während des Schiffsentwurfs durchgeführt. Änderungsvorgänge sind eine feste Größe im schiffbaulichen Entstehungsprozess. Zu komplex und zu stark ist die Vernetzung der einzelnen Aufgaben, als dass sich alle Abhängigkeiten von Anfang an erkennen und richtig bewerten lassen. Zudem ist der Entwicklungsprozess ein iterativer Optimierungsvorgang, wodurch Änderungen impliziert sind. Um die durch Änderungen verursachten Kosten zu minimieren bzw. unnötige Änderungen zu vermeiden, existieren Richtlinien für formalisierte Änderungsvorgänge. Für die Bestimmung der entsprechenden beteiligten Personen können verschiedene Informationsquellen zur Anwendung kommen. Am zuverlässigsten sind firmeninterne Richtlinien. Da sie in einem Unternehmen festgeschriebene Vorgaben darstellen, ist deren Aussage eindeutig. Sie müssen durch einen speziellen, privilegierten Anwender definiert und entsprechend auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Zudem sind diese Vorgaben nicht immer vorhanden. Eine weitere eindeutige Quelle für Informationen sind Anwender-Eingaben. Dabei können ähnliche Mechanismen/Techniken wie bei der Festlegung von Richtlinien verwendet werden. In Form eines Abonnementsystems ist eine Anpassung der Umgebung an die Wünsche der Anwender realisierbar. Über die direkte Eingabe von Interessen sind Wertungen über das bisherige Verhalten des Systems denkbar. Alternativ können direkt durch den Anwender zu informierende Personen aufgeführt werden.

Stehen keine dieser Angaben zur Verfügung bzw. sind die Angaben unvollständig, kann auf die Projektvergangenheit zugegriffen werden. Anhand dieser wird entschieden, wie in unbestimmten Fällen vorgegangen wird. Dabei kommen Heuristiken zur Anwendung, die Aussagen über Wahrscheinlichkeiten treffen. Für die Umsetzung von Lösungsansätzen wurde die Verwendung einer Plattform zur Verwaltung der im Projektverlauf erstellten Unterlagen eingesetzt. Diese bietet neben dem einheitlichen Zugriff auf alle Produktdaten die Möglichkeit, weitere für die Arbeit erforderliche Informationen zu verwalten. Dabei wurde eine Komponente mit der Funktion Änderungen zwischen den Beteiligten zu kommunizieren und aufzuzeichnen implementiert.

Eine Analyse der Möglichkeiten zum Vergleichen von PDF Dokumenten wurde entsprechend den vom projektbegleitenden Ausschuss genannten Prioritäten durchgeführt.

Darüber hinaus wurde eine Anwendung implementiert, mit deren Hilfe Änderungen der Schiffsform zwischen zwei Versionen visualisiert werden können. Die Darstellung der Unterschiede ist durch den Anwender steuerbar und geht dabei erheblich über die heute im Entwurfsprozess zur Verfügung stehenden Methoden hinaus.

Abstract

As in other industries, the efficient and consistent management of changes of product and process relevant data in the concurrent and collaborative ship design process is regarded of most importance. In the collaboration scenarios analyzed, up to 80% of all communication events were found due to changes on data describing the ship and/or systems and components thereof. With respect to the characteristics of the ship design process, the following statements can be made. Infrastructures do not exist which support the effective and transparent change management in inter-organizational design scenarios. Tools used are not capable to manage versions and configurations, a fundamental prerequisite for change management functions. Partners interviewed see a great potential for savings by increasing the overall productivity through minimization of errors due to unknown or outdated data. Due to extremely tight time schedules, the dynamic of the design process itself and the frequently changing partners formal methods being used in other industries are not always suitable.

For the management of changes in collaborative ship design, two different procedures are implemented based on an existing information management system. The first method is compliant to procedures e.g. formally defined by ISO 10007, Institute of Configuration Management (CMII) or the Workflow Management Coalition (WfMC). A second method is realized which implements a different communication principle to meet the requirements in ship design and production. In this case frequently changes to product data are not made compliant to the formal, predefined procedures. For many, globally distributed partners involved, it is regarded important that they are informed in due time about changes to product data relevant to their own tasks. Therefore, partners can subscribe to automatically receive information if certain product data are modified or added to. By this they can keep up to date without the necessity to manually check for changes. To prevent information overflow, selection functions on a detailed level of granularity are offered. Additionally, the project manager can define information paths to inform partners about changes even though they might not have realized the specific importance for their work. The result of these functions is that the information management system automatically triggers information events according to the formulated schema.

Apart from procedures to efficiently communicate changes to product data, methods are developed which automatically identify changes between versions of product systems descriptions. For this comparison functions for information represented by PDF documents were analysed. These allow for an automated identification of changes in the text but offer only very primitive functions for graphical representations. A software application is implemented, which visualizes changes of the ship hull form between two versions represented in the IGES format. The visualisation of differences can be fully controlled by the user and provides substantially more functions than available before.

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen des Änderungsmanagements in Entwicklungsprozessen.....	1
1.1	Änderungsmanagement Grundlagen.....	1
1.2	Standards, Normen.....	9
1.3	Bewertungskriterien für Änderungsmanagementfunktionen.....	26
1.4	Existierende Systeme.....	28
2	Konzeptmodell für die Kommunikation von Änderungen imSchiffsentwurfs.....	41
2.1	Einführung.....	41
2.2	Grundprozesse.....	42
2.3	Überbetriebliche Zusammenarbeit.....	50
2.4	Netzwerk des Gesamtentstehungsprozesses.....	55
2.5	Kommunikationsabläufe.....	64
2.6	Realisierung.....	74
2.7	Implementierung Änderungsmanagement-Komponente.....	75
3	Änderungserkennung in Dokumenten.....	78
3.1	Einführung.....	78
3.2	Objekte in PDF Dokumenten.....	78
3.3	Änderungen in PDF-Dokumenten.....	80
3.4	Existierende Werkzeuge.....	83
3.5	Zusammenfassung.....	92
4	Änderungserkennung in Produktmodellldaten.....	93
4.1	Einführung.....	93
4.2	Vergleich von Produktmodellldaten.....	94
5	Labormuster, Implementierung.....	97
5.1	Zielsetzung.....	97
5.2	Anforderungen.....	97
5.3	Implementierung.....	98
5.4	Beschreibung des Labormusters.....	104
5.5	Software.....	109
6	Zusammenfassung.....	109

1 Grundlagen des Änderungsmanagements in Entwicklungsprozessen

1.1 Änderungsmanagement Grundlagen

Während des Entwicklungs- und Produktionsprozesses eines komplexen Produkts, wie das eines Schiffs müssen fortlaufend Änderungen beachtet werden. Hierbei ist festzustellen, dass Änderungen umso kostengünstiger auszuführen sind, je eher sie durchgeführt werden. Um zu verhindern, dass Änderungen zu erneuten Änderungen führen, weil bestehende Abhängigkeiten nicht beachtet werden, bedarf es entsprechender Verfahren. Hier setzt das Änderungsmanagement an.

Im folgenden wird eine Einführung in das Thema Änderungsmanagement gegeben, dabei werden aktuell auf dem Markt befindliche Systeme betrachtet. Es werden Kriterien festgelegt nach denen eine Diskussion bzw. Bewertung der aufgeführten Systeme erfolgt. Die Auswahl der Kriterien erfolgt unter Beachtung der Schwerpunkte des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens MaMoS. Eine Zusammenfassung der Gegenüberstellung von Systemen und Kriterien erfolgt darauf aufbauend in Tabellenform.

Als Ergebnis dieser Gegenüberstellung hat sich gezeigt, dass ein Änderungsmanagement nur in Kombination mit einem Konfigurationsmanagement angeboten wird. Des weiteren stellte sich heraus, dass die Umsetzung des Änderungsmanagements durch die untersuchten Lösungen oftmals konform zu dem in Kapitel 1.2.2 vorgestellte Ansatz des Institutes of Configuration Management erfolgt.

1.1.1 Begriffsbestimmung

Unter Änderung wird formal die „vereinbarte Festlegung eines neuen Zustands anstelle des bisherigen Zustands und die dazugehörigen Transformation“ verstanden [Lin 1998, S.65]. Änderungen sind notwendig, wenn ein vorhandener Zustand erkannten Anforderungen nicht mehr gerecht wird.

Grundsätzlich gibt es zwei große Bereiche, in denen der Begriff „Änderungsmanagement“ verwendet wird:

- der Bereich des Unternehmensmanagements und
- der Bereich des Produktlebenszyklusmanagements (PLM).

Im Bereich Unternehmensmanagement umfasst Veränderungsmanagement „Konzepte ... , die eine Anpassung von Wirtschaftseinheiten – im Sinne einer Unternehmung oder wesentlicher Organisationsteile – an externe und interne Anforderungen“ ermöglichen [Bel 2000, S.18].

Beim Produktlebenszyklusmanagement hingegen erfolgt die Fokussierung auf die vorgenommenen oder vorzunehmenden Änderungen an den ein Produkt oder einen Prozess beschreibenden Informationen und über diese am Produkt bzw. am Prozess. Es kann zur Überschneidung mit dem Änderungsmanagement des Un-

ternehmensbereiches führen, wenn dies für eine optimierte Bearbeitung von Produkt- bzw. Prozessänderungen notwendig ist.

Beiden Sichtweisen ist der Versuch gemein, durch entsprechende Strategien und Normen oder Standards, eine hohe Qualität und Innovationsfähigkeit der Unternehmen bzw. der Produkte zu unterstützen. Diese Standards und Normen sollen den Änderungsprozess kontrollier- und somit berechen- und optimierbar gestalten.

Der Bereich des Änderungsmanagements im Produktlebenszyklusmanagement ist der für dieses Projekt zutreffende.

Änderungen sind die Folge von erkannten Unstimmigkeiten zwischen den geforderten und gewünschten Eigenschaften eines Produkts, einer Produktentwicklung und den tatsächlich gegebenen. Abweichungen vom Ist- und Sollzustand des Produkts können durch eine Änderung des Sollzustandes wegen neuer/geänderter Wünsche des Kunden/Auftraggebers, geänderter Rahmenbedingungen, wie Gesetze, Normen und der Verfügbarkeit von Teilprodukten oder einen abweichenden Ist-Zustand wegen nicht beachteter Abhängigkeiten und damit verbundener Probleme hervorgerufen werden. Änderungen können dabei auf Fehlern oder Fehleinschätzungen z.B. im Entwurf oder auf nicht beeinflussbaren Gegebenheiten z.B. einer geänderten Gesetzeslage beruhen. Hierbei ist zu beachten, dass Änderungen in allen Phasen der Produktentstehung, vom Entwurf bis zur Fertigung, auftreten können. In jedem Fall entstehen durch die durchzuführenden Änderungen zusätzliche Kosten. Diese sind um so höher, je später sie auftreten [Lin 1998]. Zur Verdeutlichung und als Näherung kann dabei angenommen werden, dass die Durchführung derselben Änderung, die in der Entwicklung einen Betrag Y kostet, in der Konstruktion $10*Y$, in der Produktion $100*Y$ und bei der Durchführung im bereits eingebauten Zustand $1000*Y$ kostet.

Aus den Ausführungen lassen sich die Anforderungen für das Änderungsmanagement in der schiffstechnischen Produktentwicklung ableiten. Ziel eines effektiven Änderungsmanagements ist neben der effizienten Durchführung von Änderungen auch deren Vermeidung oder dort, wo dies nicht möglich ist, eine Vorverlagerung im Produktlebenszyklus.

Dieses Ziel ist z.B. durch geeignete Kommunikationsverfahren und durch den Rückfluss von Informationen zu erreichen. Dazu sind Änderungsinformationen möglichst schnell an die betroffenen Stellen weiterzuleiten, sowie im Idealfall die durch den durchgeführten Änderungsvorgang gewonnenen Erfahrungen zu speichern, aufzubereiten und somit für spätere Projekte zugänglich zu machen.

Die Änderungsbearbeitung kann wie in Abbildung 1.1 dargestellt werden.

Dieser beginnt mit dem Erkennen eines Problems, welches durch eine Änderung des Produkts gelöst werden soll. Daran schließt sich die Lösungsfindung/Lösungsauswahl an. Hierbei werden durch ein ggf. interdisziplinäres Team Vor-

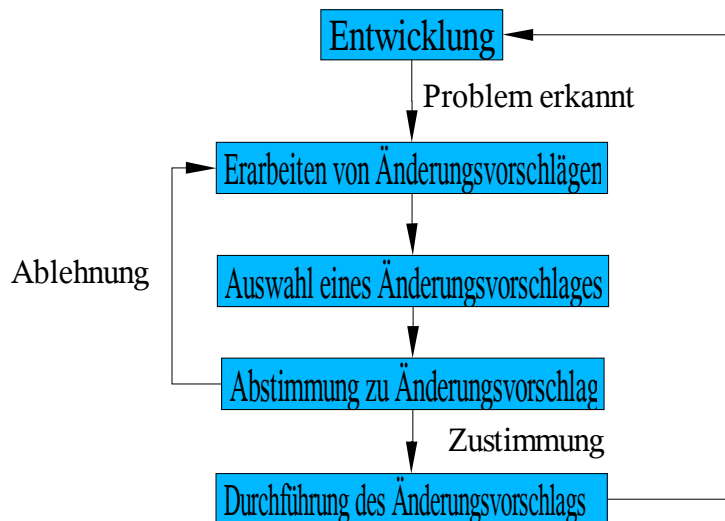


Abbildung 1.1 Ablauf der Änderungsdurchführung

schläge zur Lösung erarbeitet. Unter diesen wird von dem Team der beste Vorschlag ausgewählt und anschließend an die Entscheidungsinstanzen weiter geleitet. Die Entscheidungsinstanzen werden entsprechend der Unternehmenshierarchien festgelegt. Diese müssen die vorgeschlagene Änderung auf Grundlage der im Änderungsantrag gemachten Angaben zu den Auswirkungen und ggf. eigener Nachuntersuchungen bewerten. Nach einer Zustimmung oder Ablehnung werden die ausführenden Bereiche über die Änderung informiert.

1.1.2 Einordnung des Änderungsmanagements

Für die folgenden Ausführungen ist eine Unterscheidung in Produktdaten und Dokumente nicht entscheidend. Deshalb wird in den folgenden Betrachtungen von Informationsobjekten gesprochen. Informationen können Produktbeschreibungen und Absprachen sein, enthalten in z.B. E-Mails, CAx-Dateien und Verträgen, oder die Beziehungen zwischen Informationsobjekten widerspiegeln. Die enthaltenen Informationen können über den Gesamtlebenszeitraum Änderungen unterliegen, stehen zueinander in Beziehung und bilden Teilaspekte des Produkts/Produktentstehungsprozesses ab. Für eine automatisierte Verwaltung der Informationsobjekte bedarf es der elektronischen Form. Informationen aus Papier gebundenen Informationsobjekten müssen durch zusätzlichen manuellen Aufwand in eine elektronische Form überführt werden.

Zur Durchführung eines Änderungsmanagements bedarf es des Zusammenwirkens mehrerer Ansätze.

- Das **Versionsmanagement** dient der Rückverfolgung von Änderungen und der Möglichkeit zu älteren Zuständen zurückzukehren und bietet damit die Möglichkeit, einen Entwicklungsstand zu beliebigen Zeitpunkten wieder herzustellen. Die Grundfunktion besteht in der Aufzeichnung, welches Informationsobjekt durch einen Änderungsvorgang aus einem anderen Objekt

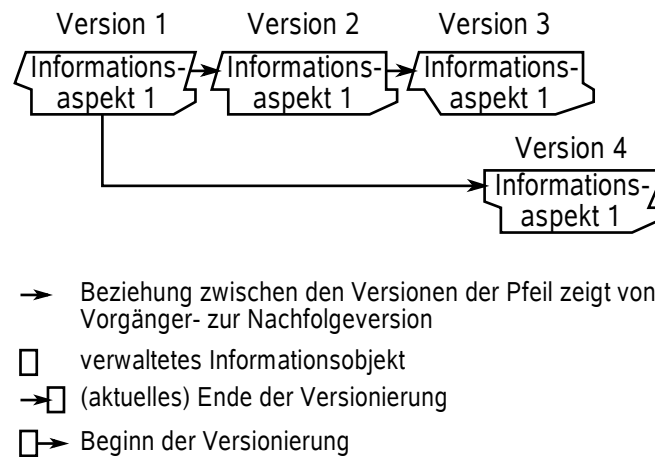


Abbildung 1.2 Sicht Versionsmanagement

hervorgegangen ist. Neben den obligatorischen Angaben über den Zeitpunkt der Änderung und der Zugehörigkeit eines Informationsobjektes zu einer Version können weitere Angaben zu z.B. der Person, welche die Änderung vorgenommen hat, dem Grund für die Änderung und im Idealfall zu den Unterschieden zwischen den beiden Informationsobjekten verwaltet werden. Auch besteht oftmals die Möglichkeit zur Verwaltung von Verzweigungen. Diese entstehen, wenn an einer älteren Version Änderungen vorgenommen werden, die parallel zu oder anstelle der neuen Version weiterentwickelt wird. Für das verteilte Arbeiten an versionierten Informationsobjekten ist die Verwaltung von Stati zu den einzelnen Objekten erforderlich. So kann z.B. der aktuelle Bearbeitungsstand angegeben werden: Informationsobjekt befindet sich in der Genehmigung, im Entwurf, ist zur weiteren Verwendung freigegeben, u.a..




Abbildung 1.2 zeigt beispielhaft durch eine Versionierung verwaltete Informationsobjekte und deren Zusammengehörigkeit. Neu in die Versionierung aufgenommene Informationsobjekte haben kein Vorgängerobjekt. Die aktuellen Versionen sind jeweils diejenigen ohne ein Nachfolgeobjekt.

- Unter **Informationsmanagement** werden Verfahren zusammengefasst, welche dazu dienen, die „richtigen“ Stellen (Personen, Abteilungen, Unternehmen) mit den „richtigen Informationen“ zu versorgen. Dies schließt Strukturierungsmaßnahmen von Arbeitsabläufen und Softwarelösungen mit ein. Derartige Funktionen werden auch vom Änderungsmanagement für den Entwurf, die Genehmigung und die Ausführung von Änderungen benötigt.
- Beim **Konfigurationsmanagement** wird ein Produkt als Zusammensetzung von Bauteilen und -gruppen betrachtet. Die Verwaltung der beschreibenden Informationsobjekte erfolgt unter dem Gesichtspunkt, die Produktstruktur wiederzugeben, welche als Konfiguration bezeichnet wird. Durch das Konfigu-

rationsmanagement werden auch Informationen verwaltet, die Angaben zur Austauschbarkeit, Hersteller und funktionale Beschreibungen enthalten. Eine zu einem bestimmten Zeitpunkt gültige Konfiguration wird dabei durch die zu diesem Zeitpunkt aktuellen und dem Projekt zugehörigen Versionen der verwalteten Informationsobjekte beschrieben.

- Das **Änderungsmanagement** dient dazu, den Wechsel von einer Konfiguration/Version zu einer neuen Konfiguration/Version zu kontrollieren. Dies wird unter anderem durch die Unterstützung der Umsetzung von gewissen festgelegten Arbeitsabläufen zur Genehmigung und Durchführung von Änderungen und der Erkennung von Abhängigkeiten zwischen Informationsobjekten erreicht.
- Das **Dokumentenmanagement** ist für die Konsistenz der verwalteten Dokumente zuständig. So muss sichergestellt werden, dass Dokumente den richtigen Personen in der richtigen Version zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für verteilt arbeitende Bereiche. Zur Sicherstellung der Konsistenz der Dokumente erfolgt durch das Dokumentenmanagement die Erstellung bzw. das Auslösen der Erstellung aktualisierter Dokumente, wenn sich Dokumente bzw. Produktdaten aus denen andere Dokumente generiert werden ändern.
- Das **Produktdatenmanagement** dient der Verwaltung von produktbeschreibenden Daten. Dies umfasst besonders die Konsistenzhaltung der Datenbestände, das Errichten verschiedener Zugriffsstufen und das Ermöglichen des verteilten Arbeitens an und mit den Produktdaten. In der Entwicklung von Product Data Management Systemen (PDM) werden Dokumenten- und Konfigurationsmanagement als Bestandteile angesehen.

Aus den Ausführungen ist zu erkennen, dass den einzelnen Funktionen jeweils bestimmte Sichten auf die Gesamtheit der Informationsobjekte zugrunde liegen und diese sich teilweise überschneiden. Abbildung 1.3 enthält beispielhaft eine Konfiguration, die drei Änderungsschritte durchläuft. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nur drei Informationsobjekte betrachtet:

1. die Schiffsform () ,
2. die Schiffsmaschine () und
3. Ergebnisse der Widerstandsuntersuchungen () .

Hierbei ist zu beachten, dass die einzelnen Informationsobjekte durchaus aus weiteren Informationsobjekten bestehen können. Die Schiffsmaschine z.B. ist ebenfalls ein komplexes Produkt, welches aus Einzelteilen und Baugruppen besteht, die zugehörige beschreibende Dokumente und Produktdaten besitzen. Für dieses Beispiel sind jedoch nur folgende Aspekte der Informationsobjekte von Interesse:

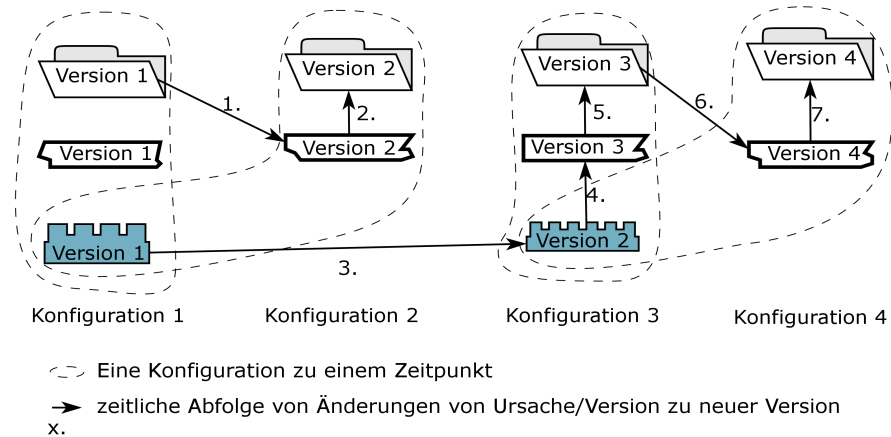


Abbildung 1.3 Sicht auf die beteiligten Informationsobjekte des Beispiels

- die Schiffsform bestimmt über die Außenhaut die Ergebnisse der Widerstandsberechnung und über die Aufteilung und Ausmaße des Innenraums die Platzverhältnisse für die Schiffsmaschine,
- die Schiffsmaschine bestimmt über ihre Abmessungen die Schiffsform und über die Leistung die maximal erreichbare Geschwindigkeit
- die Ergebnisse der Widerstandsrechnung können Anlass zur Änderung der Schiffsform und/oder der verwendeten Schiffsmaschine sein.

Abbildung 1.3 gibt einen Ausschnitt aus der Entwicklung einer Schiffskonfiguration wieder. Die Konfiguration 1 beinhaltet eine bestimmte Kombination aus Schiffsform und Maschine. Für diese Konfiguration wurden Untersuchungen zum Widerstand und zur erreichbaren Geschwindigkeit bzw. erforderlichen Leistung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben ergeben, dass die erarbeitete Schiffsform nicht die Anforderungen erfüllen kann. Um die Ergebnisse zu verbessern, erfolgte eine Optimierung der Schiffsform unter Beibehaltung der Maschine aus Konfiguration 1. Für diese neue Schiffsform wurden anschließend erneut Widerstandsermittlungen und eine Leistungsprognose durchgeführt. Diese Ausführung bildet die Konfiguration 2. In dieser Phase besteht der zukünftige Eigner auf einer höheren Geschwindigkeit des Schiffs. Um diese Vorgaben zu erreichen wird eine Maschine mit höherer Leistung benötigt. Deren Abmessungen weichen jedoch von denen der Konfiguration 2 ab. Dies erfordert wiederum eine Anpassung der Schiffsform, für die ebenfalls Untersuchungen zum Widerstand durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen resultieren in erneutem Änderungsbedarf, da die Schiffsform aus Konfiguration 3 den Anforderungen nicht entspricht. Diese führen zu einer vierten Schiffsform mit dazugehörigen Widerstandswerten.

Für das Versionsmanagement ergibt sich eine Sicht des Beispiels wie in Abbildung 1.4 dargestellt. Aus der ersten Version der Schiffsform entstehen schrittweise die Versionen zwei, drei und vier. An diese gebunden erfolgt die Erstellung

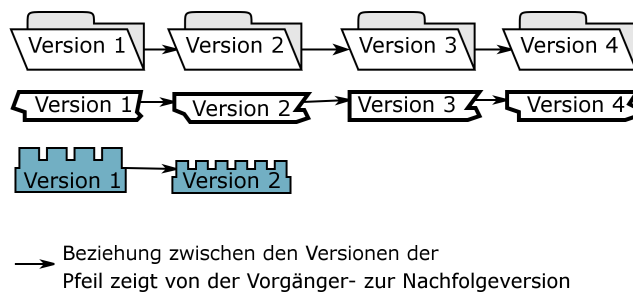


Abbildung 1.4 Das Beispiel aus Sicht des Versionsmanagements

der Versionen der Widerstandsrechnung und Leistungsprognosen. Die aktuellsten Versionen besitzen keinen ausgehenden Pfeil. Über die Verwaltung von Stati zu Informationsobjekten können weitere Informationen eingebunden werden, die z.B. vom Konfigurationsmanagement verarbeitet und/oder gesetzt werden.

In der einfachsten Form des Versionsmanagements werden die Versionen der Informationsobjekte in der Reihenfolge, in der sie erstellt werden, gespeichert, ohne Beachtung von Beziehungen zwischen den einzelnen Informationsobjekten. Solche Beziehungen müssen damit durch die auf den Versionen aufbauenden Dokumenten-, Produktdaten- und Konfigurationsmanagementfunktionen zum Teil abgebildet werden.

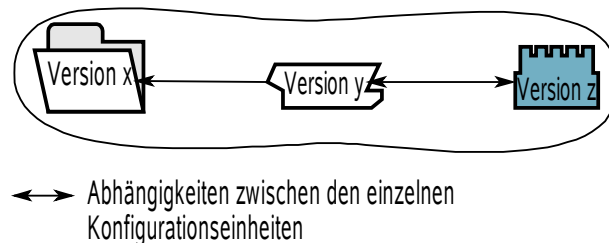


Abbildung 1.5 Einzelne Konfiguration

Abbildung 1.5 gibt eine mögliche, aus drei Informationsobjekten erstellte Konfiguration wieder und veranschaulicht die Beziehungen zwischen diesen. Die Ergebnisse der Widerstandsrechnung werden direkt durch das Informationsobjekt Schiffsform bestimmt. Eine direkte Änderung der Ergebnisse, denen sich die Schiffsform anpasst, ist praktisch nicht möglich. Es muss immer die Schiffsform angepasst werden, um die Widerstandsparameter zu beeinflussen. Schiffsform und -maschine beeinflussen sich gegenseitig. So kann sowohl die Maschine (anderer Hersteller, andere Leistung) als auch die Schiffsform direkt geändert werden. Es bestehen jedoch Abhängigkeiten zwischen beiden. So muss die Schiffsform so gestaltet sein, dass die gewählte Maschine eingebaut werden kann. Somit kann eine andere Maschine eine geänderte Schiffsform nach sich ziehen.

Abbildung 1.6 gibt die Sicht des Konfigurationsmanagements auf das Beispiel wieder. Hier besteht die Sicht auf das Produkt als Zusammensetzung aus Einhei-

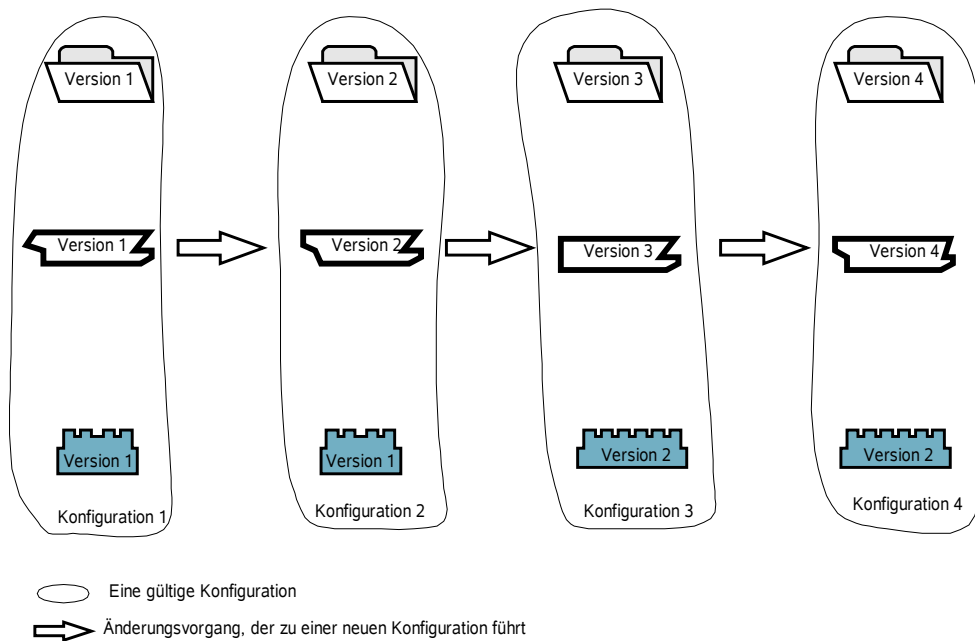


Abbildung 1.6 Das Beispiel als Folge von Konfigurationen

ten und ihren Beziehungen zueinander im Vordergrund. Auf dieser Struktur aufbauend kann ermittelt werden, welche anderen Informationsobjekte neben dem betrachteten bei Änderungen ggf. zu modifizieren sind. Die Funktionen des Konfigurationsmanagement ermöglichen die Verwaltung der Abfolge von gültigen Konfigurationen. Über das Konfigurationsmanagement erfolgt die koordinierte Durchführung der Prozesse. Dabei ist das Änderungsmanagement ein wichtiger Bestandteil.

Wie in Abbildung 1.7 dargestellt folgen Änderungen dem in Abbildung 1.1 gezeigten Ablauf. Zu beachten ist hierbei, dass der Änderungsbedarf durch jede am Produktentstehungsprozess beteiligte autorisierte Person festgestellt werden kann. Die zu unterrichtenden/zuständigen Personen bzw. Abteilungen oder Organisationen, welche in die nachfolgenden Schritte im Änderungsprozess involviert sein müssen, hängen von dem zu ändernden Objekt ab. Deshalb bedarf es für ein erfolgreiches Änderungsmanagement einer möglichst vollständigen Sicht auf den gesamten Schiffsentwicklungsprozess und das zu entwickelnde Schiff. Nur so können die durch die Änderungen betroffenen Bereiche und Personen definiert und darauf aufbauend jeweils identifiziert werden. Hierbei sind Probleme zu beachten, die aus der verteilten Entwicklung und Fertigung des Produkts Schiff resultieren: die Systeme zum Änderungsmanagement müssen unterschiedliche Infrastrukturen und Entwicklungsumgebungen unterstützen. Des weiteren sind den längeren Kommunikationswegen, bedingt durch die Kommunikation über Betriebsebenen hinaus und damit verbundenen Medienbrüchen, der in der Regel auf einen Teilbereich beschränkten Sicht der Beteiligten und den häufig

wechselnden Partnern Rechnung zu tragen.

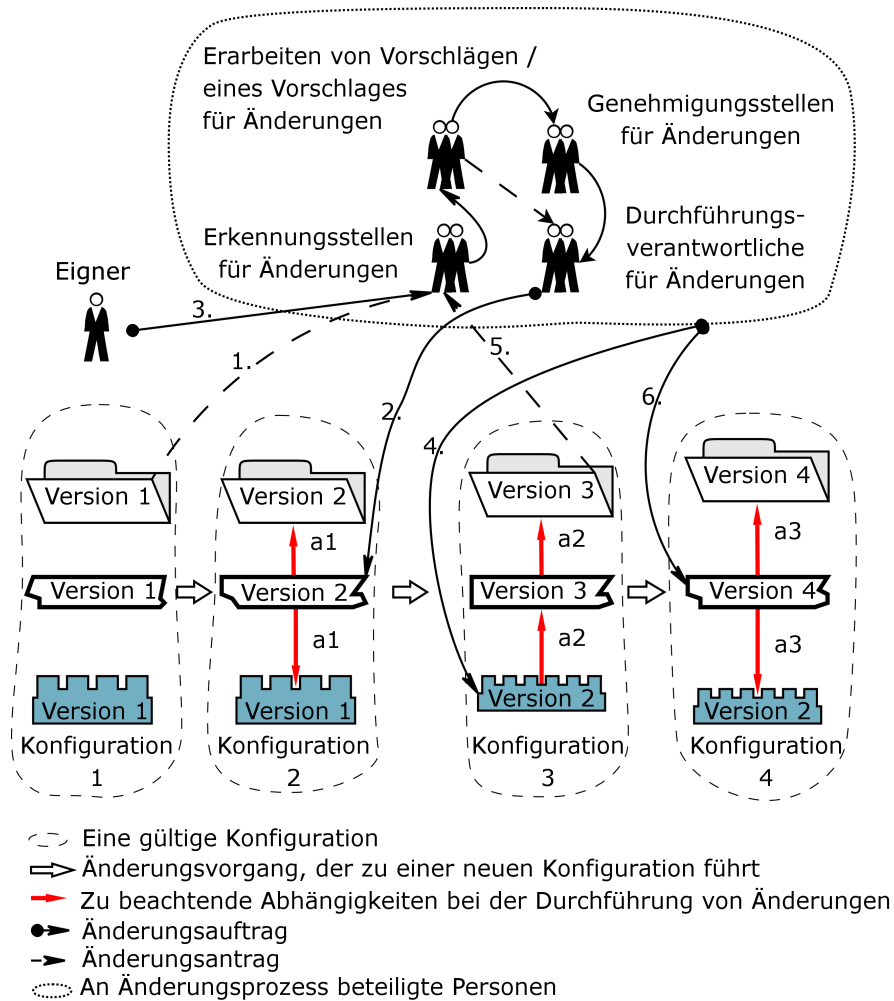


Abbildung 1.7 Sicht des Änderungsmanagements auf das Beispiel

1.2 Standards, Normen

In diesem Abschnitt werden Standards und Normen diskutiert, die als Grundlage für ein Änderungsmanagement dienen können. Hierunter fallen: ISO 10007 [ISO 10007], CMII [CMII], WfMC [WFM 1995] und STEP.

1.2.1 ISO 10007

Bei der ISO 10007: Quality management systems - Guidelines for configuration management der International Organization for Standardization (ISO) handelt es sich um eine Richtlinie zur Einrichtung eines Konfigurationsmanagements [ISO 10007]. Hauptziel des Konfigurationsmanagements ist: „die gegenwärtige Konfiguration eines Produktes sowie den Stand der Erfüllung seiner physischen und funktionellen Forderungen zu dokumentieren und volle Transparenz herzustellen. Ein weiteres Ziel ist, dass jeder am Projekt Mitwirkende zu jeder Zeit des

Produktlebenslaufs die richtige und zutreffende Dokumentation verwendet“ [ISO 10007, S. 7]. In der ISO 10007 Richtlinie wird eine Organisationsform vorgeschlagen, die diese Ziele erreichen helfen soll. Dabei wird auf festgelegte Verantwortungen und Befugnisse aufgebaut. Basis für die Festlegung der Zuständigkeiten bildet eine einheitliche Produktstruktur, welche sich aus einzelnen Konfigurationseinheiten zusammensetzt. Als Konfigurationseinheit wird eine Einheit im Konfigurations-Managementprozess betrachtet, auf die das Konfigurationsmanagement angewendet werden soll.

Neben der Gliederung des Produkts in Untergruppen bildet eine Konfigurationseinheit die Beziehungen zu anderen Einheiten und die Anordnung in der Teilstruktur des Produkts mit ab. Konfigurationseinheiten verwalten somit funktionelle und physische Merkmale der durch sie referenzierten Einheit sowie die Schnittstellen zu seiner Umgebung. Für ein optimales Funktionieren im Entwicklungsprozess müssen Konfigurationseinheiten möglichst frühzeitig festgelegt werden.

Die Abläufe zum Vornehmen von Änderungen nehmen einen großen Teil der Betrachtungen innerhalb der EN ISO 10007 ein. Hauptaugenmerk wird dabei auf das Bearbeiten von Änderungen gelegt. Für das Durchführen von Änderungen, d.h. die abzuarbeitende Aktionsabfolge ab dem Erkennen des Änderungsbedarfs, gilt folgender Ablauf:

1. Feststellen und Dokumentieren des Änderungsbedarfs,

dies geschieht durch Stellen des Änderungsantrags. Dabei sollten Bezeichnung und Änderungsstand der zu ändernden Konfigurationseinheit, Angaben über den Antragsteller sowie Änderungsgrund, Änderungsbeschreibung und die Dringlichkeit der Änderung angegeben werden. Auch soll der Antrag für eine Rückverfolgbarkeit eine eindeutige Identifizierungsnummer erhalten.

2. Bewerten und Abschätzen der Änderung,

erfolgt auf der Grundlage der im Änderungsantrag angegebenen Informationen sowie anderer zu betrachtender Anhaltspunkte. Derartige Anhaltspunkte können die technischen Vorteile, Auswirkungen auf Austauschbarkeit und Schnittstellen, Vertrag, Zeitplan, Kosten sowie weitere organisatorische Belange sein

3. Genehmigung/Ablehnung der Änderung,

diese Entscheidung wird von einer berechtigten Person oder Gruppe von Personen vorgenommen. Das Ergebnis der Entscheidungsfindung soll dokumentiert und den davon betroffenen Personen oder Organisationseinheiten mitgeteilt werden.

4. Vornehmen der Änderung und Verifikation der Ergebnisse,

nach einem positiven Ergebnis bei der Prüfung des Änderungsantrags werden

die benötigten Folgeaktionen bei den betroffenen Organisationseinheiten veranlasst und eine Überprüfung der Erfüllung der gewünschten Ergebnisse vorgenommen.

Alle Änderungen sollten ab der ersten Erstellung von Konfigurationsdaten verfolgt und dokumentiert werden. Für die Verwaltung dieser Daten dient die Konfigurationsbuchführung. Durch das Konfigurationsaudit wird festgestellt, ob die aktuelle Konfiguration den in der Projektentwicklung festgestellten Anforderungen entspricht. Die Konfigurationsbuchführung beinhaltet die „formalisierte Dokumentation bezüglich der geltenden Konfigurationsdokumente, des Stands laufender Änderungsanträge und des Durchführungsstandes der genehmigten Änderungen“.

Das Konfigurationsaudit ist die formale Überprüfung des Ist-Zustands einer Konfigurationseinheit gegenüber dem durch die Dokumentation vorgegebenen Sollzustand.

Bei einer Bezugskonfigurationen handelt es sich um eine zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgte Momentaufnahme über die zu diesem Zeitpunkt gültige Konfiguration. Bezugskonfigurationen dienen als Bezugspunkte, auf die sich nachfolgende Änderungen beziehen.

1.2.2 CMII

CMII wurde vom Institute of Configuration Management entwickelt [ICM 2003], [ICM 2005]. Dabei handelt es sich um ein proprietäres Modell, welches zum Bereich des Konfigurationsmanagements gehört. Während Konfigurationsmanagement (CM) die Verwaltung von Produkten, Einrichtungen und Abläufen durch Verwalten der Informationen über diese, inklusive Änderungen zur Sicherstellung der jederzeitigen Übereinstimmung von Soll- und Ist-Zustand umfasst, erweitert CMII diese Sicht um Informationen, welche die Sicherheit, Qualität, Kosten, Umwelt, den Zeitplan oder Gewinn beeinflussen. Die hier beschriebenen Ausführungen beziehen sich auf die im Internet zugänglichen Informationen.

Hauptziel von CMII ist es, einen schnellen und effizienten Entwicklungsprozess zu ermöglichen. Um dies zu erreichen, werden unter CMII die einzelnen Elemente des Konfigurationsmanagements in einer Struktur vereint. CMII ist eine proprietäre Erweiterung des Konfigurationsmanagement um Projekt- sowie Qualitätsmanagement mit dem Konfigurationsmanagement als zentralem Bestandteil. Es soll hiermit die Möglichkeit geschaffen werden, Änderungen in die Produkte und dazugehörigen Daten einzuarbeiten und freigegebene Informationen konsistent und gültig zu halten. CMII umfasst, genau wie das Konfigurationsmanagement, alle Informationen über das Produkt, welche den Einfluss auf Sicherheit, Qualität, Zeitplan, Kosten oder Umwelt beschreiben.

Für einen schnellen Änderungsprozess muss die Information, welche sich geändert hat, richtig identifiziert, strukturiert, verknüpft und den richtigen Besitzern zugeordnet werden. Informationen werden den vier Kategorien

- Dokument (document)
- Formular (form)
- Akte (record)
- physisches Objekt (physical item)

zugeordnet. Diese Einteilung dient dem Strukturieren der Informationen und dem Bearbeiten von Änderungen. Dabei werden Formulare zur Autorisierung und Kontrolle über die erfolgte Arbeit benutzt. Formulare zu abgeschlossenen Vorgängen werden in Form einer Akte verwaltet.

Jedes physische Objekt besitzt eine eigene Menge an unterstützender Dokumentation. Änderungen erfolgen immer gegenüber der Dokumentation, welche den physischen Objekten entsprechen müssen. Die physischen und funktionalen Eigenschaften eines physischen Objektes sind in einem oder mehreren entwicklungsorientierten Dokumenten spezifiziert.

Jedes Dokument hat einen Ersteller/Autor und mindestens einen Anwender als Besitzer. Die Besitzer eines Dokumentes sind verantwortlich für dessen Integrität und haben (in den Grenzen der Regeln des Konfigurationsmanagementprozesses) die Befugnis, nach Bedarf Änderungen vorzunehmen.

CMII unterteilt den Entstehungsprozess eines Produkts, vom Beginn des Entwurfs bis zur Anwendung des Produkts, in acht Stufen. Die Definition der Anwendungsanforderungen des Endproduktes und die Basis für den detaillierten Entwurf erfolgt in den ersten beiden Stufen. In diesen wird ein Großteil der später anfallenden Kosten festgelegt, bei gleichzeitigem geringen Anteil an den gesamten Entwicklungskosten. Daher sind diese Schritte sehr sorgfältig durchzuführen.

In den daran anschließenden Schritten drei, vier und fünf erfolgt die Erstellung des detaillierten Entwurfs. Dies entspricht gleichzeitig dem Ende der Entwurfsphase. Die sich anschließenden Schritte (sechs, sieben und acht) gehören zur Fertigung des Produkts und dienen dazu, den detaillierten Entwurf auszuführen.

1.2.3 WfMC

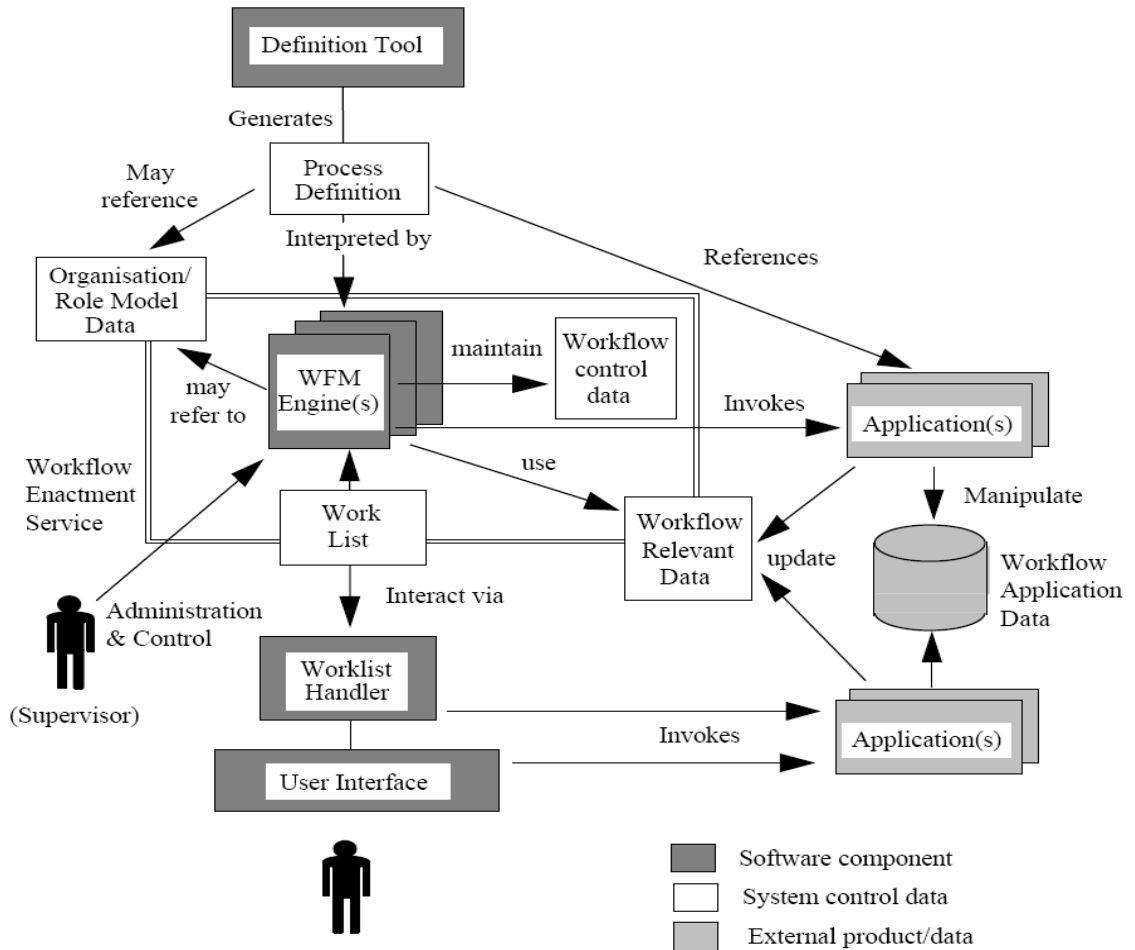


Abbildung 1.8 Allgemeine Struktur von Workflowprodukten aus [WFM 1995, S. 13]

Die Workflow Management Coalition (WfMC) ist ein Zusammenschluss von Unternehmen zur Definition von Spezifikationen, welche das Zusammenarbeiten verschiedener Workflow-Lösungen ermöglichen sollen.

Dazu wurde ein Rahmen erarbeitet, der für die Entwicklung der Spezifikationen dient [WFM 1995]. Dieser umfasst ein Referenzmodell für Workflowmanagement-Systeme, zur Bestimmung ihrer Charakteristiken, der verwendeten Terminologie und Komponenten. Damit wird die Entwicklung von Teilspezifikationen unter dem Dach eines Gesamtmodells für Workflow-Systeme ermöglicht.

Dieses Gesamtmodell basiert auf einer Dreiteilung der Entwicklung von Workflows gemäß Abbildung 1.9.

1. Funktionen in der Entwicklungsphase (Build-time):

beinhalten Definitionen je nach Fall der Modellierung des Workflow-Prozesses und seiner Teilaktivitäten. Diese liefern als Ergebnis eine durch Software verarbeitbare Definition eines Unternehmensprozesses. Die Prozessdefinition wird auch Prozessmodell, -template, oder -metadaten genannt.

2. Funktionen zur Laufzeitkontrolle (Run-time control functions):

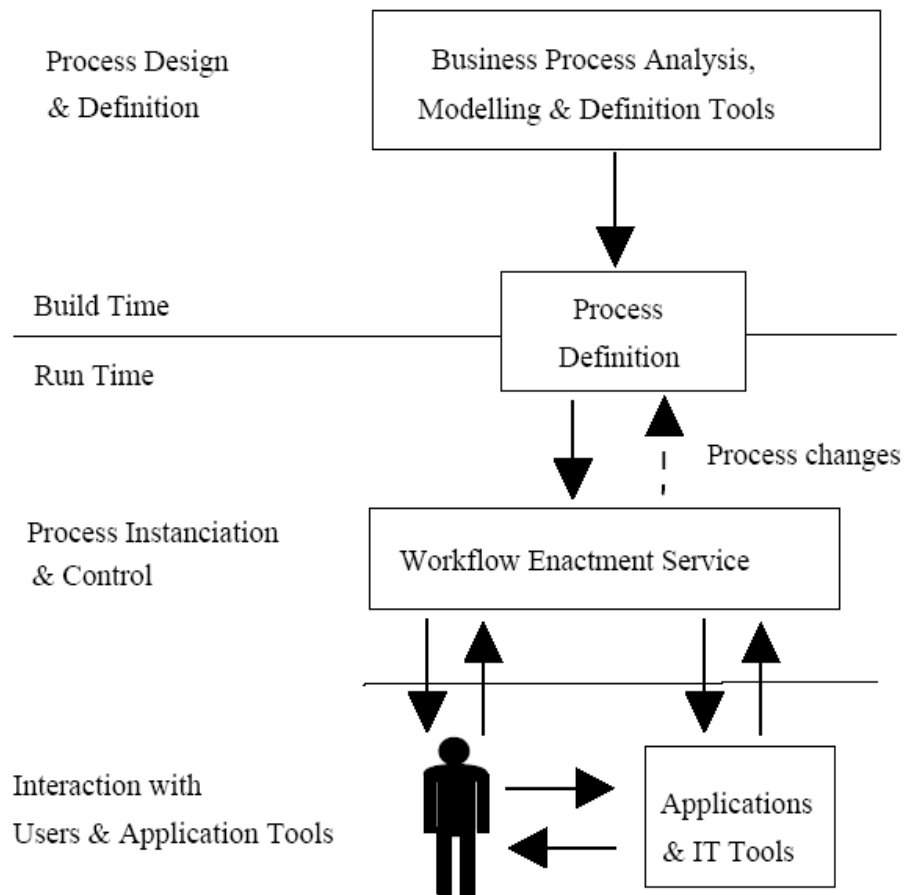


Abbildung 1.9 Merkmale von Workflowsystemen aus [WFM 1995, S. 7]

umfassen die Verwaltung des Workflow-Prozesses in einer operativen Umgebung und die Sequenzierung der verschiedenen Aktivitäten, die als Teile eines jeden Prozesses abgearbeitet werden. Sie dienen der Planung der verschiedenen Teilaktivitäten des Prozesses und rufen die betreffenden personenbezogenen und softwaretechnischen Ressourcen auf. Kontrollfunktionen des Laufzeitprozesses stellen die Verbindung zwischen dem modellierten Prozess in der Prozessdefinition und dem Prozess in der aktuellen Situation dar. Sie spiegeln die Interaktionen von Personen und Softwarewerkzeugen während der Laufzeit wider.

Zur Laufzeit erfolgt die Interpretation der Prozessdefinition durch Softwarekomponenten. Diese Software ist für die Erzeugung der operativen Prozessinstanzen und deren Kontrolle verantwortlich.

3. Laufzeitinteraktion (Run-time interaction):

von Personen und/oder Softwarewerkzeugen dienen zum Bearbeiten der verschiedenen Teilaktivitäten. Einzelne Aktivitäten innerhalb eines Workflow-Prozesses betreffen typischer Weise von Personen durchgeführte Operationen.

Die Interaktion mit der Software für die Prozesskontrolle ist für die Leitung der Kontrolle zwischen den einzelnen Aktivitäten, für die Sicherstellung des operativen Status der Prozesse, für das Starten von Werkzeugen, für das Weiterreichen der richtigen Daten usw. notwendig.

Auf diesen Grundaufgaben aufbauend wurde das in Abbildung 1.8 dargestellte Referenzmodell entwickelt:

- Das Werkzeug zur Prozessdefinition (Process Definition Tool) erzeugt die Prozessbeschreibungen in einem von der Software verarbeitbaren Format.
- Die Prozessdefinition (Process Definition) enthält alle benötigten Informationen über den Prozess, um die Bearbeitung durch die Workflow-Enactment-Software zu ermöglichen, inklusive den Start-, Abbruchbedingungen, Teilaktivitäten und Regeln für die Navigation zwischen diesen Aktivitäten. Die Prozessdefinition kann sich auf ein Organisations-/Rollenmodell beziehen, welches Informationen betreffend der organisatorischen Struktur und Rollen innerhalb der Organisation enthält. Rollen dienen hierbei der Abbildung von Funktionen und Befugnissen ohne konkrete Personen festlegen zu müssen. Dieser Ansatz ermöglicht die Spezifikation der Beziehung zwischen bestimmten Aktivitäten und Informationsobjekten bzgl. Organisationseinheiten und Rollenfunktionen anstatt bzgl. existierender Personen. Das Übertragen dieser Rollen auf Personen obliegt dem Workflow-Enactment-Service.
- Der Workflow-Enactment-Service interpretiert die Prozessbeschreibung und kontrolliert die Erzeugung von Prozessen und die Ablaufplanung von Aktivitäten. Dazu gehört das Hinzufügen von Arbeitselementen zur Arbeitsliste des Anwenders und nach Bedarf das Starten von Anwendungswerkzeugen. In Verbindung mit den Workflow-relevanten (Laufzeit-)Daten wird die Prozessdefinition benutzt um:
 - die Navigation durch die verschiedenen Teilaktivitäten innerhalb des Prozesses zu kontrollieren,
 - Informationen über parallele oder sequentielle Ausführungsmöglichkeiten für verschiedene Aktivitäten, Anwenderaufgaben oder Software, assoziiert mit der jeweiligen Aktivität, zur Verfügung zu stellen,
 - Workflow-relevante Daten sind Daten, welche die Basis für Navigationsentscheidungen oder andere Kontrolloperationen innerhalb des Workflow-Ablaufs bilden und von Workflow-Anwendungsprogrammen generiert oder aktualisiert werden.

- Anwendungsdaten (Application Data) im Workflow werden nur direkt durch die angestoßenen Anwendungen geändert. Das Workflow-System ist lediglich für deren Übermittlung zuständig, falls eine Weiterleitung zu anderen Anwendungen notwendig ist.
- Dort wo es Anwenderinteraktionen innerhalb der Prozessabarbeitung bedarf, platziert die Workflow-Maschine Elemente in Arbeitslisten (Worklists), die von der Arbeitslistensteuerung bearbeitet werden. Diese Steuerung verwaltet die Interaktion mit den in den Workflow eingebundenen Teilnehmern.
- Die Arbeitslistensteuerung (Worklist Handler) ist eine Softwarekomponente, welche die Interaktion zwischen Teilnehmern des Workflows und dem Workflow-Enactment-Service verwaltet. Diese Komponente ist verantwortlich für das Fortführen von Arbeiten, welche eine Interaktion des Anwenders benötigen und kommuniziert über die Arbeitsliste mit dem Workflow-Enactment-Service.
- Überwachungsoperationen (Supervisory Operations) dienen Administrationszwecken, wie das Ändern von Zuweisungsregeln für Tätigkeiten, dem Identifizieren von Teilnehmern für spezifische organisatorische Rollen innerhalb eines Prozesses, dem Aufspüren der Vergangenheit einer bestimmten Prozessinstanz, dem Aufspüren von Alarmen für überschrittene Termine oder andere Statistiken.

Die WfMC beschäftigt sich in den einzelnen Spezifikationen mit der Standardisierung von Schnittstellen zwischen den einzelnen Bestandteilen und den dafür benötigten Datenstrukturen. Dabei ist auch vorgesehen, dass verschiedene Produkte jeweils nur einen Teil der vorhandenen Spezifikationen umsetzen.

Für einen erfolgreichen Änderungsprozess bedarf es einer genauen Analyse der innerbetrieblichen Prozesse. Eine standardisierte Beschreibung von Workflows könnte für die gezielte Kommunikation von Änderungen hilfreich sein.

1.2.4 STEP

STEP steht für Standard for the Exchange of Product Model Data und ist die gebräuchliche Bezeichnung für die ISO Norm ISO 10303 [Owe 1997].

Ziel von STEP ist die Erstellung eines international gültigen Standards zum Austausch von Produktdaten. Die STEP-Dokumentation ist in verschiedene Dokumentklassen unterteilt, die die Struktur des Standards widerspiegeln:

- Die Benutzung formaler Methoden zur eindeutigen Beschreibung der Informationsmodelle,
- Die Trennung von Anwendungsanforderungen und deren Erfüllung, durch eine Menge integrierter Modelle und deren spätere Umsetzung auf einem physikalischen Medium.

Die Dokumentklassen mit den ihnen zugeteilten Teilenummern sind:

Einleitung (Introductory)	1- 99
Beschreibungsmethoden (Description methods)	11- 19
Umsetzungsmethoden (Implementation methods)	21- 29
Methodik und Rahmen für Übereinstimmungstests (Conformance testing methodology and framework)	31- 39
Integrierte Ressourcen (Integrated resources)	41-99, 101-199
Anwendungsprotokolle (Application protocols)	201-299
Abstrakte Testfolgen (Abstract test suites)	301-399
Anwendungsinterpretierte Konstrukte (Application interpreted constructs)	501-599

Die Definition formaler Beschreibungsmethoden erfolgt in den integrierten Ressourcen. Anwendungsprotokolle wurden für einen bestimmten Anwendungskontext unter Verwendung der integrierten Ressourcen und Beschreibungsmethoden entwickelt. Sie können, dort wo dies angebracht ist, anwendungsbezogene Konstrukte enthalten. Unter Verwendung von Konformitätstests mit abstrakten Testfolgen und dem dazugehörigen Anwendungsprotokoll wird eine STEP-Implementierung auf Übereinstimmung zum Standard getestet.

1.2.5 Integrierte Ressourcen (Integrated resources)

Die Klasse der integrierten Ressourcen stellt eine Menge von Ressourcen in Form von Informationsmodellen zur Verfügung. Auf diesen werden die Anwendungsprotokolle aufgebaut. Jedes Informationsmodell wurde für die Darstellung einer anderen Perspektive auf die Produktdaten entwickelt. Die Klasse der integrierten Ressourcen enthält zwei Arten von integrierten Ressourcen

1. generische: mit einer allgemeinen Anwendbarkeit (Teile 41 bis 99) und
2. anwendungsbezogene, welche eine Anwendung oder eine Reihe ähnlicher Anwendungen unterstützen (Teile 101 bis 199).

Diese kontextunabhängigen Produktdaten sind in einer realisierungsunabhängigen Form in EXPRESS eingebunden und werden nur indirekt bei der Benutzung von Anwendungsprotokollen umgesetzt.

Part 41: Fundamentals of product description and support

Teil 41 stellt die Grundlagen für die Produktbeschreibung und -unterstützung in mehreren Schemata zur Verfügung [ISO 10303-41]. Schemas dienen der Informationsstrukturierung und werden in EXPRESS formuliert. Diese sind in drei Hauptbestandteilen innerhalb des Dokumentes organisiert.

1. die allgemeinen Ressourcen zur Produktbeschreibung (generic product description resources), dienen der Identifikation und Kategorisierung eines Produkts. Über sie erfolgt eine Beschreibung des Anwendungsgebiets, für welches Produktdaten definiert sind mit denen die Beschreibung eines Produkts erfolgt. Außerdem erfolgt über diese Ressourcen eine Definition von Beziehungen zwi-

schen Produkten, die Identifikation von Eigenschaften eines Produkts oder eines Teils des Produkts sowie die Festlegung der Eigenschaftsmodellierung.

2. die allgemeinen Verwaltungsressourcen (generic management resources) ermöglichen den Aufbau einer Struktur zur Verknüpfung von Produktdaten mit den dazugehörigen administrative Daten und
3. die Hilfsressourcen (support resources) dienen der Bestimmung oder Beschreibung der Identität von Dokumenten, Personen und Organisationen inklusive der Erfahrungen, Qualifikationen und der Position einer Person innerhalb einer Organisation sowie der Lokalisierung von Personen, Organisationen oder Produkten. Die Bestimmung und Beschreibung von Aktionen und ihrem Status, Aktionsanträgen, Genehmigungen, Zertifizierungen, Sicherheitsklassifikationen und Verträgen ist ebenfalls Inhalt. Dies wird durch bereitgestellte Mechanismen zur Definition von Werten für ID, Name, Beschreibungs- und Rollenattribute und der Spezifikation von Datum und Zeit, von physikalischen Größen und ihren Einheiten unterstützt. Weiterhin werden Mechanismen zur Gruppierung von Einheiten und Referenzierung von Informationen die außerhalb eines Austausches definiert sind bereitgestellt

Die allgemeinen Ressourcen zur Produktbeschreibung bieten einen Rahmen für alle integrierten Ressourcen. Die Kombination aus diesem mit den anderen beiden Kategorien ergibt eine integrierte Menge zur Produktbeschreibung, die Grundlage für den Aufbau aller Anwendungsprotokolle ist.

Part 44: Product structure and configuration

Teil 44 enthält die folgenden drei Schemata [ISO 10303-44], [Owe 1997]:

1. Das Schema für die Produktstruktur (product structure schema) spezialisiert die Produktdefinitionsbeziehungen aus Teil 41. So werden verschiedene Formen der Produktstruktur unterstützt. Dadurch kann die Herstellung von Bauteilen durch Lieferanten oder einer Baugruppe aus einer Anzahl an Komponenten abgebildet werden. Teil 44 ermöglicht die Austauschbarkeit von Produkten über die Modellierung durch alternative Produktbeziehungen womit ein Produkt anstelle eines anderes verwendet werden können soll. Material- und Stücklisten können unter Verwendung dieser Strukturen erstellt werden.
2. Das Schema für das Produktkonzept (product concept schema) erlaubt es dem Kunden und anderen am Entwicklungsprozess beteiligter Personen die Eigenschaften des Produkts festzulegen. Somit wird die Existenz des Konzeptes ermöglicht, bevor das Produkt an sich definiert ist.
3. Das Schema für das Konfigurationsmanagement (configuration management schema) stellt Strukturen zur Verfügung, die zur Herstellungsplanung von Produkten und zum Auffinden der Verbindungen zwischen einzelnen Informationsobjekten, die eine bestimmte Version eines Produkts bilden, dienen.

Diese unterstützen Produktänderungen und -verbesserungen an der Produktdefinition über den gesamten Produktlebenszyklus. Das betrifft:

1. Die Beziehungen von Komponenten und Bauteilen, die ein Produkt bilden, und zwischen Produkten und ihren Komponenten zur Beschreibung von Versionen und Varianten. Durch Teil 44 verwaltete Versionen eines Produkts sind gleich bezüglich Form, Schnittstellen und Funktion.
2. Die Beschreibung eines Produkts definiert durch Kundenanforderungen.

Nicht im betrachteten Anwendungsgebiet von Teil 44 liegen folgende Aspekte:

- Administrative Aktivitäten des Produktlebenszyklusses, einschließlich Genehmigungen, Sicherheitsklassifizierung, vertragliche Vereinbarung und Verwaltung der Zulieferer
- der Produktänderungsprozess an sich, einschließlich Änderungsgrund, die getroffenen Entscheidungen, ihre Ursachen und welche Aspekte eines Produkts geändert wurden. Es werden jedoch die Ergebnisse von Änderungsprozessen verwaltet, die in einer geänderten Produktstruktur resultieren.
- Die Beziehungen zwischen verschiedenen Produktdefinitionen für das gleiche Produkt
- die physischen Verbindungen zwischen den Komponenten eines Produkts (z.B. Schraubverbindungen, Schweißnähte)
- Die Eigenschaften, die eine Produktkomponente haben darf
- Die Verwaltung mehrere Versionen eines einzelnen Produkts, die nicht form-, pass- und funktionsgleich sind.

Durch die Fokussierung auf die Spezifikation von Konfigurationen für Produkte erfolgt die Einbindung des Änderungsmanagements über die Verfolgung von Änderungen an diesen Konfigurationen über den Herstellungszeitraum eines Produkts. Teil 44 beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit Änderungen, welche die Organisation von Komponenten in vernetzten Strukturen betreffen. Dies beinhaltet auch die aktuelle Zusammenstellung (Komponentenstruktur) eines Produkts, welches in eine geplante Einheit der Produktion eingebunden werden soll.

Part 49: Process structure, property and representation

Der Teil 49 enthält ebenfalls drei Schemata [Owe 1997]:

1. Die Methodendefinition (method definition) legt die Strukturen für die Aktionen fest, die einen Prozess ausmachen. So wird die Aufteilung von Aktionen und Bedingungen, welche die Aktionen betreffen, und deren Ordnung ermöglicht. Es erlaubt außerdem die Identifizierung der von einem Prozess benötigten Ressourcen, der den Prozess definierenden Dokumente und der Effizienz des Prozesses.

2. Prozesseigenschaften (process property) ermöglichen die Definition von Eigenschaften von Aktionen, Ressourcen und dem Produkt, das Teil des Prozesses ist oder zu ihm in Bezug steht.
3. Darstellung der Prozesseigenschaften (process property representation) unterstützt die Darstellung dieser Eigenschaften.

Teil 49 dient der Bereitstellung der für die Modellierung von Prozessen benötigten Strukturen. Mit Hilfe dieser lassen sich die Änderungsprozesse der einzelnen Anwendungsprotokolle definieren.

1.2.6 Anwendungsprotokolle (Application Protocols - AP)

AP 203: Configuration controlled design

Das Anwendungsprotokoll AP 203 ermöglicht den Austausch von durch die Gestaltung bedingte Entwurfsinformationen für mechanische Einzelteile und Baugruppen [Owe 1997]. Diese Informationen können die geometrische Form der referenzierten Objekte enthalten. Zusätzlich können folgende Dinge bestimmt werden:

- Standardteile, die im Entwurf verwendet werden,
- Daten zur Unterstützung der Genehmigung und Freigabe von Entwürfen,
- Zulieferer,
- Verträge für den Entwurf und
- Sicherheitsklassifikationen der Bestandteile.

AP 208: Life cycle management – change process

Das Anwendungspaket AP 208, welches für das Lebenszyklusmanagement und hier speziell den Änderungsprozess gedacht war, ist annulliert worden [SOA 2005].

AP 214: Core data for automotive mechanical design

Das Appikationsprotokoll AP 214 spezifiziert die Verwendung der integrierten Ressourcen für den Anwendungsbereich und die Informationsanforderungen für Anwendungen, die den Entwicklungsprozess mechanischer Eigenschaften von Fahrzeugen und zur Unterstützung des Austausches von Informationen zwischen diesbezüglichen Werkzeugen dienen [ISO 10303-214]. Neben den Angaben, welche der Entwicklung von Fahrzeugen zuzuordnen sind, werden für das Änderungsmanagement betreffend folgende Informationen und Daten unterstützt:

- Informationen zur Prozessplanung, zur Beschreibung der Beziehungen zwischen Teilen und den für ihre Herstellung verwendeten Werkzeugen und zu Zwischenschritten der Teile- oder Werkzeugentwicklung.

- Daten zur Produktdefinition und Konfigurationskontrolle für die Verwaltung einer großen Anzahl von Varianten von Produkten während der Entwurfsphase.
- Daten zur Beschreibung von Änderungen, die während der Entwurfsphase aufgetreten sind, einschließlich der Verfolgung von Versionen eines Produkts und der zu der Dokumentation des Änderungsprozesses gehörenden Daten.
- Freigabe- und Genehmigungsdaten für Produktdaten.

In AP 214 sind Daten zu Lebenszyklusphasen außerhalb der Produktentwicklung nicht enthalten.

- AP 215: Ship arrangement.

Für den Schiffbau sind die Anwendungsprotokolle AP 215, AP 216 und AP 218 entwickelt worden [ISO 10303-215], [Owe 1997], [SOA 00].

Das AP 215 definiert den Kontext, den Gültigkeitsbereich und die Informationsanforderungen für den Austausch von Definitionen der Schiffseinteilung, die geometrische Darstellung von Abteilungen und Zonen, Abteilungseigenschaften, Ladungen, Ladungsverteilung, Ladefall und Leckstabilitätsinformationen und spezifiziert die integrierten Ressourcen welche zur Umsetzung dieser Anforderungen benötigt werden.

Eine Konfiguration bezieht sich in diesem Zusammenhang auf Daten ausgewählter Schiffsraumeinheiten innerhalb des Produktmodells spezifisch zur Änderungsverfolgung und für deren Änderungsvergangenheit. Der Begriff Austausch wird verwendet, um die Anwendbarkeit auf Daten einzuschränken, die zwischen verschiedenen CA-Systemen transportiert werden. Dies dient zur Unterscheidung von einem Datenmodell, welches Mehrbenutzer-Datenbankanwendungen unterstützt.

Der Anwendungsbereich von AP 215 umfasst Daten:

- zur Beschreibung der generellen Unterteilung (general subdivision) des Schiffs in räumlich begrenzte Regionen (spatially bounded regions).
- zur Identifikation der Strukturen, welche das Schiff in für Ladung (stowage of cargo), Maschinenanlagen (operation of machinery) und Belegung durch Mannschaft und Passagiere geeignete Abteilungen (compartments) unterteilt.
- zur Bestimmung von logische Grenzen (logical boundaries), zur Unterteilung des Schiffs in Zonen zum Zwecke der Zugangskontrolle (controlling access), der Festlegung von Entwurfsexperten/Zuständigkeiten (designating design authority) oder der Anwendung spezieller Entwurfsanforderungen (design requirements).
- zur Definition von räumlichen Begrenzungen (spatial boundaries) basierend auf den Referenzen zu Schiffsformen (moulded form regions) oder geometrischen Oberflächen (geometric surfaces).

- zur Identifikation von Versionen von Abteilungsentwürfen und zur Verwaltung von Änderungen des Entwurfs während der Entwurfsphase.
- zur Bestimmung der beabsichtigten Funktionen von Abteilungen und Zonen
- zur Aufzeichnung der räumlichen Kapazität (volumetric capacities) von Laderäumen bei verschiedenen Kombinationen aus Schiffskrängung (vessel heel) und -trimm (trim).
- für die Berechnung der Größe (magnitude) und Lokalisierung von Belastungen (and location of loads), welche auf die strukturellen Systeme eines Schiffs einwirken auf Grundlage der Masse der in den Abteilungen enthaltenen Ladung.
- zur Bestimmung der Umgebung/Abgrenzung einer Abteilung (adjacency of compartments).
- zur Identifikation von Räumen mit gleichen allgemeinen funktionalen Aufgaben (common functional purpose), mit gleicher Position innerhalb des Schiffs (position within the ship) oder mit einer Verbindung durch Maschinensysteme (engineering systems).
- mit Bezug auf Bemaßungen (dimensional aspects) von Räumen.
- zur Identifikation der Produktstrukturierung von Maschinenteilen (engineering parts) und strukturellen Teilen (structural parts), die in einem Raum enthalten sind.
- zur Identifikation der Produktstrukturierung von Abteilungen in einem Bereich des Schiffs.
- zur Definition von Entwurfsbedingungen für Räume, die durch in einem Schiff installierte Systeme (systems within a ship) festgelegt sind.
- zur Bestimmung von Ladung (cargoes), Vorräten (stores) und Verbrauchsstoffen (consumables) und deren Verteilung (allocation) auf Abteilungen und Tanks zur Entwurfsanalyse oder während spezieller Fahrten (specific voyages) des Schiffs im Betrieb.
- zur Definition von Ladungsfällen (loading conditions) zur Analyse der Schwimmelage (floating position) des Schiffs in verschiedenen Ladungsszenarien (cargo loading scenarios).
- zur Analyse der Stabilität des Schiffs nach einem Schaden.
- für die auf ein Schiff oder mehrere Schiffe einer Serie anwendbar sind.

Dagegen sind folgende Aspekte nicht im Anwendungsbereich enthalten und werden teilweise durch andere APs abgedeckt:

- Daten zur Definition der Darstellung von Flächen (moulded surfaces) von „structural“ oder „non-structural bulkheads“ (ISO 10303-216).
- Daten zur Definition der Darstellung von „structural systems and parts“ (ISO

10303-218).

- Daten zur Definition der Position, Ausrichtung oder Geometrie von Maschinenteilen und „structural parts“ innerhalb eines Raumes.

AP 216: Ship moulded forms

Entsprechend AP 216 umfasst „ship moulded“ form (im folgenden Abschnitt kurz Form genannt) die Kontur und wesentliche Entwurfsparameter für verschiedene Teile des Schiffs ohne die Angabe der Materialstärken [ISO 10303-216]. Formen können Schiffsrumpf, Propeller, Ruder, Anhänge, Decks oder strukturelle Schiffselemente wie raumteilende Schotte sein. Eine Form von besonderem Interesse ist der Schiffsrumpf, welche als Rumpfform (hullform) bezeichnet wird.

Alle Ausführungen in AP 216 erfolgen unter dem Gesichtspunkt, dass die beschriebenen Formen folgende grundlegenden Eigenschaften aufweisen:

- jede Form besitzt eine Definition.
- die einzelnen Definitionen sind genehmigt (approved) und werden versioniert.
- eine Form ist an ein Schiff gebunden und kann aus einzelnen Formen (ship moulded forms) zusammengesetzt sein.
- eine Form bietet eine geometrische Darstellung für ein Schiff.

Die hydrostatischen Eigenschaften werden als ein spezieller Typ der Lebenszyklusdefinition einer Form angesehen. Wegen der in diesem AP nicht vorhandenen Unterteilung des Schiffs, werden hydrostatische Eigenschaften nur für das intakte Schiff betrachtet. Unterteilungen der Schiffsförm sind Inhalt von AP 215.

Folgende Aspekte liegen im Geltungsbereich von 216:

- Definition der Geometrien von Formen für Schiffe in den Phasen des vorbereitenden Entwurfs (preliminary design), des detaillierten Entwurfs (detailed design) und der Produktion (production). Diese Formen dienen zur Beschreibung der Rumpfform, inkl. Ein-, Mehrumpfformen, Bugwulst, Spiegelheck, Tunnel für Querstrahlruder, Propeller, Ruder und zusätzlicher Anhänge (additional appendages), zur Beschreibung der Decksform inkl. Sprung (camber) und Balkenbucht (sheer) und zur Definition interner Abteilungsgränzen und die Formgeometrie von Schiffstrukturelementen (structural) und nicht-strukturellen Schiffselementen (non-structural elements).
- Definition genereller Eigenschaften (general characteristics)
- Definition von Entwurfsparametern (design parameters) für den Schiffsrumpf, Bugwulst, Propeller, Ruder und Anhänge, die für die Beschreibung der Form und für die Berechnung der vom Tiefgang abhängigen (draught depending) hydrostatischen Eigenschaften benötigt werden.
- Versionskontrolle und Genehmigung von Formen und dazugehörigen hydrostatischen Untersuchungen

Nicht enthalten sind dagegen:

- Produktdefinitionsdaten (product definition data) zugehörig zu auf der Form definierten Bepaltungen (hull plating), zu Schiffsabteilungen (ship compartmentation), zur Schiffsausgestaltung (ship arrangement), zur Schiffstruktur (ship structures) und zu Schiffsmaschinen (ship machinery) und -aufbauten (ship superstructures).
- Produktdefinitionsdaten zugehörig zur Schiffsfertigung (ship assembly)
- Mechanische Systeme (mechanical systems) und Aspekte zum Material von Propeller, Ruder und Kotrolloberflächen (control surfaces).
- Produktdefinitionsdaten zugehörig zur Außerdienststellung des Schiffs
- Hydromechanische Eigenschaften sowie Längsfestigkeits-, und Leckstabilitätseigenschaften des Schiffs.

AP 218: Ship structures

Die Konfiguration im Kontext von AP 218 umfasst Daten, die spezifisch für die Änderungsverfolgung und -vergangenheit ausgewählter Schiffsstrukturen innerhalb des Produktmodells sind [ISO 10303-218]. Genehmigungen beziehen sich auf unternehmensinterne Vorgänge und die Kontrolle durch die Klassifikationsgesellschaften. Der Einsatzbereich von AP 218 umfasst die Entwicklungs- und Herstellungsphase.

Dies beinhaltet Daten:

- zur Produktdefinition (product definition data) bzgl. der Schiffsstruktur(ship structure) diese umfasst die Rumpfstruktur (hull structure), Aufbauten (superstructure) und alle anderen internen Strukturen kommerzieller und militärischer Schiffe in der Phase des Vor-Entwurfs (pre-design), Hauptentwurfs (main design) und der Herstellung (manufacturing) der Schiffsstruktur.
- zur Definition der Produktstrukturierung, inkl. nach Systemen und Anordnungen (assemblies) innerhalb des Schiffs
- zur Produktdefinition, welche die allgemeinen, für den Entwurf der Schiffsstruktur relevanten Eigenschaften des Schiffs beschreiben
- zur Produktdefinition gehörend zur Rumpfbepaltung (hull plating), der Profile der Versteifungen (stiffer profiles) und der Definition von strukturellen Eigenschaften (structural features), welche die Schiffstrukturteile und -bauteile inkl. funktioneller Beschreibungen umfassen.
- zur Produktdefinition bzgl. des Entwurfes von geschweißten Verbindungen (welded connections) und Nähten (joints) von Schiffsstrukturteilen und -Baugruppen inkl. Nahtvorbereitung (edge preparations), -typ (weld type) und -größe (size).
- zur Spezifikation schräger Querschnitte (transverse cross-sections) durch die

Schiffsstruktur für den Festigkeitsnachweis (approval of strength).

- zu Entwurfsbelastungen (design loads) im Schiff, inkl. der auf die Schiffsstruktur wirkenden Querkräfte (shear forces) und Biegemomente (bending moments) zum Zwecke der Bestimmung der Längsfestigkeit des Schiffs
- zu den Gewichten (weights) und Masseschwerpunkten (center of gravity) von Teilen und Baugruppen der Schiffsstruktur
- zu den Materialien der Schiffsstruktur, die zur Herstellung des Schiffs oder von Teilen davon benötigt werden.
- für das Konfigurationsmanagement der Schiffsstruktur inkl. Bewilligung, Versionierung und Änderungsadministration
- zu externen Referenzen (external references), technischen Dokumenten und anderen Unterstützungskonzepten (supporting concepts) die für den Entwurf und die Herstellung der Schiffsstrukturteile und -baugruppen notwendig sind und in diese Lebenszyklusphasen gehören.

Der Geltungsbereich von AP 218 umfasst keine Daten:

- zur Produktdefinition, die den Lebenszyklusphasen des Schiffsbetriebs (operation) und der Außerdienststellung (de-commissioning) angehören
- (business data) für die Verwaltung von Schiffsentwurfsprojekten (ship development projects) wie Budget, Zeitpläne und Ressourcenanforderungen (resource requirements).
- zur Produktdefinition die der direkten Berechnung der Schiffstruktur in der Entwurfsphase dienen
- zur Produktdefinition zur Angabe der Beschichtung (coating) und von Fertigungstoleranzen (production tolerances) der strukturellen Teile
- zur Schiffsunterteilung (subdivision) in Räume und Abteilungen.
- zur Produktdefinition gehörend zu Verteilungssystemen (distribution systems) innerhalb des Schiffs
- zur Produktdefinition welche die Schiffsmaschinen und -propulsion betreffen.
- zur Produktdefinition über die Schiffsausstattung (ship outfit) und -möblierung (furnishing).
- zur Produktdefinition von Strukturteilen des Schiffsrumpfes die durch Schmieden oder Guss hergestellt wurden.

AP 239: Product life cycle support (PLCS)

AP 239 erweitert AP 203 und AP 214 um die Phasen des Betriebes und der Entsorgung. Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Reduktion der Kosten im Einsatz eines Produkts. Dies soll durch eine weite Verbreitung des Standards sicherge-

stellt und damit das Konfigurations- und Änderungsmanagement und die Haltung der Daten auf dem aktuellen Stand vereinfacht werden. Durch die hohe Portabilität soll somit eine Sicherung der Investitionen in Produktdaten erreicht werden. Hauptadressaten von AP 239 sind Betreiber komplexer Produkte mit einer langen Nutzungsdauer, wie z.B. Schiffe, und Produkte aus dem Anlagenbau.

Am 15.10.2004 wurde dem DIS (Draft International Standard) zugestimmt, so dass noch die Umsetzung in einen internationalen Standard (International Standard - IS) aussteht [TC184/SC4]. AP 239 wurde von PLCS Inc. entwickelt [PLC 2005]. PLCS Inc. wurde extra zu diesem Zwecke im Jahre 1999 gegründet. Die Mitglieder von PLCS kommen sowohl aus der Militärverwaltung, wie dem US-amerikanischen bzw. britischen Verteidigungsministerium, als auch aus der Wirtschaft, wie BAE, Boeing und DNV.

1.3 Bewertungskriterien für Änderungsmanagementfunktionen

Für ein effizientes Änderungsmanagement bedarf es einer möglichst kompletten Sicht auf das zu entwickelnde Produkt sowie einer optimaler Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen über- und untergeordneten sowie nebenläufigen Abteilungen/Prozessen. Eine Grundvoraussetzung dafür ist die Einrichtung eines zentralen Schiffsentwurfs, auf den alle beteiligten Personen zugreifen [Def 1999]. Über die Erstellung von speziellen Sichten auf diesen zentralen Entwurf ist zu verhindern, dass mehrere voneinander unabhängige Entwürfe erstellt werden, die nur unter großem Aufwand konsistent gehalten werden können.

Aus dem Umfeld des Schiffsentwurfs ergeben sich weitere Besonderheiten, die durch ihre Kombination besondere Anforderungen an die Lösungen stellen:

- Komplexes Produkt: Wegen der großen Anzahl von Einzelteilen, mit teilweise komplexen Beziehungen untereinander, den vielen unterschiedlichen teilweise interagierenden Systemen, sowie den Optimierungsmöglichkeiten bezüglich des späteren Betriebes des Schiffs, deren Zusammenwirken oftmals Erfahrungswerte sind.
- Kleinserien-/Unikatfertigung: Aufgrund der umfangreichen Optimierungsmöglichkeiten und den unterschiedlichen Anforderungen seitens des Eigners, erfolgt die Herstellung in aller Regel „custom made“, d.h. speziell für den Kunden.
- Nebenläufige Abarbeitung (simultaneous engineering): Bedingt durch die hohe und ständig steigende Gesamtkomplexität des Produkts Schiff, haben sich Unternehmen gebildet, welche auf Teilbereiche spezialisiert sind. Diese übernehmen Teilaufgaben im Auftrag der Werft und ermöglichen dadurch die parallele Bearbeitung in mehreren Bereichen. Verstärkt wird dieser Effekt durch steigende Anforderungen an die Geschwindigkeit und Qualität der Fertigstellung bei gleichzeitiger Minimierung der Gesamtkosten.

- Oft wechselnde Partner: Aufgrund des hohen Kostendrucks in der maritimen Industrie, erfolgt die Einbindung von Zulieferern nach Kostengesichtspunkten. Die sind in der Regel hochspezialisierte Unternehmen, die je nach Projekt und den speziellen Wünschen des Kunden ausgewählt werden.
- Inhomogene CAE-Systemlandschaft: Da die Entwicklung von Softwareprodukten zur Umsetzung spezieller Anforderungen und parallel von mehreren Herstellern erfolgte, verwenden die Beteiligten Softwarelösungen entsprechend den Aufgabengebieten und Vorlieben. Diese sind in den seltensten Fällen unter allen Beteiligten dieselben. Oftmals besteht keine direkte Möglichkeit, die Daten ohne Informationsverlust zwischen den einzelnen Anwendungen auszutauschen.

Aus den aufgeführten generellen Anforderungen und den genannten Besonderheiten im Schiffentwicklungsprozess leiten sich folgende Forderungen an Systeme zur Unterstützung von Änderungsmanagement ab:

- Standardkonformität:

Liegt dem Modell zur Änderungsdurchführung ein Standard zugrunde? Dies ist besonders für die weiteren Untersuchungen im Rahmen dieser FuE-Arbeit von Interesse. Sollte ein Standard vermehrt zur Anwendung kommen und ließe sich dieser auf die Besonderheiten des Schiffbaus anpassen, so kann auf existente Lösungen zurückgegriffen werden. Somit würde ein Wechsel zwischen den Systemen erleichtert.

- Werkzeugintegration:

Es muss eine breite, integrative Unterstützung verschiedener CAx- und anderer Entwicklungsumgebungen ermöglicht werden, um den Beteiligten die benötigten Sichten auf das Gesamtprojekt und die Arbeit in den gewohnten Umgebungen zu ermöglichen. Dies kann durch die Unterstützung von verschiedenen Datenformaten oder die Integration von Umgebungen in die Änderungsmanagementsysteme erfolgen.

- Verteiltes Arbeiten:

Aufgrund des vorherrschenden parallelen Arbeitens bei der Schiffsentwicklung durch verteilt lokalisierte Unternehmen bedarf es der Unterstützung des gleichzeitigen und unabhängigen Arbeitens an verteilten Datenbeständen.

- Versionsmanagement:

Für die Verfolgung von Änderungen, zur Optimierung von Arbeitsabläufen in der Zukunft, für die Ursachenforschung bei später auftretenden Problemen, sowie Vollständigkeit der Dokumentation bedarf es eines Versionsmanagements. Unter Version wird hier nicht die Variation verstanden, welche die Anpassung einer bestehenden Lösung an ein neues Problem umfasst und in deren Ergebnis beide Ausführungen nebeneinander existieren und bearbeitet werden können.

- Zuständigkeitsverteilung:

Die Zuordnung von Verantwortlichkeiten kann durch Workflows vorgenommen werden. Die Erstellung solcher Workflows erfolgt manuell und mit einem unterschiedlichen Grad an automatisierter Unterstützung. Für die (Groß-)Serienproduktion ist die manuelle Erstellung und Optimierung von Workflows aufgrund eines günstigen Verhältnisses von Kosten zu Nutzen, relativ statischen Beziehungen zu Geschäftspartnern und langen Laufzeiten wirtschaftlich realisierbar. Mit steigender Komplexität von Produkt und abnehmender Stückzahl muss jedoch verstärkt versucht werden diesen Prozess zu automatisieren und somit weniger Aufwand für die Zuordnung zu betreiben. Ansonsten würde der Aufwand an Zeit und Ressourcen zur Prozessoptimierung die erzielten Einsparungen übersteigen.

Das Anpassen detaillierter Workflows eines Projektes an ein neues ist nicht sinnvoll. Wegen der teilweise großen Unterschiede zwischen den einzelnen Projekten ist die Anpassung ähnlich aufwendig wie die Neuerstellung.

Aus den genannten Ausführungen ergeben sich folgende zu betrachtende Teilaspekte:

- Freiheiten der Zuständigkeitsverteilung: Ist die Möglichkeit gegeben, die Zuständigkeiten frei zuzuteilen oder geschieht dies entsprechend intern eingebundener Vorlagen seitens der verwendeten Lösung?
- Dynamische Zuständigkeitsverteilung: Erfolgt die Zuweisung von Ressourcen und Verantwortlichkeiten mit Bezug auf den Projektstatus oder komplett für den gesamten Projektzeitraum?
- Automatische Zuständigkeitsverteilung: Erfolgt eine Unterstützung in Form von automatischen Zuweisungen oder vordefinierten Mustern?

1.4 Existierende Systeme

1.4.1 Allgemeine PDM-Systeme

Die im weiteren gemachten Ausführungen beziehen sich auf Informationen, welche in Form von „White Papers“ und anderem Informationsmaterial zur Verfügung stehen, siehe jeweils auch die angegebenen Literaturhinweise.

1. ENOVIA von IBM

ENOVIA ist Teil des Paketes PLM Solutions und in verschiedene Teilpakete unterteilt. Diese bieten verschiedene Funktionen und Sichten auf die verwalteten Informationen [IBM 2005a]. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Pakete ENOVIA V5.14 – LCA Change Management (CGM) und Document Management (DCM) sowie ENOVIA – Engineering Change Management (ECM)

- Verteiltes Arbeiten:

Der Zugriff auf Informationen, die von mehreren Personen verwendet werden,

erfolgt von einer einheitlichen Zugangsstelle, unabhängig vom tatsächlichen Speicherungsort der Daten [IBM 2005b].

- Werkzeugintegration:

ENOVIA bildet eine integrative Einheit mit CATIA V5 welches ebenfalls Bestandteil des Paketes PLM Solutions ist. Möglichkeiten der Integration anderer Entwicklungsumgebungen konnte nicht ermittelt werden.

- Standardkonformität:

In den vorliegenden Quellen werden keine Angaben zur Übereinstimmung der Abläufe des verwendeten Änderungsmanagements mit bestimmten Standards gemacht.

- Versionsmanagement:

Das Versionsmanagement ist als eine Funktion des Dokumentenmanagements vorhanden. Das Dokumentenmanagement unterstützt zudem weitere Standardbibliothek- und -lebenszyklusfunktionen, wie Ein-/Ausbinden und Suchen von Objekten.

- Zuständigkeitsverteilung:

Das Änderungsmanagement innerhalb von ENOVIA bietet Aktionen (Actions) für schnelle und weniger formale Änderungen. Darauf aufbauend stehen für formale Änderungsprozesse die Prozesse Änderungsantrag (Engineering Change Request – ECR) und Änderungsauftrag (Engineering Change Order – ECO), nach erfolgreicher Überprüfung der ECR, zur Verfügung.

Aktionen sind für die frühen Produktentwicklungsphasen vorgesehen. In diesen Phasen geschehen Änderungen an der Produktstruktur häufig vor Ort und auf eine weniger an Formalismen gebundene Art und Weise. Dabei dienen Aktionen nicht nur zum Versenden von Änderungsanweisungen von einer zur anderen Person sondern auch zum Aufzeichnen von Änderungen. Nach Abschluss der Änderungsdurchführung können diese später wieder geladen werden (Versionierung).

ECR- und ECO-Prozesse können für Änderungsüberprüfung und -aufträge verwendet werden, die viele Beteiligte betreffen. Dies sind unterstützende Prozesse für die formale Überprüfung, Autorisierung und Verfolgung der Änderungen eines Objektes. Ein ECR erfasst einen Antrag für eine Änderung und leitet ihn durch die verschiedenen zuständigen Instanzen (Abteilungen) für die Überprüfung sowie Auswirkungs- einschließlich Kostenanalyse. Die zuständigen Abteilungen werden u.a. über die Produktstruktur und eine ergänzende individuelle Festlegung bestimmt. Ein überprüfter Änderungsantrag kann zu einem oder mehreren weiteren Änderungsaufträgen führen. Diese werden systematisch zu den Organisationen gesendet, welche die Änderungen ausführen. Zur Freigabe einer Produktstruktur kann eine Serie an ECOs erstellt

werden. Dabei besteht die Möglichkeit, Änderungsaufträge miteinander zu Vorbedingungen, Nebenbedingungen oder einer hierarchischen Struktur zu verbinden, um die Veröffentlichung der Änderungen entsprechend einer geplanten Reihenfolge zu ermöglichen.

ENOVIA's Änderungsprozesse (sowohl ECR als auch ECO) verwenden intern Aktionen als Aufgabenkomponenten. Diese können in kleinere zuweisbare „child actions“ (Kindaktionen) oder „sub-tasks“ (Unteraufgaben) unterteilt werden, die an andere Personen oder Organisationen übertragen werden können. Dieser Ansatz erweitert den formalen Änderungsprozess um dynamischen Aktionen, in gewissem Maße ein Ad-hoc-Potenzial. Außerdem ist so ein fließender Übergang zwischen beiden Varianten (Actions und ECR/ECO) möglich.

Dokumente können unabhängig von oder in Bezug zu den Produkten oder Teilen, die sie repräsentieren, verwaltet werden. Jeder Abschluss einer Aktion oder eines Änderungsauftrages bestätigt ein (Daten-)Objekt als Mitglied einer Produktkonfiguration. Wird ein bestehendes Objekt nicht als Mitglied bestätigt, wird dieses aus der aktuellen Konfiguration heraus gelöst.

2. Pulse PLM

Pulse PLM kombiniert Materiallisten, CAD (Integration), Änderungsmanagement und Enterprise Resource Planning (ERP) in einer einheitlichen Umgebung [PUL 2003a].

- Verteiltes Arbeiten:

Das Produkt Pulse PLM ermöglicht das gleichzeitige Arbeiten mehrerer Beteiligter an einem Projekt unter Beachtung des Schutzes der Informationsobjekte durch Verhinderung von unautorisiertem oder doppeltem Zugriff [PUL 2003d].

Pulse PLM funktioniert wie eine zentrale Datenbank für Dokumente. Die verwalteten Dokumente können dabei aus definierten Vorlagen, von einem Scanner oder aus einer Reihe anderer Quellen erzeugt werden. Jeder Anwender hat entsprechend der vergebenen Rechte Zugriff auf die Dokumente. Bei der gleichzeitigen Arbeit mit und an den Datenbeständen ist zur Vermeidung von Inkonsistenzen folgender Transaktionsmechanismus umgesetzt:

1. Es darf zu jedem Zeitpunkt maximal eine Person Änderungen an den Daten vornehmen und,
2. es dürfen beliebig viele Personen gleichzeitig die Daten lesen.

- Werkzeugintegration:

Für die meisten Aufgaben stehen „on screen task wizards“ zur Verfügung. Diese bieten die Integration der Systeme Pro/Engineer, AutoCAD Mechanical Desktop und Inventor mittels jeweils spezieller Integrierten. Diese Integrierten

ren binden die CAD-Umgebungen in das Product Lifecycle Management-System von Pulse ein. Sie unterstützen CAD-systemspezifische komplexe Dateiabhängigkeiten und ermöglichen die Kontrolle über den Informationsfluss zur Sicherstellung der Entwurfsintegrität.

- Standardkonformität:

Es ist nicht erkennbar, welchem Standard die Umsetzung des Änderungsmanagements entspricht.

- Versionsmanagement:

Für die Verfolgung von Änderungen ist die Verwaltung einer beliebigen Anzahl von Versionen gegeben. Für das leichtere Auffinden benötigter Dokumente dient eine Suchfunktion. Diese kann durch nutzerdefinierte Metadaten den besonderen Anwenderanforderungen angepasst werden [PUL 2003c].

- Zuständigkeitsverteilung:

Über die zentral verwalteten Daten arbeitet das Änderungsmanagement von Pulse PDM. Es bietet eine Komponente zur Steuerung der Kommunikation [PUL 2003b]. Hierbei werden keine einzelnen Dokumente an die betroffenen Empfänger gesendet, sondern eine Sammlung von Dokumenten und Daten, welche an einen Änderungsgrund gebunden sind. Der Änderungsgrund wird als „Action Request“ bezeichnet und über einen vordefinierten Workflow-Prozess abgearbeitet. Jede Stufe des Änderungsprozesses wird durch designierte Personen bearbeitet. Ein Action Request kann einfach mit wenigen oder komplex mit vielen Beteiligten aufgebaut sein. Für die Erstellung eines Action Requests erfolgt eine Beschreibung und die Zuordnung eines Action Request Typen. Action Request Typen werden von einem Administrator erzeugt. Über den Action Request Type erfolgt die Zuordnung der zu informierenden Stellen/Personen. Es können beliebig viele Action Request Typen verwaltet werden. Das System vergibt automatisch Action Request Identifikatoren.

Hat der Anwender einen Änderungsvorschlag erarbeitet, kann er diesem einen existierenden Action Request zuordnen. Dabei erfolgt eine Aufzeichnung der geänderten Teile der Informationsobjekte vor und nach der Änderung. Diese Informationen werden in die Eigenschaftsübersicht des Action Requests übernommen. Diesem Paket müssen die zustimmungsberechtigten Personen zustimmen. Nach der Zustimmung erfolgt die Genehmigung der Änderungen durch festgelegte autorisierte Personen. Diese dürfen ebenfalls den Status eines jeden Bauteils oder Dokumentes aktualisieren, welches als Ergebnis des Action Requests geändert wurde.

3. Teamcenter von UGS

Ziel von Teamcenter ist, Personen und Prozesse im Rahmen eines Entwicklungsprozesses zu verbinden, die auch geografisch verteilt sein können. Die Erzeugung, das Aufnehmen und das Teilen von Produktwissen soll mittels einer

integrierten Sammlung von erprobten Lösungen unterstützt werden. Diese Lösungen sind modular aufgebaut und können nach den speziellen Anforderungen angepasst werden. Teamcenter bietet zudem vorkonfigurierte Pakete, die nach typischen Einsatzszenarien zusammengestellt sind. Diese unterscheiden sich hauptsächlich durch die Ausrichtung auf unterschiedliche Sichten auf den Produktentstehungsprozess. So werden entweder die Lösungen aus Sicht der Entwicklungsoptimierung oder der Infrastrukturoptimierung betrachtet.

Ziel dabei ist die Errichtung einer sicheren Echt-Zeit-Umgebung zur Erleichterung der Zusammenarbeit über den Produktlebenszyklus. Dadurch soll die schnelle Integration weit verteilt befindlicher Personen, Zulieferer und Partner in das strukturierte Produktwissen des Unternehmens und die interaktive Erfassung und der interaktive Austausch von Ideen sowie die gemeinsame Planung und Verwaltung strategischer Unternehmensprojekte ermöglicht werden [UGS 2004a]. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den frühen Phasen des Produktlebenszyklusses [UGS 2004e].

- Verteiltes Arbeiten:

Die Grundarchitektur besteht aus einer zentralen Datenbank. Diese verwaltet Referenzen zu den einzelnen Dokumenten sowie Metadaten zum Einschränken des Suchraums. Für das Sicherstellen von Zugriffsrechten erfolgt eine Verwaltung der Umgebungen, auf die Objekte zugreifen dürfen. Zur Beschleunigung des Zugriffs auf viel verwendete Dokumente können diese repliziert werden. Das Schreiben und Lesen der Daten erfolgt nach festgelegten Geschäftsregeln und Arbeitsabläufen [UGS 2004b].

- Werkzeugintegration:

Für das hauseigene System NX sowie für Solid Edge, Pro/Engineer, Catia und Autocad ist eine Integration mit Teamcenter möglich. Für Zwecke der Kollisionserkennung und Beeinflussungsanalyse erfolgt die Konvertierung der CAD-Daten der genannten Systeme in das auf Standards aufbauende, firmeneigene JT-Format [UGS 2004d].

- Standardkonformität:

Teamcenter bietet die Funktionalität eines Änderungsmanagements. Dabei sind zwei Ansätze auf CMII aufbauend vorgesehen, um die Verwaltung, Überprüfung/Genehmigung und die Umsetzung der Produktänderungen auf Unternehmensbasis zu initiieren und zu unterstützen [UGS 2004c].

1. Der erste Ansatz ermöglicht einen formalen Prozess in Übereinstimmung mit dem Industriestandard CMII zur systematischen Verwaltung der Produktänderungen.
2. Der zweite Ansatz ist ein „1-Schritt-Prozess“, der eine einfachere und weniger formale Methodik verwendet, welche auf den „fast-track conventions“ von CMII basiert.

Das „schnelle Änderungsmanagement“ erfolgt z.B. nach folgendem Schema:

1. Erzeugen der Änderungsanforderung (Change Request):

Diese Anforderung umfasst den Änderungsfall zusammen mit einem vorgeschlagenen Umsetzungsplan zur Annahme der Produktänderung. Um den Änderungsprozess zu beschleunigen, identifiziert der Change Request mittels Kollisions- und Beeinflussungsanalyse die Auswirkungen der Produktänderung. Diese Auswirkungen sind Beschreibungen, welche Dokumente und Entwürfe geändert werden müssten, um die entsprechende Änderung durchzuführen. Aus diesen Informationen wird eine Liste von Arbeiten aufgestellt, die demnach ausgeführt werden müssten.

2. Durchsicht/Bewilligung:

„Schnelle Durchsicht/Bewilligung“ ist eine Option, die dem zweiten Ansatz entspricht, bei welchem den erstellten Vorschlägen eine dedizierte Stelle zustimmen muss.

3. Abarbeitung/Überprüfung:

Nach gegebener Zustimmung erfolgt die Abarbeitung der Änderung. Eventuell kann eine Überprüfung der Ergebnisse vor Abschluss der Änderungen durch eine festgelegte Stelle vorgenommen werden

- Versionsmanagement:

Es liegen keine Angaben über ein Versionsmanagement vor.

- Zuständigkeitsverteilung:

Teamcenter unterstützt die Erzeugung rollenbasierter Änderungsprozesse um sicherzustellen, dass die „richtigen“ Personen Entscheidungen treffen oder zugewiesene Arbeiten auf einer Zeitbasis aufbauend ausführen. Die Rollendefinition scheint den Benutzereinstellungen zu den Zugriffsrechten auf Dateiebene zu entsprechen. Damit dürfte die Zuteilung der Verantwortlichkeiten statisch sein, welche bei Bedarf durch einen entsprechend berechtigten Administrator geändert werden können. Inwieweit dies auf das Änderungsmanagement Auswirkungen hat, ist nicht bekannt.

4. Windchill von PTC

Das von PTC entwickelte PLM Windchill baut auf Pro/ENGINEER Wildfire auf [PTC 2003], [PTC 2004]. Mit diesem bildet es ein integrales, Internet taugliches System, das interoperabel zu anderen Produkten (z.B. CATIA und Solid Edge) arbeitet. Mit integral ist laut PTC gemeint, dass auf eine Menge architektureller und technologischer Schichten aufgebaut wird, ohne dass Redundanzen, Überschneidungen oder Konflikte zwischen den Modulen sichtbar sind. Integrale Lösungen teilen ein breit verwendetes Datenbankschema, verwendete Geschäftsobjekte und Prozessmodelle sowie verwendete internetbasierte Benutzungsschnittstellen.

- Verteiltes Arbeiten:

Es wurden keine Angaben zum verteilten Arbeiten gefunden.

- Werkzeugintegration:

Windchill nutzt ein eigenes Datenmodell für die vom Quellformat unabhängige Speicherung, Verwaltung und Konfiguration von Daten aus diversen MCAD- (mechanical CAD) und ECAD- (electrical CAD) Systemen. Es kann somit eine Einbindung der MCAD-Systeme: Unigraphics, AutoCAD, Autodesk Inventor, CADDs CATIA, I-DEAS und SolidWorks sowie von ECAD-Systemen erfolgen.

- Standardkonformität:

Die PLM Lösung von PTC ist durch das Institute for Configuration Management als CMII-konform bestätigt.

- Versionsmanagement:

Windchill unterstützt kein Versionsmanagement.

- Zuständigkeitsverteilung:

Aus den vorliegenden Beschreibungen lassen sich kaum Rückschlüsse auf die Verwaltung von Zuständigkeiten schließen. In den in [PTC 2004] gemachten Ausführungen ist die Möglichkeit beschrieben, entweder vorgefertigte Pakete zu verwenden, welche in einem festgelegten Zeitraum in den Unternehmen installiert werden, oder sich eine zugeschnittene Lösung erstellen zu lassen. Detaillierte Aussagen zur Durchführung von Änderungen werden jedoch nicht gemacht.

1.4.2 Schiffbauspezifische Systeme

NAPA von NAPA OY

- Verteiltes Arbeiten:

Die Lösung von NAPA OY baut auf einer Client-Server-Architektur auf, womit über in einem Netzwerk verteilt angeordnete Rechner auf die zentral zur Verfügung gestellten Funktionen zugegriffen werden kann [Sch 1998]. Damit ist das Arbeiten mehrerer, räumlich verteilter Personen an einem Projekt möglich. Für die Regulierung der Zugriffsrechte steht die Unterteilung in „public“, „private“ und „controlled“ zur Verfügung. In der Einstellung *public* können alle Beteiligte auf das Projekt zugreifen während im Fall *private* dies nur dem Besitzer und den Administratoren möglich ist. Im Modus *controlled* steht Nichtbesitzern der Zugriff nur unter bestimmten Einschränkungen zur Verfügung. So können Nichtbesitzer z.B. das Projekt nicht löschen und den Status nicht ändern.

- Werkzeugintegration:

NAPA stellt selber ein Werkzeug dar, welches in PLM-Systeme integriert werden kann. Es liegen keine Angaben über PLM-Systeme vor, die NAPA direkt unterstützen.

- Standardkonformität:

Nicht relevant, da kein Änderungsmanagement vorhanden ist.

- Versionsmanagement:

Das in NAPA implementierte Versionsmodell basiert auf dem Ansatz, möglichst leicht verschiedene (voneinander unabhängige) Varianten mit gewissen gemeinsamen Eigenschaften erstellen zu können. Eine Versionierung zur Verfolgung der vorgenommenen Änderungen erfolgt nicht.

- Zuständigkeitsverteilung:

Nicht relevant, da kein Änderungsmanagement vorhanden ist.

Tribon von AVEVA

- Verteiltes Arbeiten:

Die Client-Server-Architektur von Tribon ermöglicht das Arbeiten mehrerer Personen über das Netzwerk. Die Einbindung erfolgt für Teilnehmer des Unternehmens. Der „Umfang“ des Unternehmens wird vom Administrator festgelegt.

- Werkzeugintegration:

Der Import und Export von Daten kann über verschiedene Schnittstellen wie DXF und IGES erfolgen. Die Subsysteme sind auf einem gemeinsam genutzten Datenbestand integriert.

- Standardkonformität:

In Tribon ist kein Änderungsmanagement integriert.

- Versionsmanagement:

Eine Versionierung von Informationen erfolgt nicht.

- Zuständigkeitsverteilung:

Es wurden keine Angaben dazu gefunden.

Topgallant von Atlantec-es

- Verteiltes Arbeiten:

Ein Schwerpunkt der Lösung von Atlantec-es liegt in dem Bereitstellen und Aufbereiten von verteilt vorliegenden Daten für eine möglichst komplette Sicht auf alle Projektinformationen, auch über die Unternehmensgrenzen hinaus [ATL 2005]. Dazu wird über Adapter eine Transformation der Informationen zwischen den verschiedenen proprietären Formaten realisiert. Mittels eines Kommunikationsservers erfolgt die Vernetzung der einzelnen Adapter. Der

Application Server dient der kontrollierten Verteilung von Produktinformationen zu den Arbeitsplatzrechnern im Intra- und Extranet.

- Werkzeugintegration:

Über Adapter erfolgt die Überführung der Informationen aus proprietären Dateisystemen, Datenbanken oder anderen Anwendungen in das Referenzmodell von Atlantec-es. Folgende Adapter stehen mit einem unterschiedlichen Funktionsgrad zur Verfügung: DXF, SAT, STEP: AP203/214, AP215 ARM, AP216 ARM, AP218 ARM, AP227 ARM, Tribon: Hull Design, Hull Production, Steel Production for M2 and M3, Outfitting Design, Nupas Hull, ...

- Standardkonformität:

Das im Umfang des Forschungsvorhaben ShinCoS prototypisch umgesetzte Änderungsmanagement erfolgt in Anlehnung an ISO 10007 und entspricht der festgestellten gängigen Praxis der am Vorhaben beteiligten Unternehmen.

- Versionsmanagement:

Beim Einfügen eines Datenobjektes in ein Verzeichnis in dem ein gleichnamiges Objekt existiert, überschreibt das eingefügte Objekt das existierende. Das vorhandene wird der Liste der vergangenen Versionen hinzugefügt, bei Bedarf kann darauf gezielt zugegriffen werden.

- Zuständigkeitsverteilung:

Bei dem prototypischen Änderungsmanagement erfolgt die Festlegung der zu unterrichtenden Stellen durch den Antragsteller. Es erfolgt keine automatische Unterstützung bei der Bestimmung von Verantwortlichen.

1.4.3 Weitere Systeme

1. IDA-STEP von LKSoftWare

IDA-STEP steht für „Integrating Distributed Applications on the Basis of STEP Data Models“ [LKS 2005]. IDA-STEP nutzt das LKSoftWare-eigene Produkt JS-DAI zur Anbindung an ORACLE- oder MySQL-Datenbanken. JS-DAI ist eine Anwendungsschnittstelle zum Lesen, Schreiben und Ändern objektorientierter Daten, die durch ein in EXPRESS formuliertes Datenmodell beschrieben werden. IDA-STEP hat zum Ziel, STEP möglichst breit zu unterstützen, zur Zeit liegt der Schwerpunkt auf den Bereichen PDM (ISO 10303-203), elektrischer Entwurf und Elektroinstallationen (ISO 10303-212) sowie Automobilindustrie (ISO 10303-214).

- Verteiltes Arbeiten:

Durch die Verwendung von MYSQL oder ORACLE als Datenbank stehen die Funktionen dieser Datenbanken für das verteilte Arbeiten zur Verfügung. Durch diese Architektur können auch mehrere Instanzen von IDA-STEP auf eine Datenbank zugreifen. Alternativ kann auf Daten lokalen gearbeitet werden.

- Werkzeugintegration:

Es können entweder konforme Anwendungen über STEP (ISO 10303-203,212,214 CC 2,4,6 (CC = Conformance Class) STEP PDM, SASIG (Strategic Automotive Product Data Standards Industry Group Assembly Data exchange specification) oder andere Anwendungen über sogenannte IDA-STEP Plugins an IDA-STEP angebunden werden z.B. an: MCAD: CATIA, Unigraphics, Auto-cad, Pro/ENGINEER, Solid Works PDM: Metaphase/Smaragd, eMatrix, Team-center ECAD: EPLAN5, Logical Cable

- Standardkonformität:

Es wurden keine Angaben zum Änderungsmanagement gefunden.

- Versionsmanagement:

Es wurden keine Angaben über die Existenz eines Versionsmanagements gefunden.

- Zuständigkeitsverteilung:

Es wurden keine Angaben zur Verteilung von Zuständigkeiten gefunden.

2. OpenPDM von PROSTEP

- Verteiltes Arbeiten:

OpenPDM unterstützt den Austausch von Daten sowohl online als auch dateibasiert (offline) [PRO 2005].

- Werkzeugintegration:

Über Konnektoren erfolgt die Verbindung von Produktdaten aus PDM- ERP- oder proprietären Systemen in PDM-Systeme wie Teamcenter, UG Manager, mySAP PLM, ENOVIA_{VPM}, Windchill, Pro/INTRALINK oder eMatrix. Es steht ebenfalls ein Konnektor zur Verfügung, über den STEP-konforme Anwendungen angebunden werden können.

- Standardkonformität:

OpenPDM unterstützt die in der Automobil- und Luft- und Raumfahrtindustrie üblichen Änderungsprozesse. Die untersuchten Quellen geben keine genauere Aussage über die verwendeten Standards.

- Versionsmanagement:

Es wurden keine Angaben zum Vorhandensein eines Versionsmanagements gefunden. OpenPDM ist jedoch kein vollständiges PDM-System sondern mehr ein „Datenvermittler“ zwischen den einzelnen Systemen. Dadurch bedarf es einer gesonderten PDM-Lösung, um die benötigten Fähigkeiten nutzen zu können.

- Zuständigkeitsverteilung:

Es wurden keine Angaben über die Verteilung der Zuständigkeiten gefunden außer der Aussage, dass die in der Automobil- und Luft- und Raumfahrtindustrie gängigen Änderungsprozesse unterstützt werden.

3. PDMconnect von PDTec

PDMconnect ist ein in Java programmierter Internetserver, der als zentraler Datenverwalter fungiert [PDT 2005]. Über diesen erfolgt der Datenimport und -export in XML, STEP (ISO 10303-21) und mittels PDMconnect System Adapter zu weiteren PDM und ERP-Systemen und anderen Produkten von PDTec. PDMconnect ermöglicht den direkten Zugriff auf in relationalen Datenbanken enthaltenen Daten.

- Verteiltes Arbeiten:

PDMconnect Clients als grafische Browser ermöglichen die Darstellung und Manipulation der verwalteten Daten. Sie bieten kontextabhängige Sichten und die Möglichkeit, Werte von Attributen oder die Strukturierung der Daten in komplexen Bäumen zu ändern. Für die Steuerung der Zusammenarbeit können system-, unternehmens- oder projektspezifische Konsistenzbedingungen und Regeln durch entsprechende autorisierte Personen definiert werden. Bei der Bearbeitung werden diese Bedingungen und Regeln interaktiv oder automatisch überprüft. Je nach Art der Verletzung erhält der Anwender eine Warnung oder einen Fehler. Diese können entweder interaktiv oder auch automatisch behoben werden.

- Werkzeugintegration:

PDMconnect bietet Standardadapter zu Teamcenter Enterprise (Metaphase), Teamcenter Engineering (iMAN) eMatrix, Matrix 10, Axalant/Eigner PLM und SAP R/3. Weitere Anbindungen sind über das Anpassen der Systemadapter möglich. Zusätzlich können auch die PDMconnect Clients und Application Server angepasst werden. Bei den Clients betrifft dies hauptsächlich das Erscheinungsbild aber auch die Auswahl darzustellender Attribute. Die Application Server können auf drei verschiedene Arten den Anforderungen entsprechend angepasst werden:

1. über das View Layer Customizing durch die Definition neuer Sichten auf die darzustellenden Produktdaten mit unterschiedlichen Strukturierungs- bzw. Aggregierungsmechanismen,
2. mittels Mapping Engine Customizing durch die Erstellung von Abbildungen zwischen den Datenmodellen in den angebundenen Anwendungen und in PDMconnect sowie
3. durch Application Module Customizing über das Anpassen und Erweitern der in den Anwendungsmodulen existierenden Funktionalitäten auf unternehmensspezifische Anforderungen.

- Standardkonformität:

Es werden keine Angaben zu speziellen Standards bezüglich des Änderungsmanagements gemacht.

- Versionsmanagement:

Es wurden keine Angaben zum Versionsmanagement gefunden.

- Zuständigkeitsverteilung:

Die Verteilung von Zuständigkeiten erfolgt durch Festlegung von Sichten und Konsistenzbedingungen.

1.4.4 Matrix der Systeme zu Bewertungskriterien

Produkt/ Hersteller	verteiltes Arbeiten	Werkzeugeintegration	verwendeter konfigurationsmanagementstandard	Versionverwaltung	Zuständigkeitsverteilung		
					Freiheit	Dynamik	automatische Unterstützung
Enovia/IBM Dassault Systemés	Ja, über eine einheitliche Zugangsstelle auf verteilt verwaltete Daten	CATIA	zu untersuchen	als Funktion des Dokumentenmanagements enthalten	fließender Übergang zwischen formalen und in formalen Prozessen	Actions dynamisch ECR/ECO teildynamisch durch Aufbau auf Actions	zu untersuchen
Pulse Solutions	Ja, arbeitet wie eine zentrale Dokumentendatenbank	Pro/Engineer, AutoCAD Mechanical Desktop, AutoCAD Inventor	zu untersuchen	vorhanden	beliebig von Administrator aus baubar	teilweise dynamisch durch dynamische Zuweisung der statischen Action Request Typen in kleinen Gruppen unformal möglich	manuell mit Unterstützung von Masken zu untersuchen
Teamcenter/ UGS	Ja, über eine zentrale Dokumentendatenbank	NX, Solid Edge, Pro/Engineer, CATIA, AutoCAD	CMII	zu untersuchen	rollenbasiert an Ressourcenfreigabe gekoppelt		zu untersuchen
Windchill/PTC	zu untersuchen	Unigraphics, AutoCAD, Autodesk Inventor, CADDs CATIA, I-DEAS, SolidWorks, Mentor Graphics u.a E-CAD-Systeme	CMII	nicht vorhanden	zu untersuchen	zu untersuchen	zu untersuchen
NAPA/NAPA OY	Ja, über Client-Server-Architektur	ist Entwicklungsumgebung Integration anderer Daten durch entsprechende Schnittstellen wie NAPA	kein Änderungsmanagement enthalten	für einzelnes Projekt nicht gegeben	kein Änderungsmanagement gegeben		
Tribon/AVEVA	Ja, über Client-Server-Architektur		kein Änderungsmanagement enthalten	nicht gegeben	kein Änderungsmanagement gegeben		
Topgallant/ Atlantec	Ja, über verteilte vorliegende Datenbestände	über Adapter realisierte Adapter nicht bekannt	ISO 10007	vorhanden	beliebig durch Anwender	bei jedem Antrag neu	nicht gegeben
IDA-STEP/ Ikssoft	ja über verwendete DB	STEP AP203, AP212, AP214, STEP PDM, SASIG	zu untersuchen	zu untersuchen	kein vollständiges PDM-System	kein vollständiges PDM-System	kein vollständiges PDM-System
OpenPDM/ PROS	über Datenaustausch	Teamcenter, UG Manager, mySAP PLM, ENOVIA PLM, Windchill, Pro/INTRALINK, eMatrix, STEP	die in der Automobil- und Luft- und Raumfahrt üblichen Prozesse	zu untersuchen	zu untersuchen	zu untersuchen	zu untersuchen
PDMconnect/ PDTec	über PDMconnect Client	Teamcenter Enterprise (Meta phase), Teamcenter Engineering (IMAN), eMatrix, Matrix 10, Axalant/Eigner PLM, SAP R/3 weitere durch Anwender selber erstellbar	kein vollständiges PDM-System	kein vollständiges PDM-System	kein vollständiges PDM-System	kein vollständiges PDM-System	kein vollständiges PDM-System

Tabelle 1: Systeme und Eigenschaften

1.4.5 Schlussfolgerungen

Fasst man die Ausführungen aus Kapitel 1.4 zusammen und stellt diese den Anforderungen aus Kapitel 1.3 gegenüber, lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen.

Für das verteilte Arbeiten an Datenbeständen haben sich mehrere Ansätze etabliert.

1. Die Informationen werden zentral verwaltet. Dies ist bei Client-Server-Systemen typischer Weise der Fall.
2. Die Informationen liegen verteilt vor und können über eine einheitliche Schnittstelle erreicht werden.
3. Als Mischform der ersten beiden Ansätze werden Referenzen zu den verteilt vorliegenden Daten zentral verwaltet.

Als am weitesten verbreitet hat sich CMII herausgestellt. Dies kann unter anderem daran liegen, dass es sich bei der ISO 10007 um eine Richtlinie und keinen Standard handelt. CMII im Gegensatz dazu bietet konkrete Umsetzungsstrategien, Schulungen und Zertifikate. Zudem beansprucht ICM, dass ihr Produkt CMII Anforderungen nach ISO 10007 entspricht.

Nicht alle analysierten Produkte bieten ein Versionsmanagement. In vielen Fällen ist nur die Möglichkeit gegeben, auf die jeweils aktuellen Datenbestände zurückzugreifen.

Wenn Änderungsmanagementfunktionen enthalten sind, erfolgt dies in Verbindung mit einem Konfigurationsmanagement. Die Zuweisung von Verantwortlichkeiten erfolgt entweder auf der Basis feststehender Einteilungen, aus denen die für den jeweiligen Fall zutreffende Vorlage ausgewählt werden kann, oder es werden die benötigten Zuweisungen für den betreffenden Fall jeweils aktuell vorgenommen. Eine zeitabhängige Einschränkung der Auswahlmöglichkeiten wird nicht erwähnt. Für Bereiche, in denen komplexe Unikate gefertigt werden, wie z.B. im Schiffbau, ist dies wichtig, da Partner nur während eines bestimmten Zeitabschnittes in den Prozess eingebunden sind.

2 Konzeptmodell für die Kommunikation von Änderungen im Schiffsentwurfs

2.1 Einführung

Änderungsvorgänge sind ein wesentlicher Aspekt im schiffbaulichen Entwicklungsprozess. Zu komplex und zu stark ist die Vernetzung der einzelnen Bereiche, als dass sich alle Abhängigkeiten von Anfang an erkennen und richtig bewerten lassen. Zudem ist der Entwicklungsprozess ein iterativer Optimierungsvorgang, wodurch Änderungen an sich impliziert sind. Um die durch Änderungen verursachten Kosten zu minimieren bzw. unnötige Änderungen zu

vermeiden, existieren Richtlinien für formalisierte Änderungsvorgänge.

Entscheidend für den Erfolg dieser Vorgänge ist die Information der jeweils betroffenen Personen oder Organisationseinheiten. In den formalisierten Abläufen wird zwischen zwei verschiedenen Arten von zu informierenden Instanzen unterschieden:

1. Personen, die über einen Änderungsantrag abstimmen müssen und
2. Personen, die über vorgenommene Änderungen unterrichtet werden sollten, da deren jeweilige Arbeit von der Änderung betroffen sein könnte.

Für die Bestimmung der entsprechenden Personenkreise können verschiedene Informationsquellen zur Anwendung kommen. Am zuverlässigsten sind firmeninterne Richtlinien da diese in einem Unternehmen festgeschriebene Vorgaben darstellen, sind deren Aussagen weitestgehend eindeutig. Sie müssen durch einen speziellen, privilegierten Anwender formuliert und entsprechend auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Eine weitere eindeutige Quelle für Informationen sind Anwendereingaben. Dabei können ähnliche Mechanismen/Techniken wie bei der Festlegung von Richtlinien verwendet werden. In Form eines Abonnement-systems ist eine Anpassung der Umgebung an die Wünsche der Anwender realisierbar. Über die direkte Eingabe von Interessen sind Wertungen über das bisherige Verhalten des Systems denkbar. Alternativ können direkt durch den Anwender zu informierende Personen aufgeführt werden. Stehen keine dieser Angaben zur Verfügung bzw. sind die Angaben unvollständig, kann auf die Projektvergangenheit zugegriffen werden. Anhand dieser wird entschieden, wie in bestimmten Fällen vorgegangen wird. Dabei kommen Heuristiken zur Anwendung, die Aussagen über Wahrscheinlichkeiten treffen.

Für eine Umsetzung ist die Verwendung einer Plattform zur Verwaltung der im Projektverlauf entstehenden Unterlagen notwendig. Diese bietet neben dem einheitlichen Zugriff auf alle Daten die Möglichkeit, weitere für die Arbeit hilfreiche bzw. erforderliche Informationen zu verwalten.

2.2 Grundprozesse

2.2.1 Gesamtprozess der Schiffsentwicklung und -produktion

Die Diagramme in diesem Kapitel stellen den Entstehungsprozess als Abfolge von einzelnen Phasen dar. Jede dieser Phasen wird dabei durch Rechtecke mit einer Bezeichnung symbolisiert.

Die horizontale Unterteilung erfolgt nach der abgelaufenen Zeit. Die Zeit schreitet dabei in x-Richtung voran. Die Länge der einzelnen Abschnitte stellt keine quantitativen sondern eine qualitative Angaben dar. Auf eine Angabe von exakten Zeitpunkten, Zeitintervallen und Verhältnissen der einzelnen Phasen zueinander wurde verzichtet. Schiffe weichen in ihrer Aufgabe und den daran gebundenen Erwartungen stark voneinander ab, was auf die Länge der jeweiligen Phasen ent-

sprechende Auswirkungen hat. Verschiedene Phasen können parallel und/oder sequentiell zueinander ablaufen.

In den Abbildungen 2.1 und 2.2 erfolgt die vertikale Einteilung nach den jeweiligen Verantwortlichkeiten. Unterhalb der Trennlinie liegen die Verantwortlichkeiten, d.h. die Initialisierung sowie die Planung der Weiterführung/Durchführung der Phasen, bei dem Eigner über der Trennlinie bei der Werft. Teile von Phasen deren Rechtecke auf der Trennlinie liegen, werden vom Eigner, andere von der Werft durchgeführt. Dies kann unabhängig voneinander ablaufen, eine Partei kann beginnen und die andere die Arbeiten beenden, oder je nach Fall, die eine oder die andere Seite die Hauptlast der Arbeiten tragen. In Abbildung 2.2 erfolgt die Trennung nach dem in die jeweilige Schiffseinheit investierten Arbeitsaufwand.

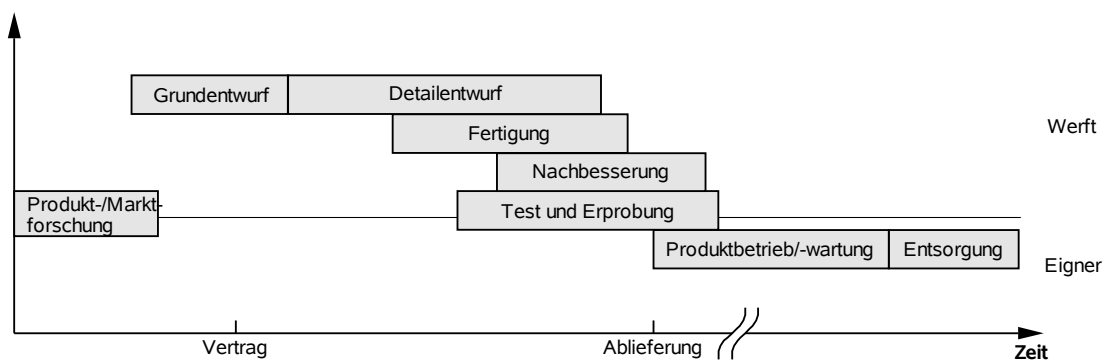


Abbildung 2.1 Grobe Strukturierung der Schiffsentstehung

Basierend auf der Sichtweise aus [SNAME 2003] stellt Abbildung 2.1 die Phasen für die Herstellung eines Schiffes im zeitlichen Ablauf mit den vorhandenen Überschneidungen dar.

Produkt-/Marktforschung umfasst Leistungen, die zur Stärkung der Marktposition eines Unternehmens, also der Akquisition von Kunden dienen. Dieses umfasst Entscheidungen über zukünftige Unternehmensstrategien, den Einsatz neuer Technologien und anderes. Ziel ist dabei auf aktuelle und künftige Markterfordernisse vorbereitet zu sein sowie die Produktionskosten zu senken bzw. den Innovationsgrad der eigenen Produkte zu erhöhen.

Sowohl vom Eigner als auch von der Werft erfolgt die Erbringung von Marktforschungsleistung, um Risiken und zukünftige Entwicklungen abschätzen zu können. Dabei erfolgt die Definition von Anforderungen, die für die Verhandlung zwischen den Partnern verwendet werden. Dies ermöglicht die Erstellung eines Schiffes, das für dessen späteren Einsatz möglichst optimal angepasst ist und für die jeweilige Situation den bestmöglichen Kompromiss aus gewünschten Eigenschaften, technischen Möglichkeiten und zur Realisierung benötigtem Budget darstellt.

Nach erfolgter Auftragsvergabe schließt sich die Phase der Produktentwicklung

an. In diese fällt das Ende des funktionalen Entwurfs, der im detaillierten Entwurf mündet. Hier werden alle zur Herstellung benötigten Unterlagen erarbeitet. Die Umsetzung einzelner Teile der Unterlagen läuft parallel dazu. Dies umfasst z.B. die Auftragserteilung an Zulieferer und die Fertigung einzelner Bauteile und Systeme. Aufgrund der Parallelität kommt es zu Überschneidungen zwischen den einzelnen Phasen. Durch den (noch) nicht fertiggestellten Entwurf zu Beginn der Fertigungsphase und damit nicht erkannter Abhängigkeiten und Probleme kommt es hier besonders oft zu Änderungen. Daraus resultierende Anforderungen müssen in den Entwurf eingearbeitet und die Fertigung entsprechend angepasst werden.

Um derartige Probleme zu umgehen, wäre eine vollständig serielle Abarbeitung von Entwurf und Fertigung notwendig, was jedoch aus Zeitgründen nicht möglich ist. Neben dem erheblich höheren Zeitbedarf dieses Ansatzes ist zu beachten, dass immer wieder Probleme auftreten, die zu Änderungen führen und eine Anpassung der Unterlagen erfordern. Deshalb erstreckt sich die Phase des Detailentwurfs bis zum Ende des Schiffentstehungsprozesses.

Neben dem Auslösen von Nachbesserungen zur Behebung von Problemen, kann der Kunde jederzeit nachträglich Wünsche und Verbesserungsvorschläge einbringen. Nachbesserungen erfolgen vor Beginn der Fertigungsphase über die Ablieferung bis in die Betriebsphase hinein. Diese Arbeiten können dabei sowohl in Verantwortung der Werft als auch des Auftraggebers ausgeführt werden. Alternativ könnten die Tätigkeiten zur Nachbesserung den Phasen Detailentwurf und Fertigung zugeordnet werden.

Der beschriebene Ablauf zur Schiffserstellung ist nicht als fest anzusehen. Verschiebungen der einzelnen Phasen zueinander und Unterschiede im jeweils benö-

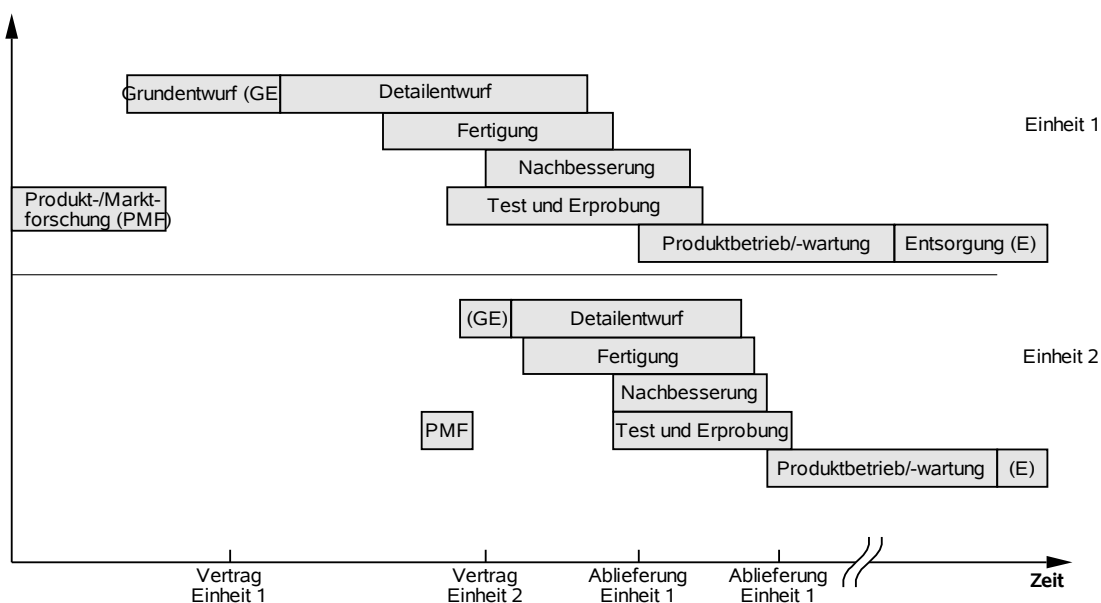


Abbildung 2.2 Serienfertigung von zwei Einheiten

tigten Ressourcenbedarf sind möglich. Bei der Serienfertigung von Schiffen ist dies zum Beispiel der Fall.

Aus den Ausführungen ergibt sich, dass ein funktionierendes Änderungsmanagement von essentieller Bedeutung ist. Durch die hohe Komplexität und die Überschneidung der einzelnen Phasen treten verstärkt Änderungen auf. Im folgenden Abschnitt wird der Änderungsprozess allgemein, wie er sich aus den Spezifikationen wie ISO 10007 und CMII ergibt dargestellt.

2.2.2 Der Änderungsprozess

- Grundlagen des Änderungsprozesses

Der Informationsstand zu einem Projekt spiegelt sich in den erstellten Projektunterlagen wieder. Für spätere Phasen welche z.B. die Wartung des Produktes oder eventuelle Ansprüche wegen aufgetretener Schadensfälle beinhalten ist es wichtig, dass verwaltete und an den Eigner übermittelte Unterlagen mit dem abgelieferten Produkt übereinstimmen und vollständig sind.

Erstellte Projektunterlagen und getroffene Annahmen unterliegen über die gesamte Projektlaufzeit durch nicht beachtete oder wechselnde Anforderungen einem ständigen Änderungsprozess.

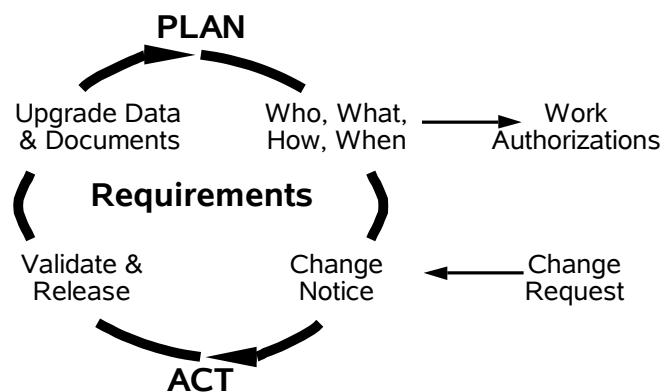


Abbildung 2.3 Anforderungskreis aus [Gue 2002, S36].

In Abbildung 2.3 wird dieser Sachverhalt dargestellt [Gue 2002]. Zentrales Element hierbei sind die in den Unterlagen verankerten Anforderungen (Requirements). Diese stehen den Projektteilnehmern für ihre Arbeit zur Verfügung. Dabei können Unstimmigkeiten aufgedeckt werden, die in einem Änderungsantrag (Change Request) resultieren. Nach der erfolgreichen Abarbeitung des Änderungsvorgangs stehen die angepassten Anforderungen für die weitere Arbeit zur Verfügung.

Für das weitere Vorgehen wurde dieser Kreis wie in Abbildung 2.4 dargestellt adaptiert. Er stellt das zentrale Bindeglied dar, über das Änderungsvorgänge und die Einbindung von externen Partnern gesteuert, und die einzelnen Projektteilnehmer miteinander verknüpft werden. Änderungen werden immer durch ent-

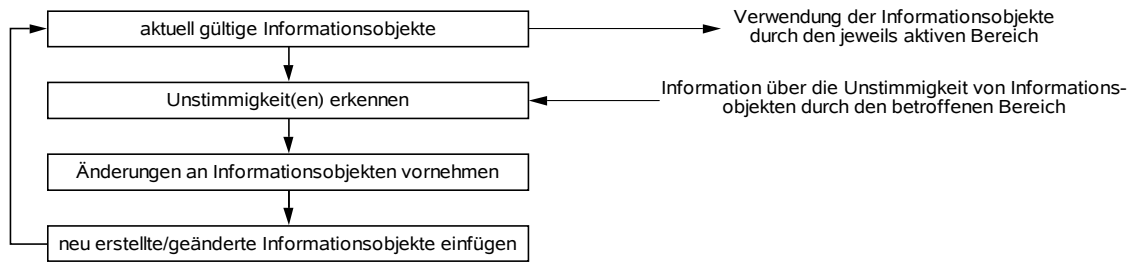


Abbildung 2.4 Adaptierter Anforderungskreis

deckte Unstimmigkeiten innerhalb der Projektunterlagen bzw. gegenüber dem zu erstellenden Produkt oder geänderte Randbedingungen durch z.B. Kundenwünsche oder Normen-/Gesetzesänderungen ausgelöst und führen zu an die neuen Anforderungen angepassten Unterlagen.

Bei der Durchführung der Änderungen erfolgt zuerst die Änderung der betroffenen Unterlagen, bevor Änderungen am Produkt selber vorgenommen werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass vorgenommene Änderungen an den Unterlagen auch im Produkt umgesetzt werden. Wegen der hohen Komplexität des Produktes Schiff kommt es bei der Erarbeitung von Änderungen/Änderungsvorschlägen oftmals zu weiteren, ggf. weitreichenden Folgeänderungen. Änderungen am Bestand der Projektunterlagen können auf zwei Wegen erfolgen:

1. Neue Unterlagen werden zur weiteren Detaillierung dem vorhandenen Bestand hinzugefügt,
2. bestehende Projektunterlagen müssen geändert werden, um den neuen Anforderungen zu entsprechen.

Die Existenz eines Änderungsmanagements soll diese Änderungen geordnet und möglichst optimal (kosteneffektiv) ablaufen lassen.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf einen allgemeinen Änderungsprozess.

Abbildung 2.5 stellt den zugehörigen Ablauf dar. Dieser Prozess ist soweit abstrahiert, dass er auf verschiedene Szenarien übertragen werden kann. Der Ablauf entspricht dem in [EiS 2001] vorgestellten.

Ausgangspunkt ist das Auffinden des bestehenden Änderungsbedarfs innerhalb der Projektunterlagen bzw. gegenüber den herrschenden Randbedingungen (Kundenwünsche, Vorschriften, ...). Der/die Entdecker stellt/stellen einen Änderungsantrag bzw. eine Änderungsanregung, der/die an eine definierte Stelle weitergeleitet wird. Der Antrag/die Anregung wird gegebenenfalls durch die definierte Stelle vervollständigt und anschließend an die zur Abstimmung berechtigten Stellen geleitet. Einem Änderungsantrag kann entweder zugestimmt oder er kann abgelehnt werden. Bei einer Ablehnung entspricht die Situation der Ausgangslage.

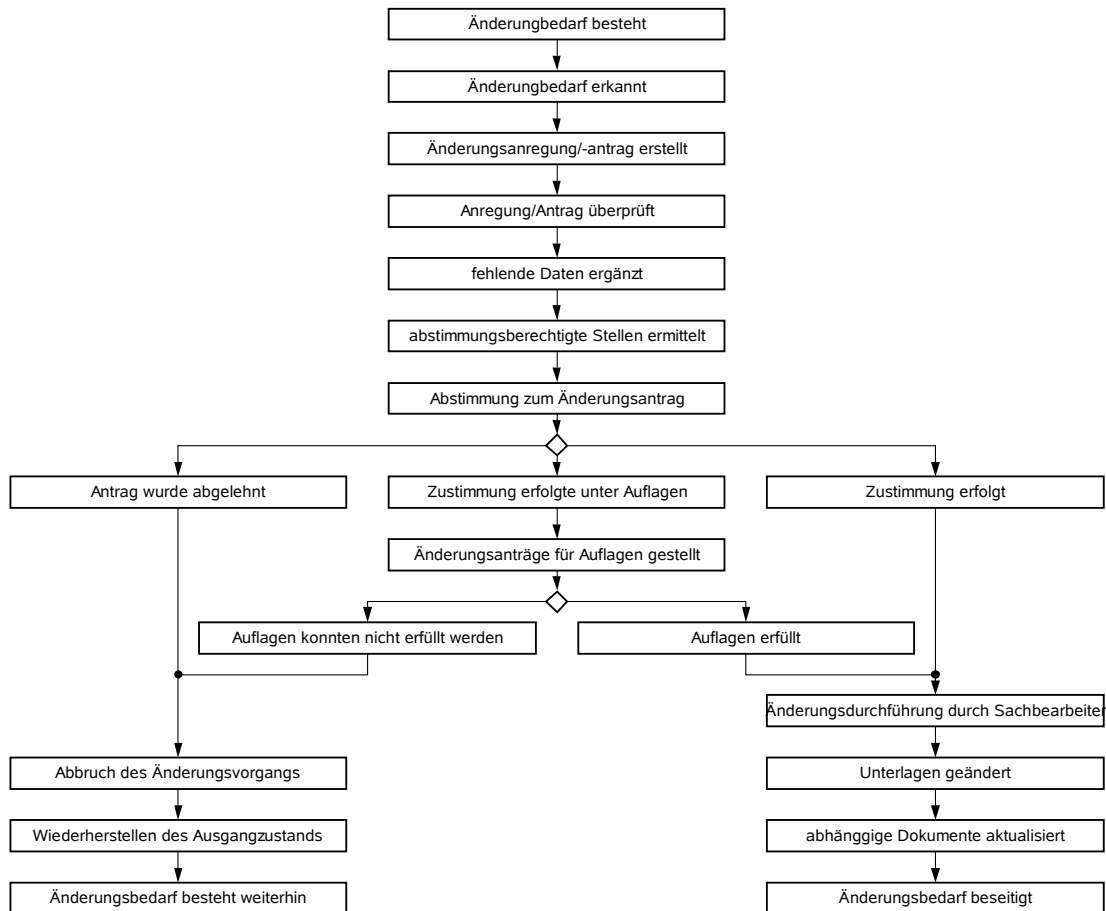


Abbildung 2.5 Der Änderungsprozess abstrahiert

Bei existentiellen Problemen, die unbedingt gelöst werden müssen, erfolgt nach Ablehnung die Stellung eines neuen, modifizierten Antrags, der zu bewilligen ist. In die Überarbeitung fließen Erfahrungen aus den vorhergehenden Durchläufen mit ein. Deshalb ist eine dokumentierte Entscheidungsbegründung wichtig, um die Erarbeitung von alternativen Lösungsansätzen zu erleichtern.

Einem Antrag gilt als zugestimmt, wenn alle Abstimmungsberechtigten zugestimmt haben. Sobald einer die Änderung ablehnt, gilt der Antrag insgesamt als abgelehnt. Neben der Ablehnung und der vorbehaltlosen Zustimmung können auch Auflagen erteilt werden, die für eine Zustimmung zu erfüllen sind. Dies können sein:

- Eine Zustimmung erfolgt nur wenn Person X ebenfalls zustimmt,
- Person Y ist bitte über die Änderung zu informieren,
- eine Zustimmung bedarf der Änderung von Teil A oder
- wenn die Änderung durchgeführt wird, sind diese und jene Unterlagen zu aktualisieren.

Im ersten Fall wird der Antrag an die entsprechende Person weitergeleitet. Im zweiten Fall wird die betroffene Person über den Änderungsvorgang informiert.

Im Fall drei ist in der Regel die Überarbeitung des Änderungsantrages und die erneute Abstimmung darüber notwendig. Die Anpassung der betroffenen Unterlagen in Fall vier kann die Fälle eins und drei nach sich ziehen.

Nachdem die benötigten Zustimmungen vorliegen, erfolgt die Erstellung der Änderungsaufträge, die von den entsprechenden Sachbearbeitern ausgeführt werden. Erst nach erfolgreicher Umsetzung der Aufträge erfolgt die Freigabe von Projektunterlagen, die im Laufe des Änderungsvorgangs geändert/neu erstellt wurden. Bei einer Ablehnung des Antrages bzw. der Nichterfüllbarkeit von Auflagen werden die vor dem Änderungsantrag gültigen Versionen wieder freigegeben. Wichtig ist, dass alle im Antrag und in der Machbarkeitsanalyse vermerkten Projektunterlagen entsprechend dem Status des Änderungsvorgangs markiert werden. So wird sichergestellt, dass das sich eventuell ändernde Unterlagen mit entsprechender Vorsicht verwendet werden.

Die Übertragung der geänderten Unterlagen auf die zu fertigenden Systeme/Komponenten liegen außerhalb der Betrachtungen.

<i>Aktion</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Verantwortung</i>
Erkennen des Änderungsbedarfs	In allen Bereichen und während aller Phasen der Erstellung kann durch jede beteiligte Person das Auftreten von Unstimmigkeiten bemerkt oder Verbesserungsvorschläge eingebracht werden.	jede beteiligte Person
Erstellen Änderungsanregung/-antrag	Das aufgetretene Problem und eventuell Vorschläge zur Lösung werden beschrieben und an die für die Bearbeitung von Änderungsanträgen zuständige Stelle gereicht.	jede beteiligte Person
Anregung/Antrag überprüfen	Es erfolgt eine Überprüfung des Antrags/der Anregung auf Notwendigkeit, Nutzen, Durchführbarkeit und Auswirkungen der Änderungen.	definierte Stelle
fehlende Daten ergänzen	Die bei der Überprüfung gesammelten Daten werden dem Antrag hinzugefügt.	definierte Stelle
abstimmungs-berechtigte Stellen ermitteln	Nach Ausarbeitung der Unterlagen müssen die Personen informiert werden, die der Änderung zustimmen müssen.	definierte Stelle
Abstimmung zum Änderungsantrag	Auf Grundlage der Angaben und des eigenen Wissens stimmt jede abstimmungsberechtigte Person über die Änderung ab.	Antragsbewilliger
Änderungsaufträge an Sachbearbeiter stellen	Wenn dem Änderungsantrag zugestimmt wurde, werden die einzelnen Stellen mit den vorzunehmenden Änderungen betraut.	definierte Stelle

<i>Aktion</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Verantwortung</i>
Änderungen ausführen	Die Sachbearbeiter nehmen die beantragten Änderungen vor, d.h. Zeichnungen/Produktdaten werden überarbeitet und dazugehörige Stücklisten aktualisiert.	Sachbearbeiter
Änderungsvorgang abschließen	Nach Abschluss der Arbeiten werden die geänderten Unterlagen freigegeben und die betroffenen Stellen informiert.	definierte Stelle

Tabelle 2 Verantwortlichkeiten zu Rollen

In dem vorgestellten Ablauf erfolgt die Zuweisung von Verantwortlichkeiten zu Rollen. Tabelle 2 beschreibt diese Zuordnung. Die Übertragung der Rollen auf Personen bzw. Personengruppen erfolgt im Unternehmen nach gültigen Richtlinien und bei konkreten Anwendungen dynamisch je nach Situation. Dadurch wird die benötigte Flexibilität sichergestellt.

Die Hauptrollen in dem in Abbildung 2.4 vorgestellten Prozess nehmen definierte Stellen und Antragsbefähigte ein. Die Erkennung von Unstimmigkeiten ist keiner expliziten Rolle zugewiesen, da dies durch jede am Gesamtprojekt beteiligte Person ausgeführt werden kann und sollte. Diese Person stellt den Auslöser des Änderungsprozesses dar. Für einen effizienten Ablauf müssen Vorkehrungen zur Beschreibung und Einreichung von Änderungsanträgen getroffen werden. Mit der Antragsdurchführung werden die entsprechenden Entwicklungs-/Konstruktionsabteilungen betraut.

Bei der definierten Stelle handelt es sich um Ansprechpartner für das Vorliegen von Änderungsanfragen. Dies können z.B. Vorgesetzte, Ansprechpartner bei Unterteilern oder ein spezielles „Change Management Board“ sein. Die definierte Stelle erstellt und sammelt die für eine Änderungsdurchführung und -bewertung notwendigen Informationen und leitet diese den Antragsbewilligern zu. Antragsbewilliger können auf Grundlage der erhaltenen Informationen eine Entscheidung über Ablehnung oder Zustimmung fällen und sichern den Antragsteller gegen Regressansprüche durch Übernahme der (Mit-)Verantwortung.

Für die einzelnen Rollen ergeben sich die folgenden genannten Zuständigkeiten. Die Funktion einer definierten Stelle besteht darin:

- aus der eingereichten Anregung einen Antrag zu erstellen und die Auswirkungen der vorzunehmenden Änderung(en) auf andere Bereiche, Kosten, Zeitplan usw. zu überprüfen,
- die gesammelten Daten so aufzubereiten, dass ein Antragsbewilliger eine (komplette) Grundlage für eine fundierte und schnelle Entscheidung über eine Zustimmung treffen kann und
- nach erfolgter Zustimmung die Änderungsaufträge zu erstellen und an die entsprechenden Sachbearbeiter zu übermitteln. Weiterhin ist sie zuständig für die

Kontrolle, dass die durchgeführten Arbeiten zum Änderungsauftrag (und eventuellen Auflagen) konform sind.

Antragsbewilliger sind verantwortlich für die:

- Kontrolle der Vollständigkeit der im Antrag gemachten Angaben,
- die Entscheidung über die Zustimmung bzw. Ablehnung der beantragten Änderungen. Dies geht mit der Übernahme der (Teil-)Verantwortung und damit einer Teilschuld bei durch die Abarbeitung der Änderungen verursachten Probleme einher und
- die Erteilung von Auflagen für die Genehmigung der Änderungsdurchführung.

Aufgrund der Ausrichtung des F&E-Vorhabens MaMoS erfolgt die Betrachtung des Änderungsmanagements aus Sicht der Unterlagenverwaltung und der Kommunikation von Änderungsereignissen zwischen den betroffenen Entwicklern.

2.3 Überbetriebliche Zusammenarbeit

Ein großer Teil der gesamten Wertschöpfung im Schiffbau erfolgt außerhalb der Werft. So werden Aufgaben an Unterauftragnehmer übertragen, für die einer Werft nicht die Kompetenz bzw. Kapazitäten zur Verfügung stehen. Laut [SNAME 2003, Seite 4-5] beträgt dieser Anteil zwischen 50% und 70%. Bei sehr komplexen Schiffen wie z.B. Kreuzfahrtschiffen sind auch größere Anteile möglich. Der größte Teil der Partner lässt sich in Ingenieurbüros und Fertiger unterteilen. Eine Kombination aus beiden bilden Systemanbieter.

Ingenieurbüros erstellen im Auftrag der Werft Zeichnungen bzw. Produktdaten, die in der Werft den Projektunterlagen hinzugefügt werden. Fertiger setzen die von der Werft oder Ingenieurbüros erstellten Zeichnungen in (Teil-)Produkte um. Bei Systemanbietern ist der Zulieferer für das gesamte Teilsystem von der Erstellung der Zeichnungen über deren Umsetzung bis zur Lieferung und eventuellem Einbau und Inbetriebnahme zuständig. Entscheidend hierbei ist, dass der Werft nur ein einziger Ansprechpartner gegenüber steht.

Als weiterer Partner tritt die Klassifikationsgesellschaft auf. Diese ist für die Überprüfung der Übereinstimmung des Produktes Schiff mit den Bauvorschriften zuständig. Eine Überprüfung erfolgt in mehreren Schritten. So werden Teile der Konstruktionsunterlagen vor der Herstellung, Komponenten auf Teilaspekte vor und nach deren Installation sowie vor Inbetriebnahme überprüft. Bei Komponenten, die in hohen Stückzahlen produziert werden kann eine Typenzulassung erfolgen.

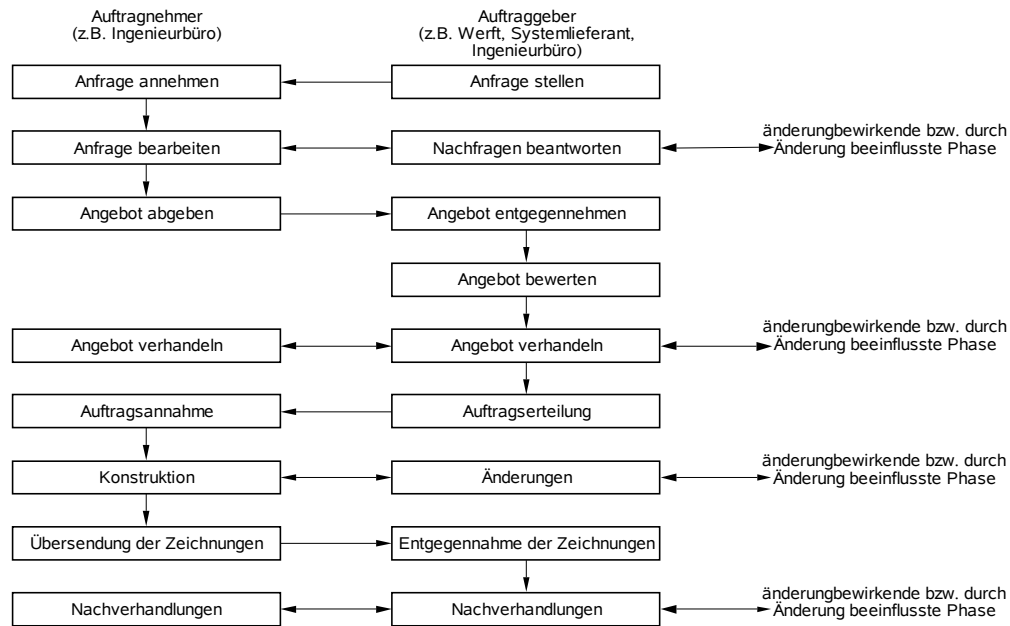


Abbildung 2.6 Prozess Einbindung Ingenieurbüro

Somit ergeben sich mehrere Schnittstellen zum Entwicklungsprozess, über die eventuell vorgenommene Änderungen zu übermitteln sind.

Die Einbindung der einzelnen externen Partner geschieht auf vertraglich geregelter Basis. In den Vertragsunterlagen wird die zu erbringende Leistung festgeschrieben. Der dabei durchgeführte Ablauf folgt unabhängig vom Typ des Unterauftragnehmers folgendem Muster [CLP 2005]:

1. Aus den in den Projektunterlagen definierten Anforderungen ergibt sich die Notwendigkeit der Einbindung extern erbrachter Leistung.
2. Dazu werden Anfragen an potentielle Anbieter gestellt.
3. Im Laufe der Anfragebearbeitung erfolgt die Klärung weiterer Details zu Art und Umfang der zu erbringenden Leistungen.
4. Die eingeholten Angebote werden untereinander und entsprechend der Anforderungen bewertet.
5. Vor der Vertragsvergabe finden Angebotsverhandlungen statt, in denen der genaue Umfang der zu erbringenden Leistungen und die Bedingungen zur Leistungserbringung festgelegt werden.
6. Nach erfolgreichen Angebotsverhandlungen erfolgt die Auftragsvergabe.
7. In der sich anschließenden Phase der Leistungserbringung fließen Änderungen sowohl von Auftraggeberseite als Auftragnehmerseite ein.

In dem vorgestellten Ablauf ergeben sich vier Abschnitte in denen Änderungen ausgelöst werden können.

1. Anfragebearbeitung:

- hier erfolgt die Erkennung von nicht beachteten Abhängigkeiten und Randbedingungen
2. Angebotsverhandlung
 - hier erfolgt die Festlegung eines Rahmens innerhalb dessen sich bewegt werden kann und die genaue Definition von Randbedingungen
 3. Änderungsphase
 - aufgrund von Störungen nicht beachteten Abhängigkeiten geänderten Randbedingungen usw. erfolgt die Anpassung und detaillierte Definition der genauen Leistungseigenschaften im abgesteckten Rahmen ohne Vertragsänderung oder bei entsprechenden großen Änderungen mit Vertragsanpassung. Änderungen können sowohl auf Auftragnehmer- als auch auf Auftraggeberseite ausgelöst werden und sind dem jeweiligen Partner mitzuteilen. In diesem Abschnitt tritt der Großteil der Änderungsvorgänge auf.
 4. Abschlussphase:
 - für den Fall, dass Ist und Soll der erbrachten Leistung nicht übereinstimmen kommt es zu Nachverhandlungen. Dabei wird oft ein Kompromiss ausgearbeitet, so dass an die Leistung gebundene bzw. davon abhängige Teile den Gegebenheiten anzupassen sind.

Die Verknüpfung der verschiedenen parallel ablaufenden Prozesse und der an den Prozessen beteiligten Partner erfolgt über die Projektunterlagen. Ausgelöste Änderungsvorgänge führen zu Änderungen in den Unterlagen. Über die Zugehörigkeit von Teilen der Unterlagen zu bestimmten Bereichen des Schiffsmodells und der in den Unterlagen enthaltenen Struktur zu Vertragspartnern kann eine automatisierte Kommunikation und die Ermittlung von Abhängigkeiten erfolgen.

Ingenieurbüro

Ingenieurbüros übernehmen Teile der Entwurfsarbeit und erstellen für Teile oder Teilsysteme Konstruktionsunterlagen. Die Einbindung von Ingenieurbüros ist in Abbildung 2.6 dargestellt.

Die Zeitpunkte für das Auftreten von Änderungen entsprechen den im allgemeinen Ablauf genannten. In diesen Bereichen kommt es zur Betrachtung der Problemstellung aus unterschiedlichen Sichten und der Entdeckung/Definition von nicht behandelten Randbedingungen. Die meisten Änderungen ergeben sich während der Erarbeitung der Konstruktionsunterlagen. Hier erfolgt zum einen eine intensive Arbeit an der Lösung und damit die Erkennung von Problemen, die mit der Werft ausgehandelt werden müssen und zum anderen parallel dazu ablaufende Aktivitäten, die Änderungen an den Randbedingungen nach sich ziehen können, welche wiederum Auswirkungen auf die Konstruktionsarbeit haben. Da die Konstruktion zudem in der Anfangsphase stattfindet, ist das Auftreten von

Änderungen sehr wahrscheinlich.

Zur Erbringung der vertraglich geregelten Leistungen gehört bei den Ingenieurbüros auch die Übermittlung der erstellten Zeichnungen an die Werft. Diese gehen in den Informationsbestand dieser über und müssen in der Verantwortung der Werft bei auftretenden Änderungen aktualisiert werden.

Fertiger

Externe Fertiger erhalten von der Werft Fertigungsunterlagen und erstellen anhand dieser Teile oder Teilsysteme für das Produkt Schiff. Dieser Prozess ist in Abbildung 2.7 skizziert. Wie bei der Integration von Ingenieurbüros existieren auch hier mehrere Phasen, in denen Änderungen initiiert werden können. Die Intensität der Kommunikation von Änderungen dürfte jedoch geringer ausfallen, da die verwendeten Daten eine sehr hohe Detailtiefe aufweisen. Zudem sollte die Richtung des Informationsflusses zum Fertiger überwiegen. Änderungen vom Fertiger ausgehend werden ausgelöst, wenn die gewünschte Konstruktion fertigungstechnisch nicht bzw. nur schwer realisierbar ist oder Widersprüche aufweist. Nach Fertigstellung erfolgt die Übergabe der erstellten Leistung an die Werft. Daran schließt sich die Abnahme durch die Werft an. Eine Überprüfung der gefertigten Leistung durch die Klassifikationsgesellschaft kann für gewisse Aspekte schon beim Fertiger erfolgen, für andere nach der Installation oder während der Probefahrt.

Systemanbieter

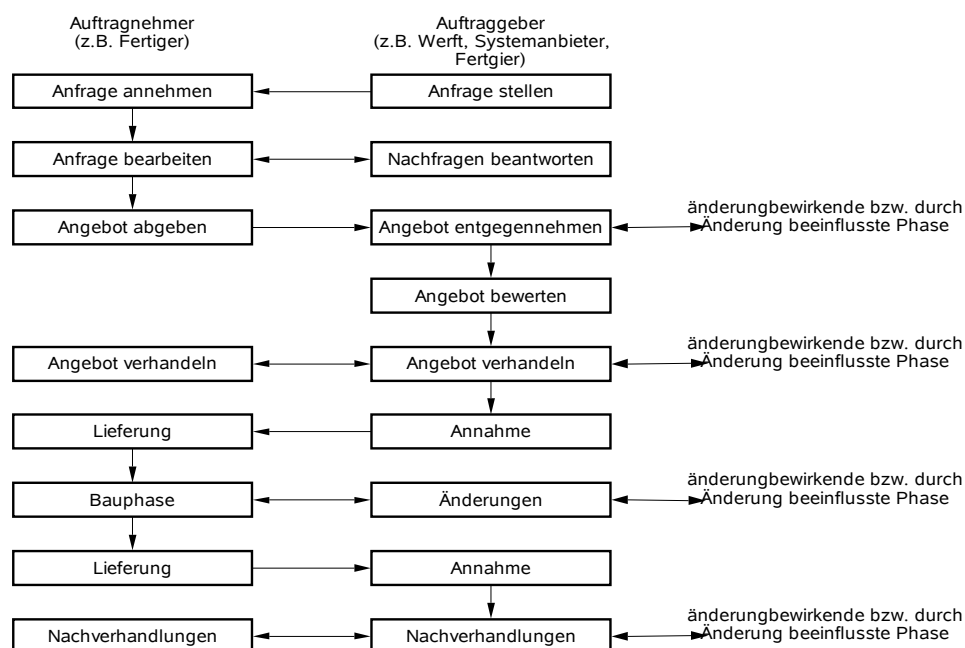


Abbildung 2.7 Prozess zur Einbindung externer Fertiger

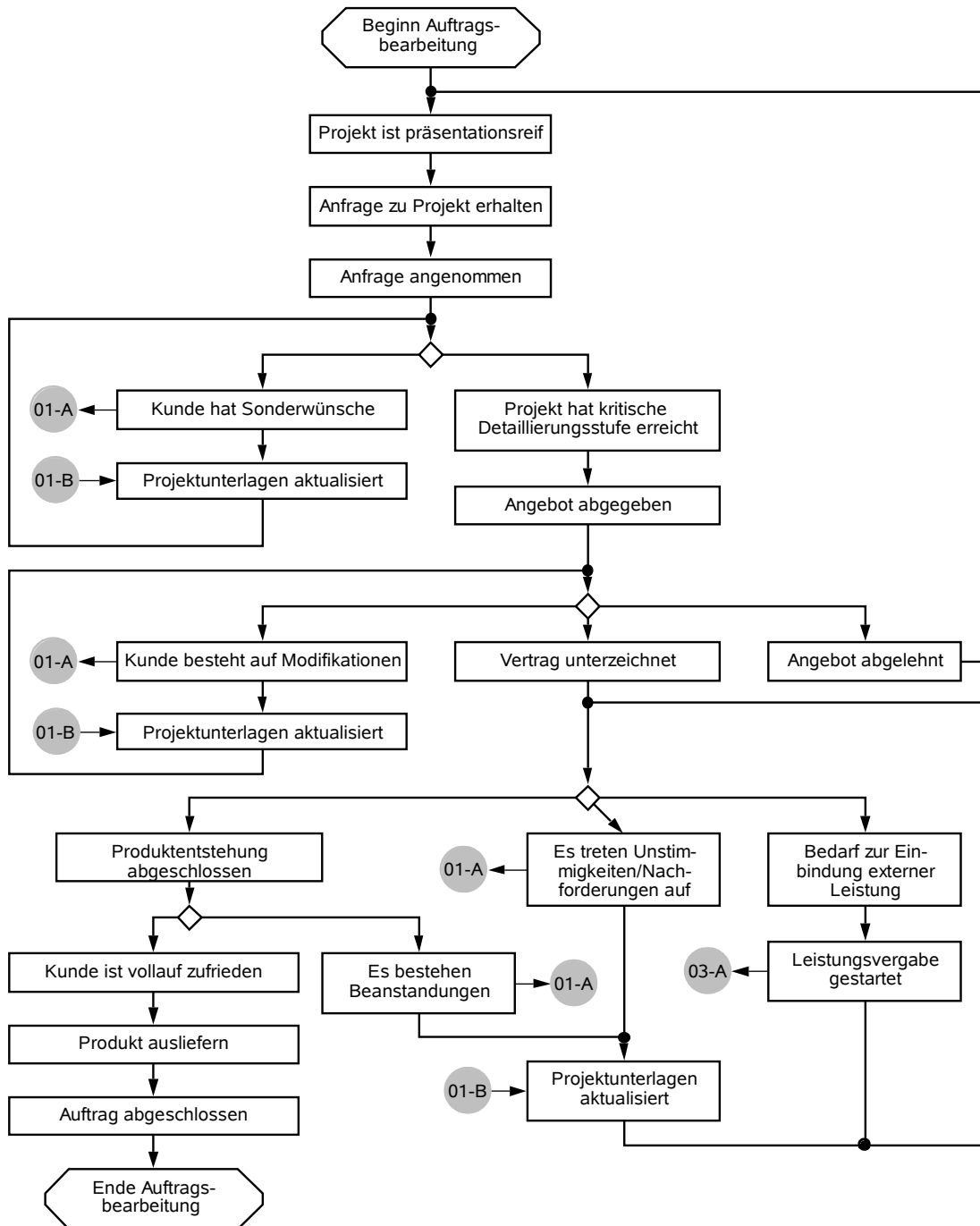


Abbildung 2.8 Einstiegspunkt zur Abarbeitung von Projekten

Bei Systemanbietern handelt es sich um externe Partner, bei denen sowohl Konstruktion als auch Fertigung der vertraglich festgelegten Leistung für die Werft aus einer Hand erfolgt. Eine Darstellung des zugrunde liegenden Prozesses erfolgt in Abbildung 2.1. Die Einbindung von Systemanbietern vermindert den Verwaltungsaufwand seitens der Werft erheblich, da nur noch ein Ansprechpartner vorhanden ist. Zudem ist die Vergabe der Leistungen einfacher, da weniger Aufwand durch Ausschreibungen und Verhandlungen betrieben werden muss.

Klassifikationsgesellschaft

Die Klassifikationsgesellschaft ist für die Einhaltung der Bauvorschriften zuständig. Ihr gegenüber stehen die Hersteller in der Bringpflicht. D.h. zu bewertende Unterlagen sind der Gesellschaft mitzuteilen, die diese prüft und die geprüften Unterlagen an den Hersteller zurücksendet. Als Ergebnis der Prüfung können dabei Unterlagen genehmigt, mit Auflagen genehmigt oder abgelehnt werden. Im Falle der Ablehnung bzw. der Genehmigung unter Auflagen werden bei dem Hersteller entsprechende Änderungsvorgänge ausgelöst, die zur Beseitigung der Mängel bzw. der Erfüllung der Auflagen dienen.

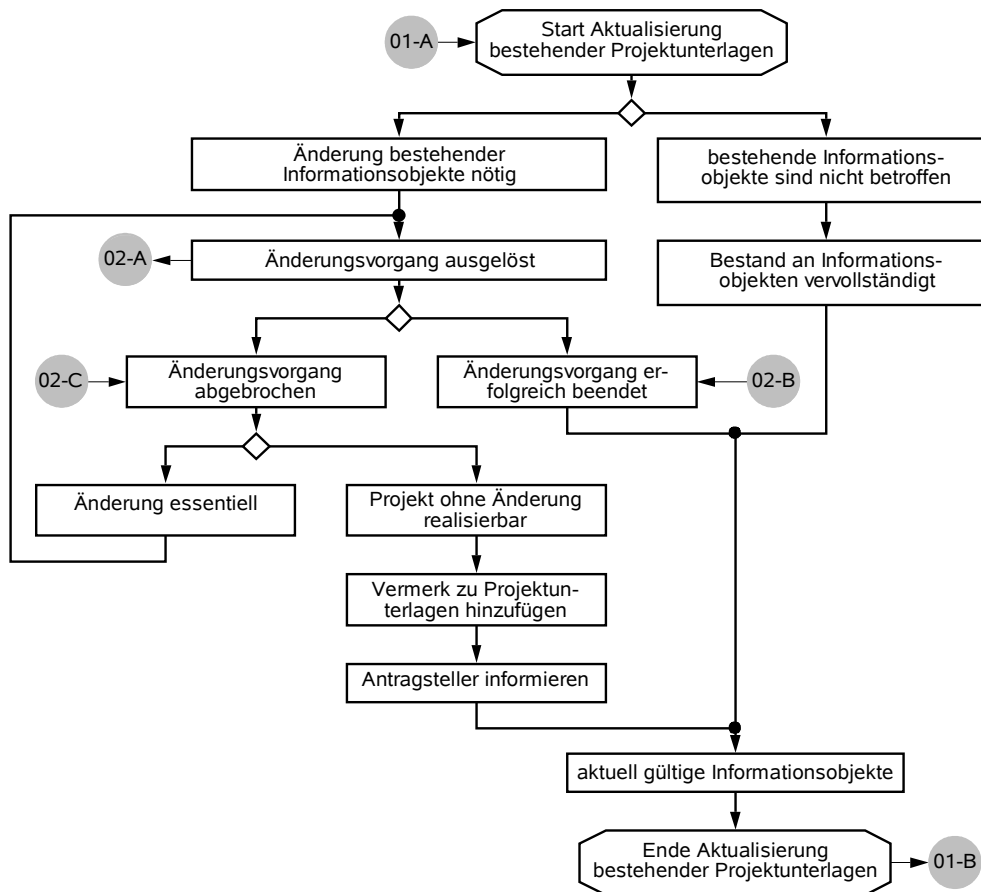


Abbildung 2.9 Verbindendes Element Informationsverwaltung

Somit kann die Klassifikationsgesellschaft Auslöser von Änderungen sein. Sie muss aber ebenfalls über vorliegende Änderungen an genehmigungspflichtigen Unterlagen informiert werden, was sie zu einem wichtigen, zu beachtenden Kommunikationspartner im Gesamtprozess macht.

2.4 Netzwerk des Gesamtentstehungsprozesses

2.4.1 Prozesse aus Sicht eines Beteiligten

Nach Betrachtung der einzelnen Abläufe erfolgt in diesem Abschnitt die Verbindung der einzelnen Prozesse zu einem Netzwerk sowie die Analyse und Beschreibung der gegenseitigen Beeinflussbarkeit an einem Beispiel.

Abbildung 2.8 beschreibt den Generalprozess zur Abarbeitung von Kundenauf-

trägen. Das gewählte Abstraktionsniveau erlaubt es, den vorgestellten Prozess auf jeden Erbringer von Leistung zu übertragen, sei es eine Werft oder ein Zulieferer. Der Prozess ist in die Teile Auftragsakquisition, Produkterstellung und Ablieferung unterteilt.

Die Auftragsverhandlungen umfassen das Werben um Kunden bis zum Vertragsabschluss und erstreckt sich vom Zustand „Projekt ist präsentationsreif“ bis „Vertrag ist unterzeichnet“. Daran anschließend erfolgt die Erstellung des Produktes. In dieser Phase, die sich bis „Kunde ist vollauf zufrieden“ erstreckt, können externe Partner eingebunden werden und treten Änderungsvorgänge an den Projektdaten auf.

Erfolgt eine Änderung an den Projektunterlagen, kann dies ebenfalls Einfluss auf den aktuellen Prozessschritt haben. Deshalb sind Änderungen den Betroffenen Stellen unverzüglich mitzuteilen. Nachdem ein Produkt erstellt wurde, erfolgt die Ablieferung. Entspricht das Produkt nicht den Kundenanforderungen müssen Nachbesserungen vorgenommen werden, bis der Kunde das Produkt abnimmt, womit im Zustand „Auftrag abgeschlossen“ das Projekt abgearbeitet ist. Zum Anstoßen von Teilprozessen dienen die einzelnen Sprungmarken. Diese haben folgende Bedeutung:

- „01-A“: dient dem Anstoßen eines Änderungsvorgangs, wie er sich aus den Abbildung 2.9 und Abbildung 2.12 durch Feststellen des Änderungsbedarfs ergibt,
- „01-B“: über „01-B“ wird das Ende des Änderungsvorgangs und das Vorliegen der Ergebnisse signalisiert
- „03-A“: Die Einbindung von externer Leistung erfolgt durch einen der in Abbildung 2.10, 2.11 bzw. 2.13 dargestellten Prozesse.

Abbildung 2.8 zeigt den Prozess zur Beseitigung des Änderungsbedarfs an den Projektunterlagen. Während der Projektlaufzeit unterliegen diese einem fortwährenden Wandel und Ergänzungen. Erfahrungen und Wissen der einzelnen Personen wirken dabei auf die Erstellung von Unterlagen und Anträgen ein.

Für die Durchführung dient ein Kreislauf aus Änderungsvorgang anstoßen und Ergebnis abwarten. Bei Änderungen die für einen erfolgreichen Abschluss des Projektes unabdingbar sind, kann dieser Kreislauf nur durch einen erfolgreichen Abschluss eines Änderungsvorgangs unterbrochen werden. Wird ein Änderungsvorgang erfolglos abgebrochen, so ist der Antrag so oft zu überarbeiten, bis diesem zugestimmt wurde.

Bei Änderungen, die eine Verbesserung darstellen aber nicht essentiell für die Projektabwicklung sind, kann der Kreis auch bei negativem Abstimmungsergebnis durchbrochen werden. Nach Ergänzung entsprechender Vermerke und der Information der Antragsteller über das Scheitern, können dann wichtigere Änderungen bearbeitet werden.

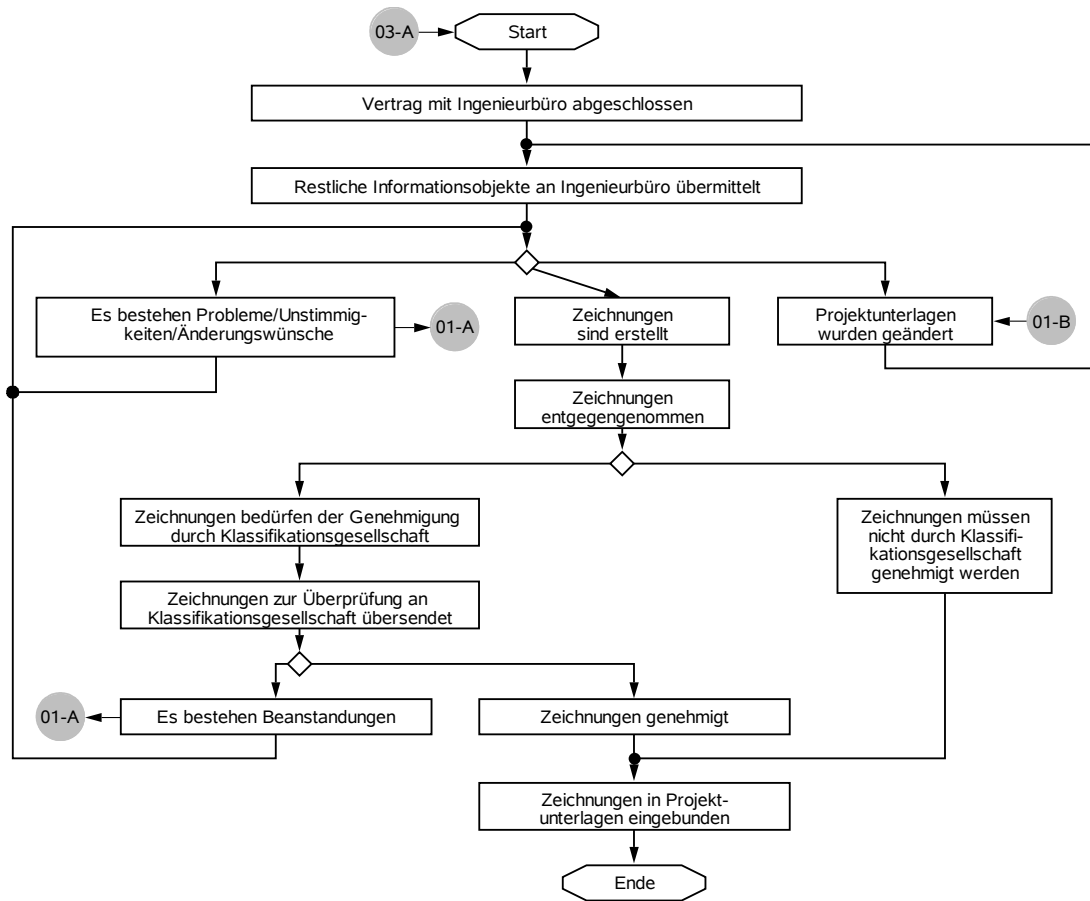


Abbildung 2.10 Ingenieurbüro

Der vorgestellte Prozess wird jedes Mal angestoßen, wenn Unzulänglichkeiten in

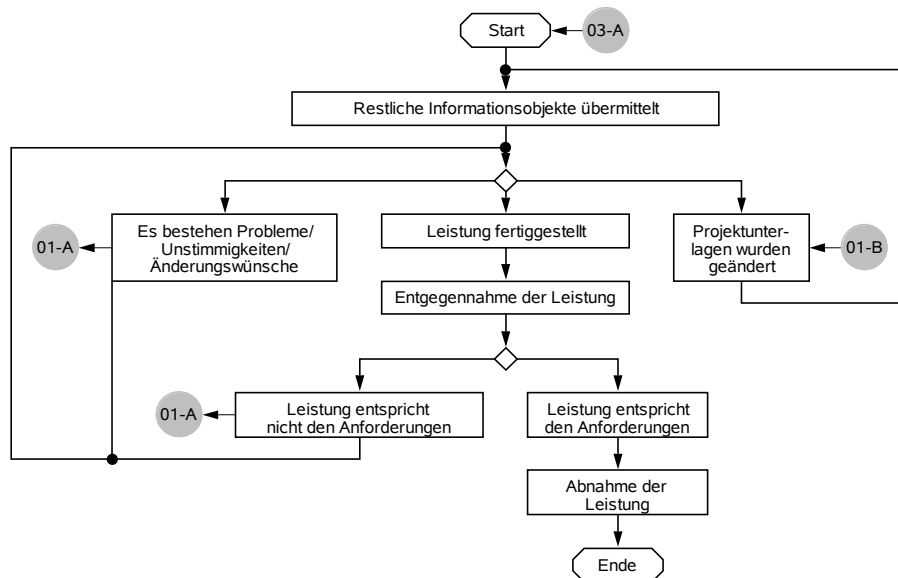


Abbildung 2.11 Fertiger

den erarbeiteten Daten erkannt werden. Dies erfolgt durch Einbindung des Pro-

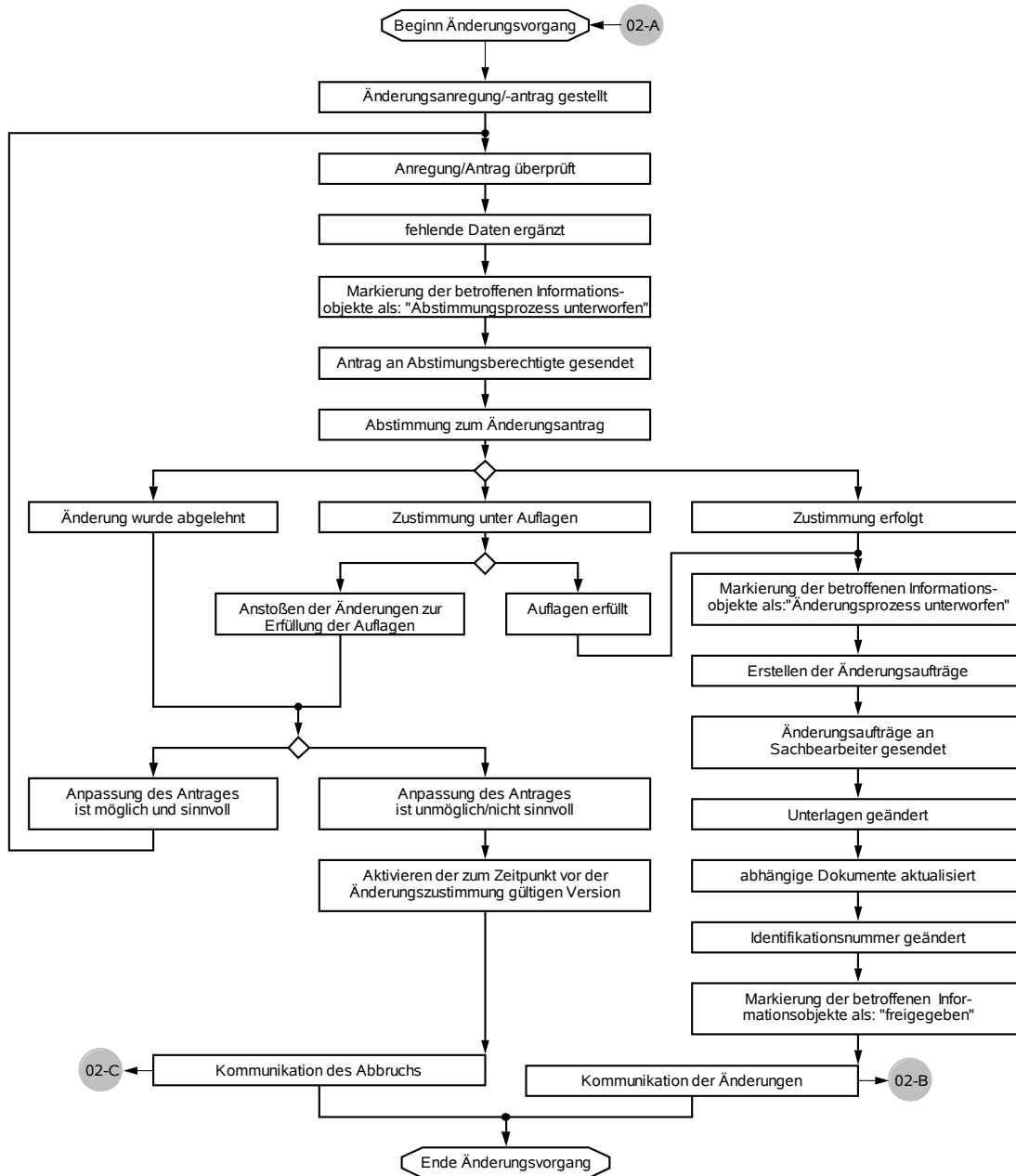


Abbildung 2.12 Abarbeitung einer Änderung

zesses aus Abbildung 2.12 über die Sprungmarken „02-A“ zum Anstoßen und „02-B“ respektive „02-C“ zur Signalisierung des erfolgreichen bzw. erfolglosen Endes eines Änderungsvorgangs.

Die Einbindung extern erbrachter Leistungen ist in den Abbildungen 2.10, 2.11 und 2.13 modelliert.

Handelt es sich bei dem Auftragnehmer wie in Abbildung 2.10 um ein Ingenieurbüro, besteht die zu erbringende Leistung in der Erstellung von Zeichnungen, die nach erfolgreicher Leistungserbringung in die Projektunterlagen übernommen

werden. Im Laufe der Bearbeitung kann Änderungsbedarf auftreten. Genauso können sich Unterlagen ändern, die dem Ingenieurbüro übermittelt werden.

Ein Fertiger setzt einzelne Teile der Konstruktionsunterlagen um, wie in Abbildung 2.11 dargestellt. Die Sprungmarken haben die gleiche Bedeutung wie beim Ingenieurbüro.

Ein Systemanbieter nimmt komplette Einheiten in Auftrag, die er selber konstruiert und fertigt. Somit ergeben sich für den Auftraggeber weniger Ansprechpartner und ein geringerer Koordinierungsbedarf. Dies ist in Abbildung 2.13 dargestellt.

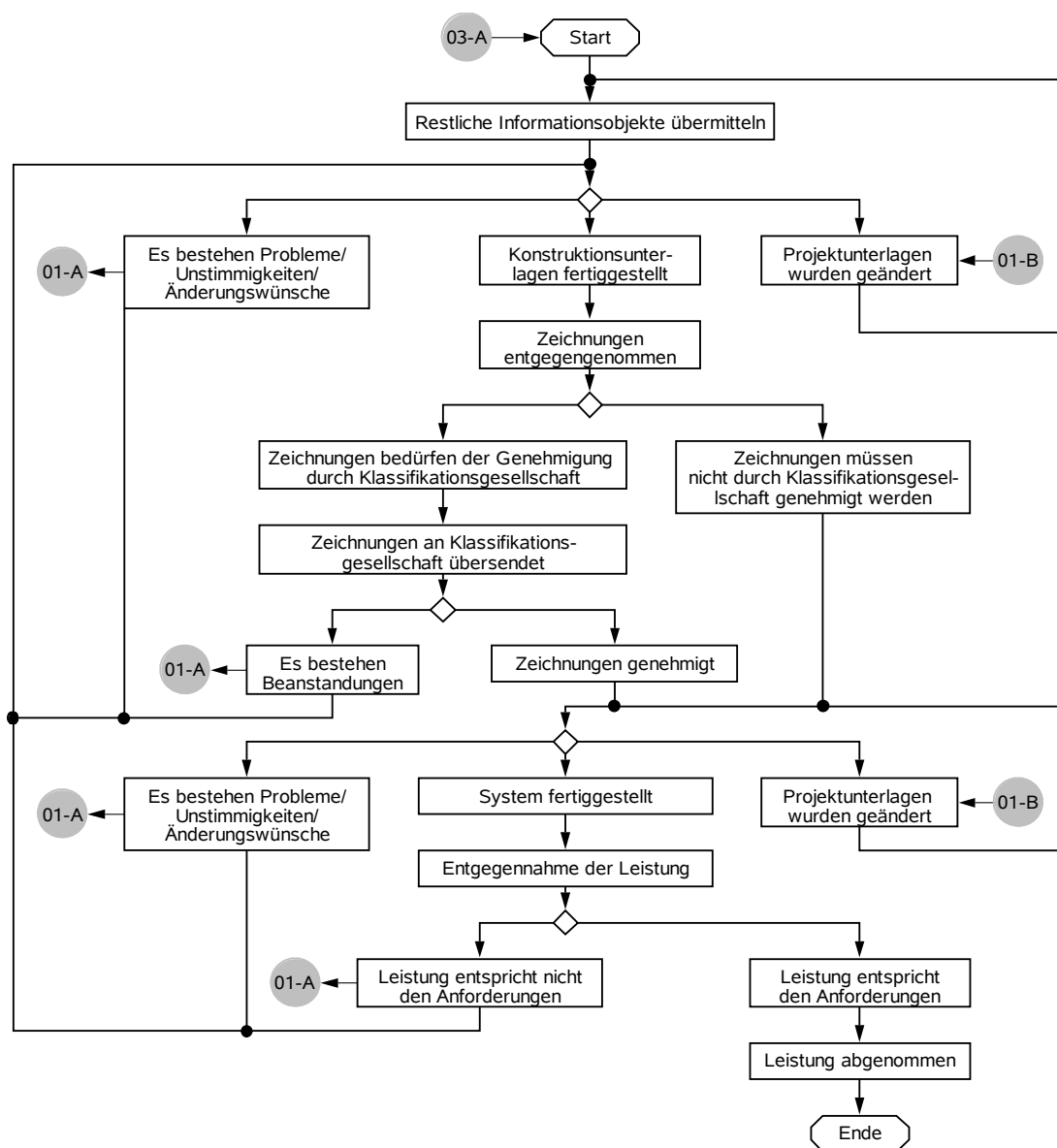


Abbildung 2.13 Systemanbieter

In allen drei vorgestellten Prozessen dient „03-A“ als Einstiegspunkt. Über „01-A“ und „01-B“ erfolgt die Verknüpfung mit den Prozessen zur Änderungsdurchführung.

rung.

Für eine vollständige Dokumentation aller vorgenommenen Änderungen und die erfolgreiche Einrichtung eines Änderungsmanagements dient ein formalisierter Prozess zur Durchführung von Änderungsvorgängen wie in Abbildung 2.12 aufgezeigt. Dabei können auch mehrere Änderungsvorgänge gleichzeitig und unabhängig voneinander ablaufen.

Zur Interaktion mit diesem Prozess dienen die Sprungmarken:

- „02-A“ als Einstiegspunkt
- „02-B“ für die Signalisierung eines erfolgreichen Abschluss des Vorgangs und
- „02-C“ für den erfolglosen Abbruch.

2.4.2 Beispielszenario

An einem vereinfachten Beispiel soll das Zusammenwirken der einzelnen Prozesse demonstriert werden. Folgende Beteiligte wurden neben dem Generalauftragnehmer Werft für das Beispiel ausgewählt:

1. **Ingenieurbüro:** Dieses ist für die Konstruktion des Hinterschiffbereichs zuständig, in dem die Ruderanlage installiert wird.
2. **Fertiger:** Die Herstellung der Sektion, an deren Konstruktion das Ingenieurbüro beteiligt ist, wird von einem externen Fertiger vorgenommen.
3. **Systemanbieter:** Die Ruderanlage wird von einem Systemanbieter projiziert, gefertigt und in der vom externen Fertiger gefertigten Sektion installiert.

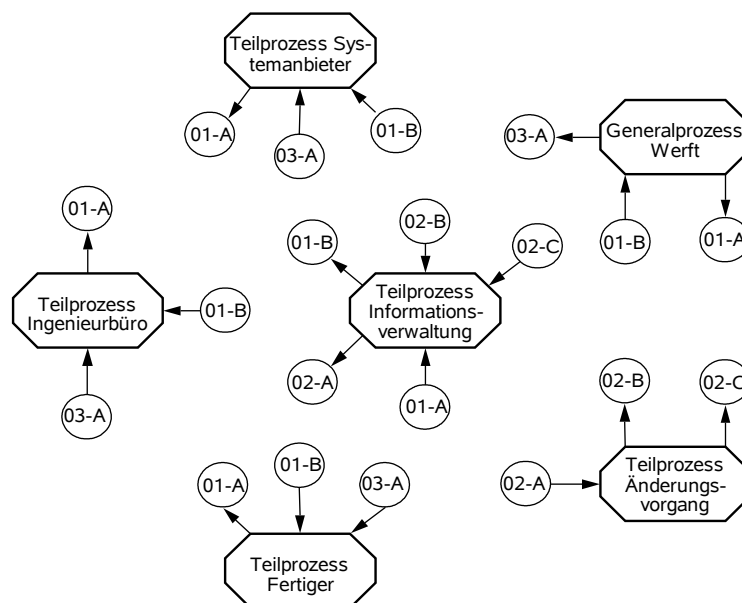


Abbildung 2.14 alle Beteiligten Prozesse und ihre Schnittstellen

Auslöser für den Beispielvorgang ist das Feststellen, dass die ursprünglich geplante Ruderanlage nicht für die geforderten Manövriereigenschaften ausreicht und deshalb modifiziert werden muss.

Abbildung 2.14 enthält die Teilprozesse und ihre Verknüpfungspunkte zur Beschreibung des Vorgangs. Tabelle 3 zeigt die Zuordnung zu den detaillierten Prozessen aus Kapitel 2.3.1 auf.

<i>Name des Teilprozesses im Beispiel</i>	<i>zugehöriger Teilprozess aus</i>
Generalprozess Werft	Abbildung 1.8
Teilprozess Änderungsvorgang	Abbildung 2.3
Teilprozess Fertiger	Abbildung 2.23
Teilprozess Informationsverwaltung	Abbildung 2.1
Teilprozess Ingenieurbüro	Abbildung 2.2
Teilprozess Systemanbieter	

Tabelle 3 Zuordnung der Teilprozesse im Beispiel

Über die Sprungmarken erfolgt die Verbindung der einzelnen Prozesse, durch die Steuerung von Abläufen. Interaktionen erfolgen nur zwischen Prozessen mit gleichen Sprungmarken. So können Entscheidungen in Abhängigkeit der Ergebnisse eines laufenden Teilprozesses gefällt werden. Ein Prozess aktiviert Teilprozesse, wenn der Pfeil vom Prozesskörper weg zur Sprungmarke hin weist und wird aktiviert/gesteuert, wenn der Pfeil zum Prozesskörper hin zeigt. Zu jedem Vorgang gibt es genau einen aktivierenden Prozess. Es können jedoch mehrere Prozesse durch einen Vorgang aktiviert/gesteuert werden. Dabei werden nur die betroffenen Prozesse aktiviert/gesteuert. Dies sind in der Regel nicht alle Prozesse mit einer geeigneten Sprungmarke.

Das Beispielszenario für die unterschiedlichen Abläufe eines kompletten Änderungsvorgangs bei installiertem Änderungsmanagement stellen die folgenden Bilder dar:

Bei einem perfekten Änderungsvorgang ergibt sich folgender Ablauf:

1. Auslöser für die Änderungsvorgänge ist das Erkennen der für bestimmte Situationen ungenügenden Wirkung der Ruderanlage. Dies wird während der Projektentwicklung auf der Werft von einem an dem Prozess Beteiligten ausgelöst. Über die Sprungmarke 01-A wird der Prozess zur Verwaltung der Informationsobjekte angestoßen.

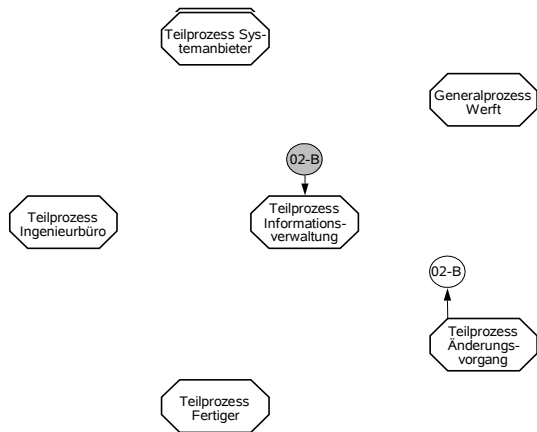


Abbildung 2.17 Schritt 3 Abschluss des Änderungsprozesses

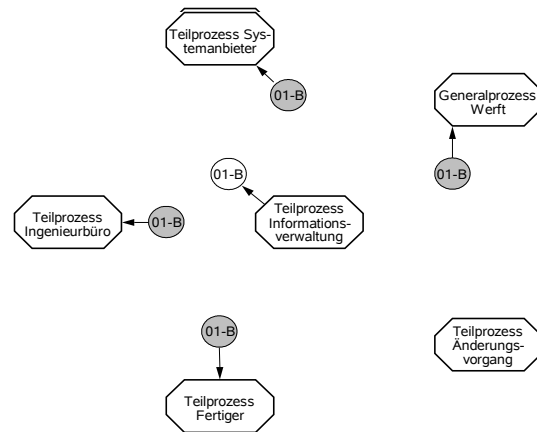


Abbildung 2.18 Schritt 4 Weiterleitung der Änderungen

2. Die genauere Betrachtung ergibt die Notwendigkeit der Anpassung von Teilen des Hinterschiffs. Es wird über 02-A ein Änderungsvorgang angestoßen (Abbildung 2.16).

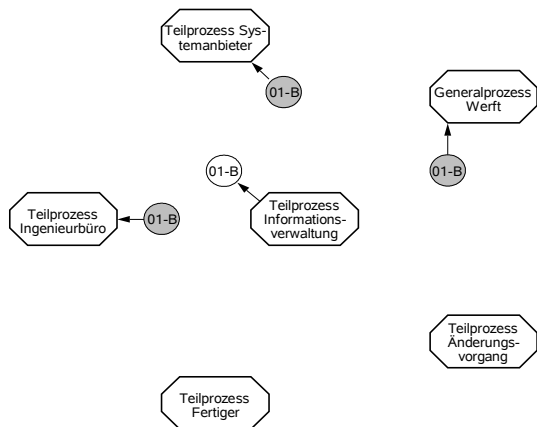


Abbildung 2.19 Schritt 2a Kommunikation der Änderungen

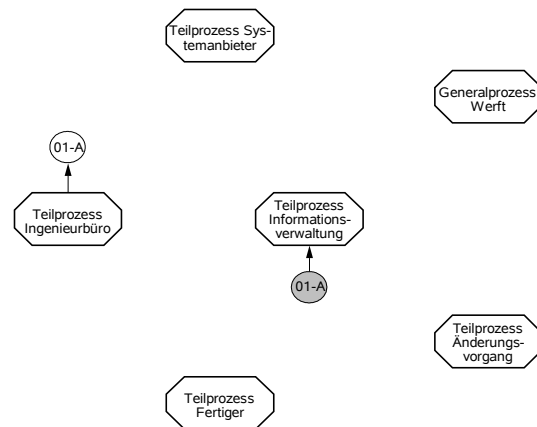


Abbildung 2.20 Schritt 2b Mitteilung des Änderungsbedarfs

3. Im Idealfall ist der nötige Änderungsantrag so ausgeführt, dass keine Beanstandungen gefunden werden und alle betroffenen Stellen informiert wurden. In diesem Fall erfolgt über 02-B die Rückmeldung über die erfolgreiche Durchführung der Änderung (Abbildung 2.17).
4. Die Änderungen an den Projektunterlagen werden nun den betroffenen Stellen mitgeteilt, sodass sichergestellt ist, dass alle Beteiligte auf konsistenten Daten arbeiten und die notwendigen Folgeaktionen ausführen können.

Bei diesem Ablauf handelt es sich um den Idealfall der in der Regel nicht erreicht wird. Im allgemeinen werden aufgrund der hohen Komplexität Abhängigkeiten nicht beachtet/erkannt. Erfolgt das Erkennen der Abhängigkeiten nicht durch den Antragsteller, existieren verschiedene Möglichkeiten zur späteren Entdeckung:

1. Bei der Überprüfung des Antrages durch die abstimmungsberechtigten Stellen

werden die nicht beachteten Abhängigkeiten identifiziert und der Antrag mit Hinweis zur Überarbeitung abgelehnt.

2. Sowohl bei der Erstellung als auch bei der Genehmigung des Antrages wurden bestehende Abhängigkeiten nicht beachtet, so dass die anschließend durchgeführte (unvollständige) Änderung neuen Änderungsbedarf nach sich zieht.
3. Für die Betrachtung dieser Fälle soll angenommen werden, dass nicht beachtet wurde, dass die Anpassung der Ruderanlage an die geforderten Leistungsdaten Änderungen an den Anschlüssen nach sich ziehen, die das Ingenieurbüro in die zu erstellenden Unterlagen einarbeiten muss. Im ersten Fall ergibt sich zwischen Schritt 2 und 3 folgender weiterer Ablauf:

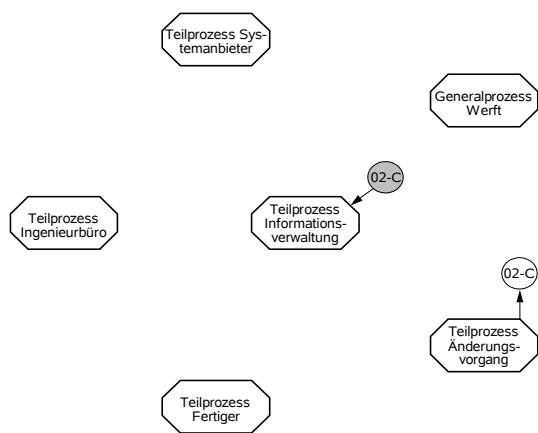


Abbildung 2.21 Schritt 2a Ablehnung des Antrages

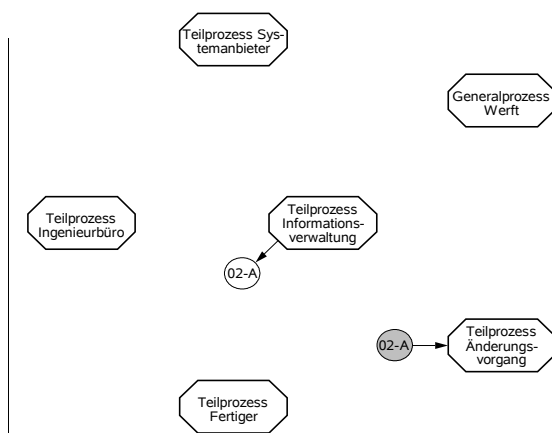


Abbildung 2.22 Schritt 2b Stellen des überarbeitenden Antrages

1. Bei der Überprüfung des Antrages durch die abstimmungsberechtigten Personen wird festgestellt, dass die Änderungen auch das Ingenieurbüro betreffen. Da der Antrag keinen Bezug darauf nimmt, wird der Antrag abgelehnt und an den Antragsteller mit Begründung zurückgewiesen.
2. Auf der Ablehnung aufbauend wird ein neuer Antrag erarbeitet und eingebracht, in dem das Ingenieurbüro mit eingebunden wurde und die Liste der abstimmungsberechtigten Personen entsprechend ergänzt wurde.
3. Nach erfolgreicher Zustimmung werden die vorgenommenen Änderungen wie im Idealfall auch kommuniziert.

Im zweiten Fall, wenn weder Antragsteller noch Antragsbewilliger die bestehenden Abhängigkeiten bemerken, ergibt sich dieser Ablauf zwischen Schritt 2 und 3 des Idealfalls:

1. Bei der Genehmigung der Änderungen wurde nicht beachtet, dass die Änderungen an der Ruderanlage Auswirkungen auf die Sektion haben, in denen sich die entsprechenden Räume befinden. Für diese ist das Ingenieurbüro zuständig. Bei der Kommunikation der Änderungsergebnisse wird aber erkannt, dass die geänderten Unterlagen auch für das Ingenieurbüro interessant

sein könnten, und deshalb eine entsprechende Information über das Vorliegen von Änderungen versendet.

2. Nach Prüfung der Unterlagen stellt das Ingenieurbüro fest, dass die vorgenommenen Änderungen zu erneutem Änderungsbedarf geführt haben, da auch die projektierte Sektion angepasst werden muss.
3. Daraufhin wird ein Änderungsvorgang ausgelöst.
4. Der erfolgreiche Abschluss dieses Vorgangs leitet zu Schritt 3 des Idealfalls über.

Erfolgt keine Information des Ingenieurbüros, muss gehofft werden, dass vor Ausführung der Änderungen die Abweichung bemerkt und ein entsprechender Änderungsvorgang initiiert wurde.

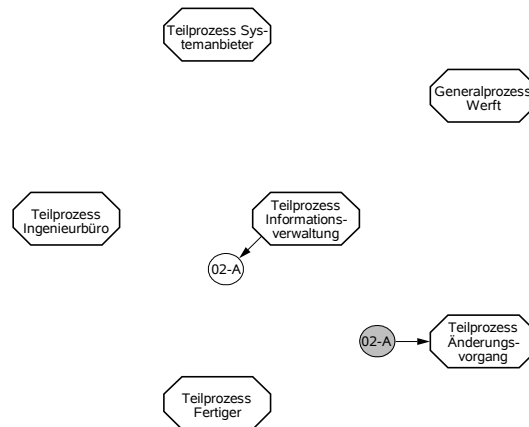


Abbildung 2.23 Schritt 2c Stellen des Änderungsantrags

Die einzelnen Abläufe unterscheiden sich bezüglich der Umkehrbarkeit der Änderungsergebnisse. Im letzten erfolgt die Freigabe von eigentlich unvollständig geänderten Unterlagen. Damit ist die Verwendung von „Zwischenergebnissen“ möglich. Bei einem erfolglosen Abbruch der Änderungen zur Anpassung des betroffenen Schiffsbereichs durch das Ingenieurbüro ist die Rückführung in den Ausgangszustand schwieriger, da umfangreiche Aktionen durchzuführen sind, um den Zustand vor Änderung der Ruderanlage wieder herzustellen. In den beiden anderen Fällen erfolgt die Freigabe erst nach Abschluss der vollständigen Änderung. Sollte in diesem Fall der Änderungsvorgang abgebrochen werden, ist es einfacher den Ausgangszustand zu erreichen. Der Übergang zwischen den Varianten ist fließend, da selten alle Abhängigkeiten erkannt werden.

2.5 Kommunikationsabläufe

2.5.1 Grundlagen einer gezielten Kommunikation

Die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Beispielabläufe haben gezeigt, dass die Bestimmung der zu informierenden Personen die Wahrscheinlichkeit von umfangreichen Folgeänderungen (wegen zu spät erkannter Abhängigkeiten)

erheblich und damit die Änderungskosten beeinflussen kann.

Eine unterstützte zielgerichtete Kommunikation von Änderungsereignissen kann die oben beschriebenen Prozesse entscheidend verbessern. Dabei existieren aus Sicht dieses Dokuments zwei Gruppen von zu unterrichtenden Personen:

1. Abstimmungsberechtigte Personen, die über einen Antrag abstimmen müssen und durch Zustimmung den Antragsteller vor Regressansprüchen absichern. Dies geschieht beim Stellen von Änderungsanträgen durch Vorschlägen, welche Personen abstimmungsberechtigt sein könnten. Dazu werden firmeninterne Richtlinien oder in Fällen, wo diese nicht zur Verfügung stehen, Heuristiken und die Vergangenheit des aktuellen oder älterer Projekte verwendet. Wichtige Voraussetzung hierfür ist die Ermittlung der betroffenen Informationsobjekte, welche hierbei als abgeschlossen angesehen wird und nicht im Betrachtungsraum liegt.
2. Von Änderungen betroffene bzw. an Änderungen interessierte Personen sind über Änderungsvorgänge zu informieren, haben aber kein direktes Votum bei der Änderungsdurchführung. Ziel der Bestimmung dieser Personen ist die Sicherstellung, dass alle am Projekt beteiligten Personen auf den aktuellen Datenbeständen arbeiten. Zudem kann der Abstand zwischen Durchführung einer Änderung und Aufdeckung einer nicht beachteten Abhängigkeit verringert werden, was die Kosten für eventuell vorzunehmende Korrekturen an den Änderungen reduziert. Die Ermittlung der betroffenen Stellen kann auf ähnliche Weise geschehen, wie bei den abstimmungsberechtigten Personen. Grundsätzlich ist eine Information der betroffenen Personen während der Antragstellung oder für die meisten Anwender zutreffend nach Freigabe der geänderten Informationsobjekte denkbar.

Die Auslösung der relevanten Kommunikationsvorgänge erfolgt, wenn der Antragsteller entweder einen Antrag zur Abstimmung absenden oder einen (erfolgreichen) Änderungsvorgang abschließen möchte. In beiden Fällen soll das System helfend eingreifen und den Antragsteller bei der Wahl der zu informierenden Stellen unterstützen.

In einem nicht formalen Änderungsprozess ist nur der Abschluss einer Änderung durch das System feststellbar. Dazu bedarf es eines Mechanismus, der Änderungen an Informationsobjekten erkennt. Ist dies gegeben, erfolgt die Festlegung der betroffenen Stellen auf ähnliche Weise, wie bei einem formalen Änderungsvorgang.

Nach Ermittlung der betroffenen Stellen erfolgt die Versendung der auf Grundlage der gesammelten Informationen erstellten Nachrichten in einem festgelegten Format über ein festgelegtes Medium an die betroffenen Stellen. Dazu wird eine automatische Generierung von Mitteilungen benötigt. Weiterhin bedarf es der elektronischen Verwaltung der zu überwachenden Unterlagen. Diese Funktion kann eine I&K-Plattform übernehmen. Sie dient dabei nicht nur dem Import und

dem Export der Daten aus den und in die anderen Konstruktions- und Produktionssysteme, sondern steuert ebenfalls den Zugriff und die Sicherung der Daten in der Plattform. Auf diese weiteren Funktionen kann bei der automatisierten Kommunikation zugegriffen werden.

Die automatische Generierung von Nachrichten und das Einsatzgebiet des Zielsystems stellen Anforderungen an die Kommunikationsmittel. Das gewählte Kommunikationsmedium:

1. muss in der Schiffbauindustrie Anwendung finden,
2. muss automatisiert aus den vom Anwender gemachten Angaben erzeugbar sein und
3. muss Werkzeuge zum Anzeigen der übermittelten Nachrichten aufweisen, die wegen der Kommunikation über Unternehmens- und Systemgrenzen hinweg verbreitet und akzeptiert sein müssen.

Bei der Bewertung des ersten Punktes, helfen die Ergebnisse des ShinCoS-Projektes [CLP 2005]. Aus diesen geht hervor, dass der größte Teil der Kommunikation über Briefe, E-Mail, Fax und Telefon abläuft, mit einem steigendem Anteil der Kommunikation via E-Mail.

Aus den vier genannten Alternativen ist die E-Mail das Kommunikationsmedium der Wahl. E-Mailfunktionen gehören zum Funktionsumfang jedes über das Internet kommunizierenden Systems. Zudem können E-Mails automatisch generiert und zur Information über das Eintreten von Ereignissen verwendet werden. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Dateien beliebigen Formates als Anhänge zu versenden. Deshalb wird für die weiteren Ausführungen die Kommunikation mittels E-Mails angenommen.

2.5.2 Informationsquellen

Für die Überlegungen, wie eine automatisierte Erkennung der jeweils Betroffenen erreicht werden kann, ist die Betrachtung, der zur Verfügung stehenden Informationsquellen und deren Nutzungsmöglichkeiten erforderlich.

- Zugriffsrechte

Eine Möglichkeit zur Reduktion der in Frage kommenden Stellen bieten Zugriffsrechte. Grundgedanke bei der Verwendung dieser Rechte besteht in der Aussage, dass über Änderungsereignisse nur zu informieren ist, wer entsprechende Rechte an dem Informationsobjekt besitzt. Die Festlegung von Rechten erfolgt z.B. dreistufig: für einzelne Anwender, für Gruppen von Anwendern oder generell für alle Anwender. Die Verwaltung von Zugriffsrechten verwendet systeminterne Anwenderidentitäten. Bei Gruppen, ist die Ermittlung der Mitglieder einer Gruppe erforderlich.

- Anwendereingaben

Anwendereingaben können in drei große Gruppen aufgeteilt werden, die jeweils unterschiedlich die Reaktion des Systems beeinflussen.

1. Allgemeine auf alle Änderungsvorgänge anzuwendende Angaben. Als wichtigstes Beispiel dieser Gruppe können unternehmensinterne Richtlinien angesehen werden, wie bei einem Änderungsvorgang vorzugehen ist. Über diese wird dann im einzelnen geregelt, wer über gewisse Änderungen abstimmen muss und eventuell auch wer über Änderungen zu informieren ist. Die Umsetzung der Richtlinien in für das System verständliche Regeln kann zu Beginn des Projektes während der Initialisierung erfolgen. Eine weitere Anpassung an die aktuellen Gegebenheiten muss während der gesamten Projektlaufzeit möglich sein.

Ein Abonnementsystem ist ebenfalls denkbar. Dabei kann der Anwender Informationen abonnieren. Das Abonnieren beinhaltet die Markierung der entsprechenden Informationsobjekte. Sobald Änderungen an diesen vorgenommen werden, wird eine Mitteilung an die entsprechende Stelle gesendet. Analog zum Abonnieren können Informationen abbestellt werden. Eine Ausnahme bildet jedoch der Fall, wenn die entsprechende Person vom Antragsteller explizit als Empfänger ausgewählt wird. Das Abonnementmodell muss erweiterbar gestaltet sein, um ggf. auch feinere Granularitäten als auf Informationsobjektebene abdecken zu können.

2. Konkrete, nur für einen Vorgang vom Antragsteller gemachte Angaben umfassen die zu informierenden Teilnehmer, die ein Anwender angibt. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Anwender aus einer vom System erstellten Liste von Personen auswählt oder eigenständig diese Personen bestimmt.
3. Konkrete, nur für einen Vorgang gemachte Angaben der betroffenen Personen als Reaktion auf die erhaltenen Mitteilungen dienen besonders bei der Bestimmung der von den Änderungen betroffenen Stellen als Rückkopplung. Da hier selten Richtlinien zur Anwendung kommen, bedarf es der Einflussnahme durch die Empfänger. Als relevante Reaktionen auf die erzeugten Mitteilungen kann die direkte Bewertung der Nachricht durch den Empfänger angesehen werden.

- Projektvergangenheit

Die Projektvergangenheit ergibt sich aus den protokollierten Ereignissen und Daten, die über die Projektlaufzeit generiert werden. Zu den protokollierten Ereignissen zählen:

- Einem Änderungsantrag wurde zugestimmt/Ein Änderungsantrag wurde abgelehnt,
- ein Änderungsvorschlag wurde erfolgreich abgeschlossen und
- ein Informationsobjekt wurde geändert.

Daten, die aus den Protokollen der Einzelvorgänge gewonnen werden können, sind:

- Wer war abstimmungsberechtigt,
- warum wurde einem Antrag zugestimmt/Warum wurde ein Antrag abgelehnt,
- welche Informationsobjekte waren betroffen,
- wer wurde über das Vorliegen von Änderungen informiert,
- wie haben die Informierten auf die Mitteilungen reagiert,
- wer hat wann auf welche Informationsobjekte zugegriffen und
- wer hat diese geändert?

2.5.3 Verwendung der Informationsquellen

- Abstimmungsberechtigte Personen

Ziel der Bemühungen ist die Erstellung einer Auflistung der abstimmungsberechtigten Instanzen/Personen. Dabei gilt, dass alle vom Antragsteller aufgeführten Personen über den Antrag abstimmen müssen und keine weitere Person an der Abstimmung teilnehmen darf. Die anzuwendende Auflistung wird durch den Antragsteller erstellt und kann nur durch diesen modifiziert werden. Nach Bestätigung der Auswahl wird diese an den Antrag gebunden.

Das System unterstützt den Anwender bei der Auswahl. In Abhängigkeit der zur Änderung ausgewählten Informationsobjekte und der zur Verfügung stehenden Datenbasis wird eine Liste mit potentiell abstimmungsberechtigten Instanzen/Personen erstellt.

Firmen interne Richtlinien sind eine zuverlässige Quelle für die Erstellung dieser Listen. Die Richtlinien können an den zu bearbeitenden Objekten oder an der Firmenhierarchie orientiert sein. Durch diese lassen sich die abstimmungsberechtigten Personen anhand der ausgewählten Informationsobjekte bzw. Antragsteller genau ermitteln.

Bei der Orientierung an der Produktstruktur muss das Referenzmodell in der Hierarchie der Projektunterlagen abbildbar, und die Definition von Bereichen möglich sein. Die Hierarchie besteht aus Informationsobjekten und Ordnern. Im Gegensatz zu einem Informationsobjekt kann ein Ordner weitere Einträge (Ordner oder Informationsobjekte) enthalten. Bei der Auswertung sind die Inhalte von Ordnern auszulesen und eventuell abweichende Festlegungen für Unterordner zu beachten. Der Anwender definiert, welche Einträge zu einem Bereich gehören. Handelt es sich bei dem Eintrag um einen Ordner zählen automatisch alle Einträge in diesem Ordner zum definierten Bereich. Um weitere Einstellungen zu ermöglichen, kann der Anwender einzelne Einträge in den angewählten Ordnern als nicht dem Bereich zugehörig ausweisen. Nachdem ein Bereich festgelegt ist, können diesem auslösende Ereignisse, auszuführende Aktionen und betroffene

Anwender zugeordnet werden. Bei Richtlinien kann diese Einstellungen nur ein besonders privilegierter Anwender tun. Anpassungen der Einstellungen sind zu jeder Zeit möglich. Es können nur vorhandene Ordner und Informationsobjekte eingebunden werden. Aufgrund der vielseitigen Interaktionen der einzelnen Teile untereinander ist damit zu rechnen, dass ein Informationsobjekt mehreren Bereichen zugeordnet wird. In diesen Fällen werden alle Personen informiert, die wenigstens in einer Einstellung aufgeführt sind. Diese Personen werden in die Liste der abstimmungsberechtigten Personen aufgenommen.

Bei der Orientierung an der Firmenhierarchie erfolgt die Zuordnung der Abstimmungsberechtigten einfach anhand der systeminternen IDs. Beim Stellen des Antrags wird die ID des Antragsteller ermittelt und verglichen, ob ihm abstimmungsberechtigte Personen zugewiesen sind. Wenn dies der Fall ist, wird dieser in die Empfehlungsliste aufgenommen. Diese Zuordnung ist von einem entsprechend privilegierten Anwender z.B. dem Projektleiter oder Systemadministrator entsprechend den internen Richtlinien vorzunehmen und bei personellen Änderungen und für jedes Projekt entsprechend anzupassen.

Am einfachsten ist die Umsetzung von Richtlinien, wenn es einen speziellen, feststehenden Personenkreis gibt, der für die Entscheidung über Änderungen zu informieren ist. Hierbei stehen die abstimmungsberechtigten Personen von Anfang an und unabhängig von den zu ändernden Informationsobjekten und Antragstellern fest.

Liegen keine Richtlinien vor, kann anhand der Projektvergangenheit entschieden werden. Die Entscheidung wird jedoch dadurch unterstützt, dass alle Vorgänge, die eine Abstimmung beinhalten, formale Änderungsvorgänge sind. Damit sind automatisch Angaben für die spätere Auswertung hinterlegt, die Auskunft darüber geben:

- Welche Informationsobjekte in einem Vorgang behandelt wurden,
- wer über diese Vorgänge abgestimmt hatte und
- ob dem Änderungsantrag zugestimmt wurde.

Zur Bestimmung der abstimmungsberechtigten Personen erfolgt die Berechnung der Wahrscheinlichkeit aus den verfügbaren Daten hinsichtlich zweier Gesichtspunkte:

1. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein in der Projektvergangenheit abgeschlossener Vorgang dem aktuellen entspricht und
2. die Häufigkeit, zu der eine bestimmte Person an Entscheidungen teilgenommen hat.

Für den ersten Fall werden die Identifikatoren (IDs) der im Antrag aufgelisteten Informationsobjekte betrachtet. Dazu wird die Objektsignatur des aktuellen Paketes mit den abgespeicherten verglichen. Pakete mit der gleichen Signatur erhalten

identische, vergangene Änderungsvorgänge, solche die kein Informationsobjekt enthalten, dass in dem aktuellen Vorgang betroffen sind erhalten die Wahrscheinlichkeit von 0% und werden für die weitere Betrachtung ausgeschlossen. Abgeschlossene Änderungsvorgänge deren Objektsignatur eine Untermenge der aktuellen Objektsignatur sind erhalten ebenfalls eine 100-prozentigen Wahrscheinlichkeit, wenn der betrachtete Vorgang abgeschlossen wurde, bevor die nicht enthaltenen Objekte erstellt wurden. Andersherum gilt auch eine 100%-ige Wahrscheinlichkeit, wenn der abgeschlossene Vorgang eine umfangreichere Objektsignatur aufweist, die nicht betroffenen Informationsobjekte aber zwischenzeitlich gelöscht wurden. Die Wahrscheinlichkeit der Pakete mit einer abweichenden Signatur wird über eine Distanzfunktion ermittelt und liegt zwischen 0% und 100% für jedes verwaltete Paket. Dabei ergibt sich die Wahrscheinlichkeit als Quotient aus Anzahl der übereinstimmenden Objekte in der Signatur durch die Anzahl der verschiedenen Objekte der aktuellen und betrachteten Objektsignatur.

$$p_{\text{Paket}} = \frac{|\text{übereinstimmende Objekte}|}{|\text{Objekte der Objektsignaturen}|}$$

In einem weiteren Schritt erfolgt die Ermittlung potentiell abstimmungsberechtigter Personen. Dazu werden alle in den Paketen aufgelistete Personen ermittelt und in einer neuen temporären Liste vermerkt. Diese werden aus den betrachteten Paketen extrahiert. Pakete mit einer Wahrscheinlichkeit kleiner gleich eines bestimmten Schwellwertes (in diesem Fall gleich 0%) werden nicht betrachtet. Aus der temporären Liste werden alle Personen gestrichen, die aktuell nicht wenigstens auf eines der betroffenen Objekte zugreifen dürfen. Die Personen, die zu Paketen gehören die 100% der Wertung erhalten haben, werden mit 100% bewertet, in die Vorschlagsliste übernommen und ebenfalls aus der temporären Liste gestrichen.

Sollten nach diesen Schritten weiterhin Personen in der temporären Liste aufgelistet sein, erfolgt die Berechnung der Wahrscheinlichkeit zu jeder einzelnen Person. Dazu wird zuerst eine Wichtung errechnet. Zu Anfang beträgt diese Null. Die Wahrscheinlichkeit jedes Änderungsvorgangs in dem die zu bewertende Person als Bewilliger auftritt, wird zu dieser Wichtung addiert.

$$W(\text{Person}) = \sum p(\text{Paket}_i) \quad \forall p(\text{Paket}_i) \geq g \text{ und Person in Paket}_i \text{ abstimmungsberechtigt}$$

Sind alle Pakete ausgewertet, erfolgt eine Normalisierung der errechneten Wichtungen. Dazu wird die ermittelte Wichtung durch die Anzahl der in die Wichtung eingeflossenen Pakete geteilt. Der dabei erhaltene Wert ergibt die Wahrscheinlichkeit dieser Person.

$$p(\text{Person}) = \frac{W(\text{Person})}{|\text{Anzahl betrachteter Pakete}|}$$

Es ist wichtig zu unterscheiden, ob Vorschläge des Systems aus vorhandenen Richtlinien oder der Projektvergangenheit stammen. Bei ersteren hat der Antragsteller keine Wahl, diese werden definitiv in die Liste der zu informierenden Personen übernommen und müssen über den Antrag entscheiden. Bei den zweiten Einträgen steht es dem Antragsteller hingegen frei, ob er diese anwendet. Dazu dient die nach Wahrscheinlichkeiten sortierte Liste der potentiell abstimmungsberechtigten Personen, aus welcher der Antragsteller die entsprechende Auswahl treffen kann. Je nach getroffener Wahl wird die Datenbasis für den Entscheidungsprozess geändert. Darüber hinaus können auch jederzeit durch den Antragsteller weitere abstimmungsberechtigte Personen angegeben werden, die vom System ebenfalls in die Datenbasis übernommen werden und entsprechende Beachtung bei der nächsten Entscheidung finden.

- Betroffene Personen

Neben abstimmungsberechtigten Personen können weitere *zu informierende* Personen angegeben werden. Diese haben zwar keine Möglichkeit, direkt auf die Antragsbewilligung einzuwirken, können jedoch die beantragten Änderungen überprüfen und bei erkannten, ggf. entstehenden Problemen die entscheidenden Stellen informieren. Somit ist eine indirekte Einwirkung auf die Entscheidungsfindung gegeben. Dazu muss eine extra Liste geführt werden. Diese Liste ist ebenfalls getrennt von der Liste zu unterrichtender Personen nach Freigabe der geänderten Dokumente zu halten. Zur Bestimmung der zu informierenden Stellen wird nach der gleichen Methode wie bei der Bestimmung der abstimmungsberechtigten Personen vorgegangen.

Formale Änderungsvorgänge beinhalten eine Abschlussphase. In dieser werde die geänderten Informationsobjekte freigegeben und die betroffenen Stellen über das Vorliegen von Änderungen informiert. Im Gegensatz zur Bestimmung der abstimmungsberechtigten Personen und der betroffenen Personen beim Stellen des Änderungsantrages treten hierbei auch Fälle auf, bei denen kein formaler Änderungsvorgang vorliegt. Eine Entscheidung, ob Personen zu informieren sind, muss immer getroffen werden, wenn bestimmte Änderungsereignisse an den Informationsobjekten ausgelöst wurden. Relevante Ereignisse sind dabei:

- das Überschreiben von Informationsobjekten,
- das Löschen von Informationsobjekten oder
- das Erstellen von Informationsobjekten.

Wurde eines der Ereignisse ausgelöst, erfolgt die Kontrolle, ob das entsprechende Informationsobjekt zu einem nicht abgeschlossenen Änderungsvorgang gehört. Ist keine Bestimmung durch das System möglich, muss der Anwender dies entscheiden. Unter Angabe zu welchem Vorgang die Änderung gehört kann er die Bestimmung der zu informierenden Personen abbrechen. Gehört die Änderung nicht zu einem formalen Vorgang, erfolgt direkt die Ermittlung der betroffenen

Personen. Bei Änderungsereignissen im Umfang eines formalen Vorgangs erfolgt dies erst mit Abschluss des Änderungsvorgangs.

In letzterem Fall ist eine Vorgehensweise wie bei der Festlegung der abstimmungsberechtigten Personen denkbar. Für das Vorliegen von Änderungen ohne dazugehörigen Änderungsvorgang muss die Person, die das Änderungsereignis auslöst, die vom System vorgeschlagenen Personen bestätigen. Anschließend erfolgt je nach Reaktion der informierten Stellen eine Anpassung der Datenbasis.

Zur Einschränkung des Kreises der zu informierenden Personen können weitere Informationen herangezogen werden, sofern diese vorhanden sind. Folgende Personen sind nicht zu informieren:

1. Personen, die nicht wenigstens Leserechte für die entsprechenden Informationsobjekte besitzen,
2. Personen, die über die Änderung abgestimmt haben oder bereits bei der Antragstellung informiert wurden, sofern es sich um einen formalen Änderungsvorgang handelt und
3. die Person, welche das zugehörige Änderungsereignis ausgelöst hat.

Besteht die Möglichkeit, die Reaktionen der Anwender auf die erhaltenen Informationen zu ermitteln, ist dies für spätere Fälle nutzbar. Dabei ist eine Unterscheidung in „Änderungen betreffen mich nicht“ und „Änderungen betreffen mich“ ausreichend. Die zweite Möglichkeit dient dazu, versehentlich als „Änderungen betreffen mich nicht“ eingestufte Vorgänge zu korrigieren. Sind einem Vorgang beide Einstufungen von einem Anwender zugewiesen, so werden die entsprechenden Informationsobjekte behandelt, als ob keine Rückmeldung vorliegt. Sind keine Rückmeldungen vorhanden, so wird davon ausgegangen, dass die Meldung relevant war. Ist die Meldung als nicht relevant eingestuft, wird für die Berechnung dieser Vorgang auf 0% gesetzt.

Wie bei der Festlegung der abstimmungsberechtigten Personen ist das Abonnementsystem ein wichtiges Steuermittel. Hier kommt jedoch hinzu, dass neben speziellen, privilegierten Personen jeder Anwender des Systems eigene Einstellungen vornehmen kann. Dabei stehen zwei Optionen als Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung:

1. Es werden alle Änderungsvorkommnisse an den ausgewählten Objekten abonniert oder
2. es werden alle Änderungsvorkommnisse an den ausgewählten Objekten abbestellt.

Wurde keine der angebotenen Optionen ausgewählt, erfolgt die Entscheidung, wer zu informieren ist, durch den Änderungsdurchführenden mit Hilfe des Systems.

Existieren Partner, die über Änderungen an bestimmten Objekten informiert

werden müssen, kann von einer entsprechend privilegierten Person ein Abonnieren eingerichtet werden. Die Auswahl der vom Abonnement betroffenen Bereiche erfolgt analog zur Definition der für die Umsetzung der Richtlinien verwendeten Bereiche.

Die Ermittlung der während der Antragsphase zu informierenden Personen erfolgt nach denselben Prinzipien, wie bei der Bestimmung der Abstimmungsberechtigten unter Verwendung einer eigenen Liste. Bei der Bestimmung der zu informierenden Personen beim Änderungsabschluss anhand der Projektvergangenheit werden gegenüber der Bestimmung der abstimmungsberechtigten Personen auch Änderungen herangezogen, die keinem formalen Vorgang zuzuordnen sind. Ausgangspunkt ist hierbei ebenfalls die Liste der geänderten Objekte. Für jedes dieser Objekte wird dessen Vergangenheit ermittelt. Dazu wird jedes Änderungspaket, das die entsprechenden Informationsobjekte enthält, nach Informationen durchsucht. Die relevanten Informationen sind:

1. Wer über Änderungen an diesem Informationsobjekt informiert wurde und
2. ob der Informierte dies als nicht relevant eingestuft hat.

Wurde dies nicht getan und ist diese Person in der Liste der informierten Personen, so wird die Wichtung der entsprechenden Person um eins erhöht. Sind alle Pakete durchgearbeitet erfolgt die Normierung durch Division durch die Anzahl der zum Objekt gehörenden Pakete. Die Wahrscheinlichkeit ergibt sich aus dem Maximum der Einzelwahrscheinlichkeiten. Dieser Wert ergibt die Wahrscheinlichkeit jeder einzelnen Person zu einem Informationsobjekt.

$$p_i(Person) = \frac{\sum \text{Änderungen an Objekt } i \text{ bei denen Person informiert wurde}}{\sum \text{Änderungen an Objekt } i}$$

Bei formalen Änderungen werden diese Wahrscheinlichkeiten mit denen nach dem Verfahren zur Bestimmung der abstimmungsberechtigten Personen verglichen. Die jeweils höhere Wahrscheinlichkeit wird für die Vorschlagsliste übernommen und fehlende Personen ergänzt.

$$p(Person) = \max((p(Person), p_i(Person)) \quad \forall p_i(Person)$$

Schließt eine Person einen Vorgang ab oder löst sie ein Änderungsereignis an einem Informationsobjekt aus, das keinem formalen Prozess unterliegt, wird ein Fenster generiert, in dem der Anwender aufgefordert wird Personen anzugeben, die über dieses Ereignis informiert werden sollen. Dazu kann er aus den Vorschlägen des Systems auswählen oder selbst weitere Personen hinzufügen. Nach Bestätigung der Auswahl werden die entsprechenden Paketinformationen vervollständigt und für die spätere Bearbeitung abgespeichert. Eine Überschreibung von Abonnements durch den Auslöser des Änderungsereignisses ist nicht möglich. Es erhalten jedoch explizit aufgeführte Personen Mitteilungen auch wenn sie diese die Änderungsinformationen abbestellt haben.

$$p(Person) = \max(p(Person), p_i(Person)) \quad \forall p_i(Person)$$

Durch die genannte Herangehensweise wird sichergestellt, dass auch bei nicht formalen Änderungsvorgängen über Auswirkungen betroffene Personen über das Geschehen informiert werden. Somit wird eine Dokumentation der Vorgänge erreicht.

2.6 Realisierung

Änderungen sind keine Abläufe, die einem festen Zeitplan folgen, sondern werden durch das Eintreten (Ereignis) bestimmter Bedingungen ausgelöst. Ein abzuarbeitender Änderungsvorgang unterliegt ebenfalls keinem starren Zeitplan sondern folgt einem situationsabhängigen Ablauf. Dieser kann in Phasen mit charakteristischen Aufgaben unterteilt werden, wie es in den vorangegangenen Kapiteln geschehen ist. Der Übergang von einer zu einer anderen Phase bzw. Beginn und Ende der jeweiligen Aufgaben wird ebenfalls durch Ereignisse signalisiert bzw. beeinflusst. Dies setzt ein Ereignismodell voraus, über welches die Ereignisse ausgelöst, abgefragt und betroffene Teile benachrichtigt werden können. Das verwendete Modell muss für die Umsetzung der Lösungsstrategien die Extraktion von Stati zu und Ereignissen auf den einzelnen Informationsobjekten sowie die Integration der für das Änderungsmanagement benötigten zusätzlichen Ereignisse ermöglichen.

Die vorgestellten Verfahren setzen einen Zugang zu den verwalteten Daten voraus. Dies kann durch eine zentrale Speicherung der Datenbestände erreicht werden, auf die alle Beteiligten je nach Bedarf zugreifen und über entsprechende Ereignisse informiert werden.

Eine der wichtige Voraussetzungen für ein Änderungsmanagement ist das Vorhandensein eines Versionsmanagements. Nur so kann eine lückenlose Aufzeichnung der gesamten Projektvergangenheit ermöglicht werden.

Speziell werden Informationsobjekte integriert, die einer Zuordnung von Angaben über:

- welche Informationsobjekte fanden Verwendung,
- wie fiel das Ergebnis des Vorgangs aus,
- wer war abstimmungsberechtigt,
- wer wurde über den Vorgang informiert und
- wie wurde auf die vorgeschlagenen bzw. durchgeführten Kommunikationsschritte reagiert

dienen, und die jeweiligen Informationsobjekte und Vorgänge miteinander verknüpfen.

Für die Integration der Lösungen müssen entsprechende Mechanismen für die Er-

stellung von Plugins und den Zugriff auf die benötigten Apis bereitgestellt werden. Durch das Änderungsmanagement werden neue Ereignistypen und zusätzliche Klassen zur Verwaltung der anstehenden neuen Informationen benötigt. Deshalb ist die gewählte Plattform einfach um die benötigten Erweiterungen ergänzt worden, ohne großen Aufwand oder eine umfassende Änderung der zugrunde liegenden Architektur nach sich zu ziehen. Daneben wird der Zugriff auf Benachrichtigungsmethoden, hier besonders E-Maildienste benötigt. Die zusätzlich eingefügten Informationen sind dabei nahtlos in die bestehende Plattform integrierbar, um zusätzlich gebotene Funktionen der Plattform wie Zugriffskontrolle und Versionsverwaltung nutzen zu können.

2.7 Implementierung Änderungsmanagement-Komponente

Im Rahmen des Projektes wurde eine Softwarekomponente der Informations- und Kommunikationsplattform „Topgalant“ der Firma AES [ATL 2005] implementiert. Die I&K Plattform ist ein PDM (Product Data Management) System für den Schiffbau konzipiert für Unternehmens-übergreifenden Datenaustausch wäh-

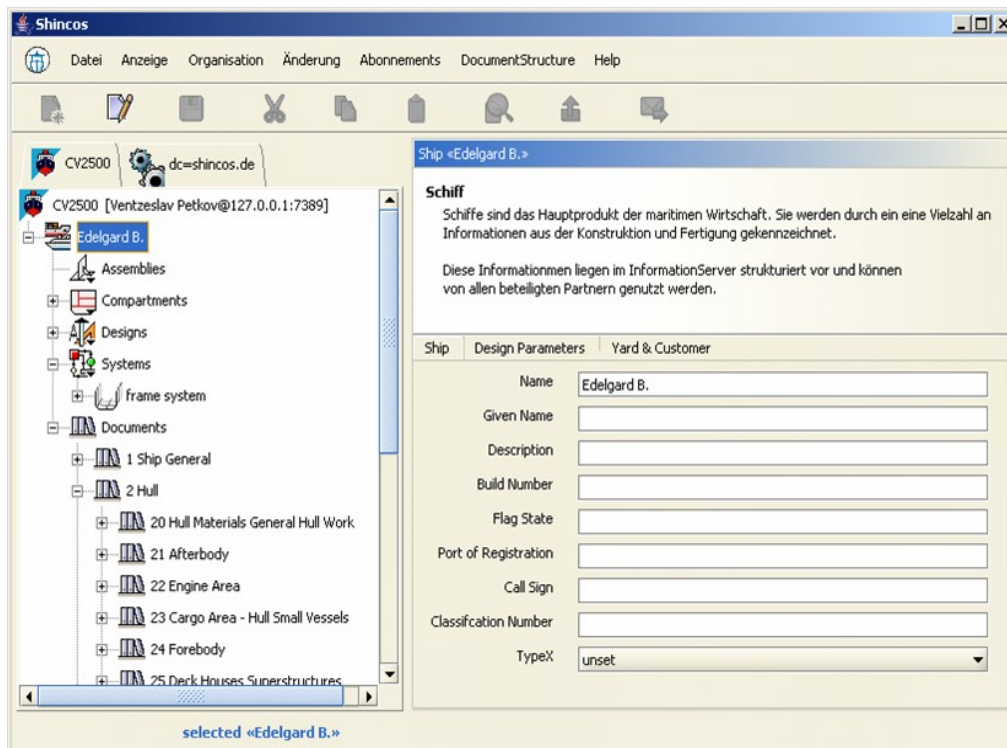


Abbildung 2.24: Informations- und Kommunikationsplattform Topgallant

rend des schiffstechnischen Entwicklungsprozesses. Abbildung 2.24 stellt das Hauptfenster des Systems dar. Es ermöglicht den Austausch sowohl von Dokumenten, als auch von Produktdaten aus unterschiedlichen CAD-Systemen für den Schiffbau. Eine Softwarekomponente dieser Plattform zur Unterstützung von Änderungsprozessen wurde im Rahmen des Projektes entwickelt. Diese Komponente verfügt über die Funktionen, einen Änderungsprozess in einfacher Form durch die Plattform durchzuführen. Dabei werden alle Daten und Arbeits-

Abbildung 2.25: Änderungsantrag

schritte dieses Prozesses im System gespeichert. Abbildung 2.25 stellt das Fenster zur Formulierung eines Änderungsantrages. Durch diese Eingabemaske werden die Informationen zu einem Änderungsantrag erfasst, einschließlich Personen, welche dieser Änderung eine Zustimmung erteilen sollen/müssen.

Durch implementierte Mechanismen werden diese Personen benachrichtigt und aufgefordert, eine Entscheidung bezüglich dieses Antrages zu erteilen. Anschließend, wenn alle Entscheidungen getroffen sind, ist der Antragsteller in der Lage, auf der Plattform den Änderungsprozess abzuschließen und gegebenenfalls die Änderungen durchzuführen. Abbildung 2.26 stellt das Formular zum Abschließen des Prozesses dar.

Ein interessanter und wichtiger Aspekt ist die Kommunikation innerhalb des Änderungsvorganges. Bei einem stark verteilten Prozess, wie der Schiffsentwurf, sind mehrere Beteiligte an Änderungen interessiert. In diesem Zusammenhang wurde eine Komponente für die Plattform entwickelt, welche eine Lösung dieses Problems anbietet.



Abbildung 2.26: \u00c4nderungsabschluss

Die Komponente erm\u00f6glicht dem Benutzer des Systems sich f\u00fcr \u00c4nderungsereignissen innerhalb bestimmten Informationsbereichen zu abonnieren. Dies bedeutet, dass wenn sich eine \u00c4nderungsaktivit\u00e4t (\u00c4nderungsantrag, \u00c4nderungsabschluss) ereignet, wird der Benutzer informiert. Er bekommt eine E-Mail \u00fcber das Ereignis und beim Einloggen in das System bekommt er eine Nachricht. Die Nachricht enth\u00e4lt Informationen \u00fcber das Geschehen und der Benutzer ist in der Lage im System gespeicherten Informationen \u00fcber den \u00c4nderungsprozess zu betrachten. Abbildung 2.27 stellt das Dialogfenster zum Abonnieren von \u00c4nderungseignissen dar.

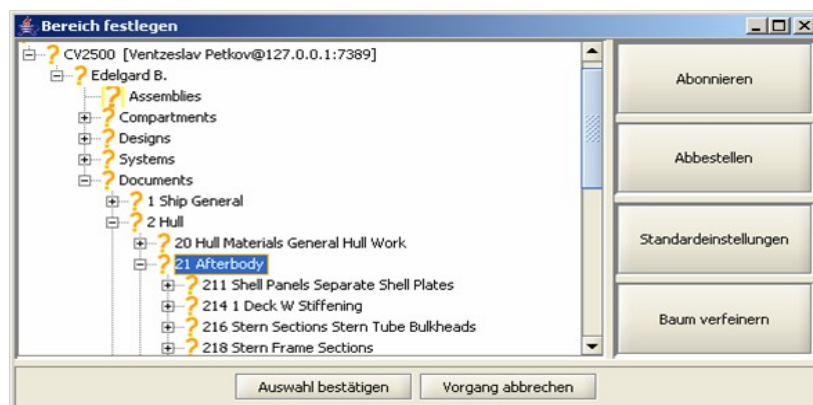


Abbildung 2.27: Abonnieren

3 Änderungserkennung in Dokumenten

3.1 Einführung

Das PDF-Format (Portable Document Format) ist ein von [Adobe] entwickeltes offenes Dateiformat. Dieses Format dient zum sicheren und zuverlässigen Austausch von elektronischen Dokumenten. Die wichtigste Eigenschaft dieses Formates besteht darin, dass die Dokumente unabhängig von einem bestimmten Textverarbeitungsprogramm und/oder einem Betriebssystem in der von dem Autor festgelegten Form betrachtet und gedruckt werden. Die PDF-Unterformate [PDF/A] und [PDF/X] sind von der ISO offiziell zum internationalen Standard anerkannt worden. Das PDF-Format ist ein weit verbreiteter Standard, da es ein offener Standard ist, gibt es auf dem Markt zahlreiche Software-Produkte, die PDF-Dateien erzeugen, bearbeiten und konvertieren können. Zusätzlich existieren für viele Programmiersprachen Softwarebibliotheken, welche die Erstellung und Bearbeitung von PDF-Dokumenten ermöglichen.

Die Basis für das PDF-Format ist das PostScript-Format. PostScript ist für die Ausgabe von Daten entwickelt worden und ist eine Sprache, die Vektorberechnungen für die Beschreibung der Seiten verwendet.

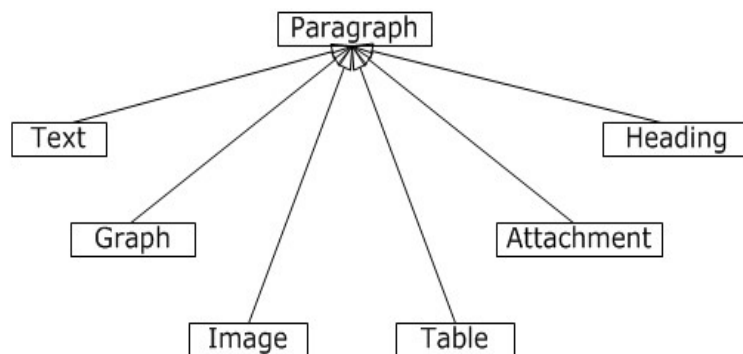


Abbildung 3.1: Modell PDF Absatz

Das PDF-Format besteht aus dem eigentlichen Dokument (Layout) und Zusatzinformationen (Strukturdaten für Verknüpfungen, Querverweistabelle u.a.). Die einzelnen Seiten sind völlig unabhängig voneinander. Das erleichtert eine Aufteilung des Dokumentes.

3.2 Objekte in PDF Dokumenten

PDF-Dokumente haben eine festgelegte Struktur. Die einzelnen Strukturelemente (Objekte) sind im folgenden Modell dargestellt.

Objekte in einem Dokument sind:

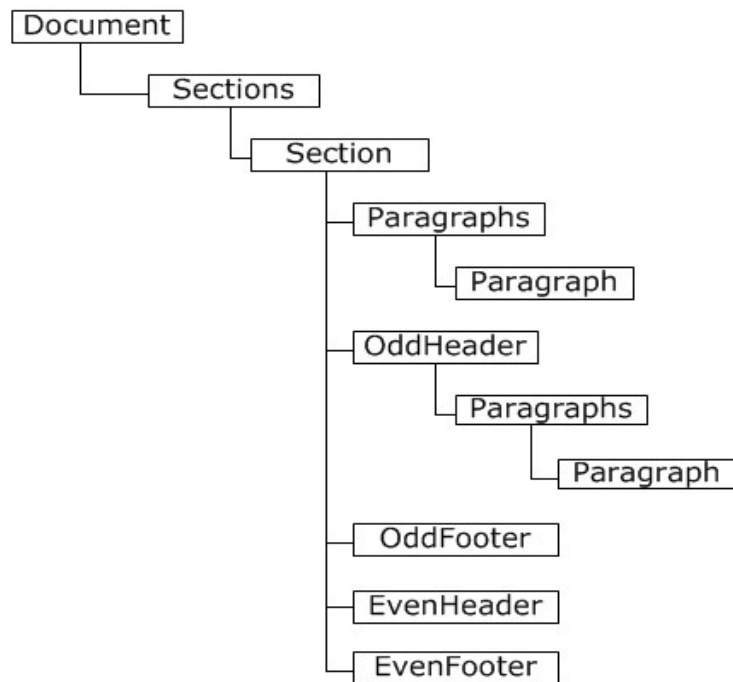


Abbildung 3.2: Modell PDF Hauptstruktur

1. Dokument
2. Sektion
3. Absatz
4. Kopfzeile
5. Fusszeile

Dabei werden folgende Auflistungen in einem Dokument enthalten:

1. Sektionen (Sections)
2. Absätze (Paragraphs)

Ein Dokument besteht aus mehreren Sektionen. Jede Sektion beinhaltet eine Kopfzeile, eine Fusszeile und eine Liste von Absätzen.

Jeder Absatz besteht aus Text, Grafik, Bild, Tabelle, Kopf und Anhang. Der Anhang kann z.B. eine Audio- oder Videodatei sein. Objekte, die zu einem Absatz gehören sind auf Abbildung 3.1 dargestellt.

Ein Textteil kann aus mehreren Segmenten bestehen. Ein Segment umfasst dabei Text mit bestimmter Formatierung.

Eine Tabelle enthält Zeilen und jede Zeile besteht aus mehreren Zellen. Jede Zelle hat eine Liste von Absätzen.

Eine Grafik ist eine Kollektion von Figuren, wobei eine Figur kann ein Rechteck, Kreis, Linie, Kurve oder Bogen sein.

3.3 Änderungen in PDF-Dokumenten

Um Änderungen in PDF-Dokumenten untersuchen zu können ist es notwendig, den Entstehungsprozess eines PDF-Dokumentes zu berücksichtigen. Ein PDF-Dokument kann mit verschiedenen Werkzeugen erstellt werden. Am meisten verbreitet ist die Software Adobe Acrobat der Firma Adobe Systems. Eine andere Möglichkeit ist anhand eines so genannten PDF-Druckers die Druckerausgabe als PDF-Dokument zu speichern.

Bei der Erstellung eines PDF-Dokumentes wird in den meisten Fällen vorausgesetzt, dass ein Dokument in einer bestimmten editierbaren Form existiert (z.B. Microsoft Word oder Excel, Open Office, dxf-, jpg-Datei und andere). Durch die o.g. Werkzeuge werden diese Dokumente in das PDF-Dokument umgewandelt. Einige Werkzeuge wie Adobe Acrobat bieten die Möglichkeit, bereits erstellte PDF-Dokumente zu editieren. Es ist dabei auch möglich, Formulare mit Formularfeldern (Textfelder, Auswahllisten, Checkbox) zu erstellen.

Daraus ergibt sich, dass PDF-Dokumente unterschiedliches Ursprungs und Ergebnis eines unterschiedlichen Entstehungsprozesses sein können. Das erklärt, warum keines der bekannten Werkzeuge eine Versionskontrolle anbietet. Sogar die PDF- „Ursprungssoftware“ Adobe Acrobat bietet nur eine nicht sehr ausgereifte Vergleichsfunktionalität. Folgende Anwendungsfälle stellen mögliche Szenarien bezüglich einer Änderungserkennung dar.

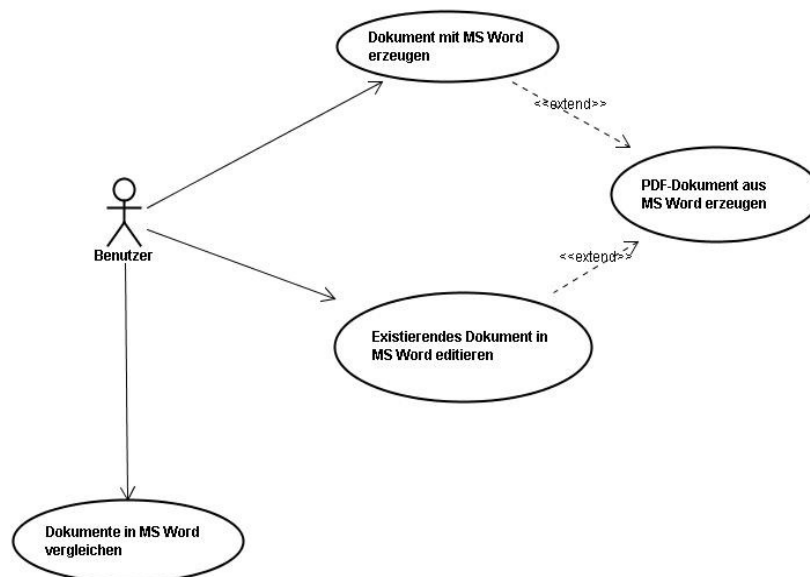


Abbildung 3.3: Anwendungsfall 1

3.3.1 Anwendungsfälle

1. PDF-Dokumente werden mit einem Texteditor erstellt. In diesem Fall

werden PDF-Dokumente nur für die Ausgabe benutzt. Dabei können die Funktionen für eine Änderungserkennung von den zum Einsatz kommenden Textverarbeitungssystemen genutzt werden. Solange die editierbaren Ausgangsdateien vorhanden sind, können Änderungen anhand dieser Funktionen verfolgt werden..

2. Es existieren zwei oder mehr PDF-Dateien, welche Varianten eines Dokumentes repräsentieren. Zum Beispiel ist eine Datei an einen Empfänger gesendet worden und später eine zweite, korrigierte Variante. Der Empfänger möchte die Unterschiede in den Dokumenten nachvollziehen. Dazu können Kommentare, begleitende Beschreibung der Änderung, existieren. Eine Sicherstellung der Änderungen kann durch die existierende Vergleichsfunktion, welche von einigen Werkzeugen unterstützt wird, eingesetzt werden.

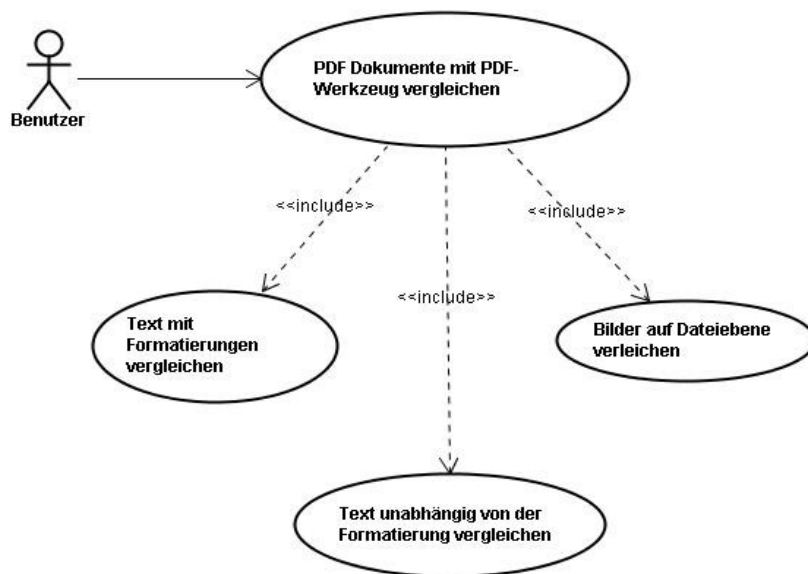


Abbildung 3.4: Anwendungsfall 2

3. Eine dritte Möglichkeit bieten so genannte Konvertierungstools wobei das Dokument in ein anderes Format konvertiert wird. Das kann Microsoft Word, Open Office, HTML oder ein anderes Format sein. Anschließend können Programme zur Änderungserkennung angewendet werden.
4. Schnittstellen zur Bearbeitung von PDF-Dokumenten werden für verschiedenen Programmiersprachen wie Java, PHP, C++ u.a. angeboten. Diese ermöglichen die Entwicklung von Software für eine Änderungserkennung in PDF-Dokumenten. Damit diese einen Mehrwert gegenüber der existierenden Vergleichsmöglichkeiten einiger Systeme darstellen kann, ist es notwendig, dass die PDF-Dokumente bestimmten Einschränkungen unterliegen. Dies können eine festgelegte Dokumentstruktur, bestimmte Standards für Formatierungen, festgelegte Tabellen u.a. sein.

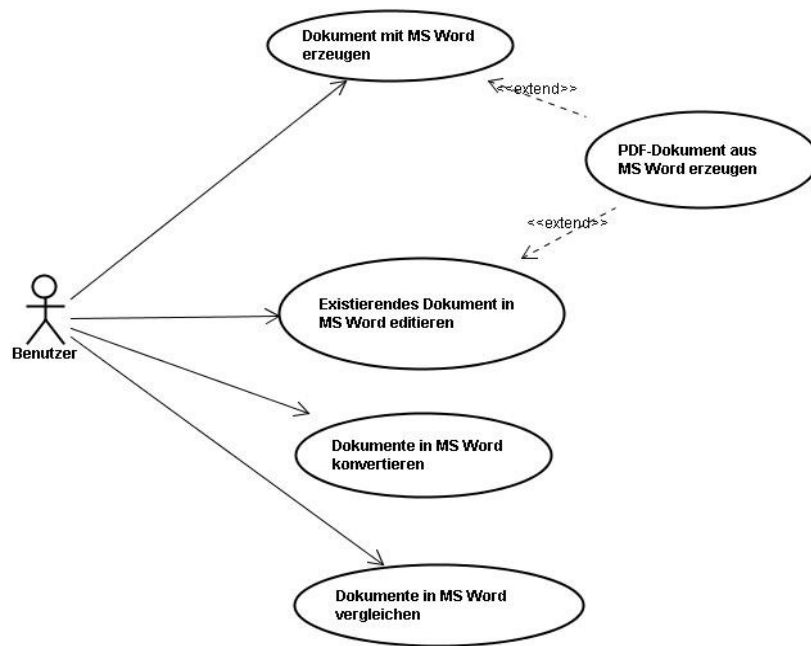


Abbildung 3.5: Anwendungsfall 3

3.3.2 Änderungstypen

Aus der Sicht eines PDF Dokuments existieren drei Haupttypen von Änderungen:

- Textänderung
- Bildänderung
- sonstige Änderungen

Wie aus dem Modell des PDF Dokumentes entnommen werden kann, betreffen diese Änderungen das Paragraph-Objekt.

1. Textänderungen beinhalten die Änderungen der Textinhalte und deren Formatierungen. Diese Änderungen können sehr fein verfolgt werden, wobei gelöschte Wörter oder Wortteile, hinzugefügte Texte, Änderungen der Schriftgröße oder Schriftart usw. nachvollziehbar sind.
2. Bildänderungen sind Änderungen des Imageobjekts. Diese können nur mit hoher Granularität verfolgt werden. Es kann nur festgestellt werden, dass ein Imageobjekt geändert worden ist, aber nicht, welche Änderungen innerhalb des Objektes erfolgt sind.
3. sonstige Änderungen betreffen grafische Objekte, Navigationselemente, z.B. Änderungen bei Linien, Rechtecke, Kreise oder Verknüpfungen.

3.3.3 Anforderungen an PDF-Änderungserkennungswerkzeuge

Aufgrund des unterschiedlichen Ursprungs können PDF-Dokumente keiner internen Versionskontrolle unterliegen. Dadurch ergibt sich als eine Möglichkeit PDF-Dateien zu vergleichen. Werkzeuge hierfür existieren auf dem Markt. Anforderungen lassen sich formulieren zu:

1. Textänderungen wie Löschen, Hinzufügen, Ändern von Worten und Textpassagen sollen erkannt werden,
2. Änderungen der Bildobjekte wie Zeichnungen sollen erkannt werden,
3. Änderungen in Tabellen, darunter Textänderungen in Zellen, Hinzufügen von Zeilen Spalten sollen erkannt werden.
4. Das Vergleichen von PDF-Dokumenten soll als Ergebnis ein Vergleichsprotokoll mit der Auflistung der gefundenen Änderungen liefern.
5. Das Ergebnisprotokoll soll eine Zusammenfassung enthalten, welche einen Überblick über die Ergebnisse ermöglicht:
6. Alle gefundenen Änderungen sollen im Protokoll aufgenommen sein,
7. eine genaue Lokalisierung der gefundenen Änderungen soll im Protokoll vorhanden sein,
8. das Protokoll soll Kopien der beiden vergleichenden PDF-Dokumente enthalten. In jeder Kopie sollen die jeweiligen Stellen der Änderungen gekennzeichnet sein: durch Unterstreichen, Durchstreichen oder Umkreisen mit einer anderen Farbe.
9. Navigationsmöglichkeiten bei der Darstellung der Änderungen erleichtern die Verfolgung der Änderungen. Es soll möglich sein, automatisch zu der nächsten oder vorherigen Änderung navigieren zu können.
10. Eine Übernahme oder Ablehnung der Änderungen und darauf folgende Zusammenführung der Dokumente ist wünschenswert.

3.4 Existierende Werkzeuge

Es existieren mehr als 800 Softwarewerkzeuge, welche die Erstellung, Bearbeitung und Verwaltung von PDF-Dokumenten ermöglichen. Diese können in folgende Kategorien aufgrund ihrer Funktionen untergliedert werden.

1. **Editing & Management:** Software zum verwalten, editieren, ändern, umwandeln.
2. **Prepress, Print & PDF/X:** Prepress Software, preflighting, PDF/X, Farbverwaltung.
3. **Imposition & Color:** Farben prüfen, teilen und korrigieren. Seiten ordnen, umsortieren.
4. **Extraction:** Text, Bilder und Daten aus PDF in andere Formate extrahieren.
5. **Split, Merge & Append:** Teilen, Zusammenführen, Hinzufügen, Prüfen und Vergleichen.
6. **Stamp & Watermark:** Stempel, Wassermarke hinzufügen, bearbeiten.
7. **Links & Bookmarks:** Navigationselemente hinzufügen, editieren verwal-

ten.

8. **Creation & Conversion:** PDF aus verschiedenen Dateitypen erzeugen.
9. **Developers:** Entwicklungswerkzeuge und Bibliotheken zum Erzeugen, Editieren und Verteilen von PDF-Dateien.
10. **Forms & FDF:** Erstellen, editieren, sammeln und extrahieren Daten aus PDF-Formularen.
11. **Server-side:** Server Software zur Konvertierung, Bearbeitung und Bereitstellung.
12. **Security & DRM:** Sicherheit und Schutz für PDF-Dokumente.
13. **Searching & Indexing:** Metadaten, Dokumentinformationen, Indexieren und Suchen.

Obwohl so eine große Zahl freier und kommerzielle Software existiert, können nur wenige die Änderungen in PDF Dokumenten untersuchen. Diese Funktionalität wird, wenn vorhanden, durch eine Vergleichsfunktion implementiert. Folgende Programme mit der Möglichkeit PDF-Dokumente zu vergleichen wurden gefunden: Adobe Acrobat [Adobe], DiffDoc [DiffDoc] und CompareSuite [Compare Suite].

Adobe Acrobat ist die Hauptanwendung der Firma Adobe. Neben vielen weiteren, unterschiedlichen Werkzeugen bleibt Adobe Acrobat das Hauptprogramm zur Erstellung von PDF Dokumenten. DiffDoc und Compare Suite sind so ge-

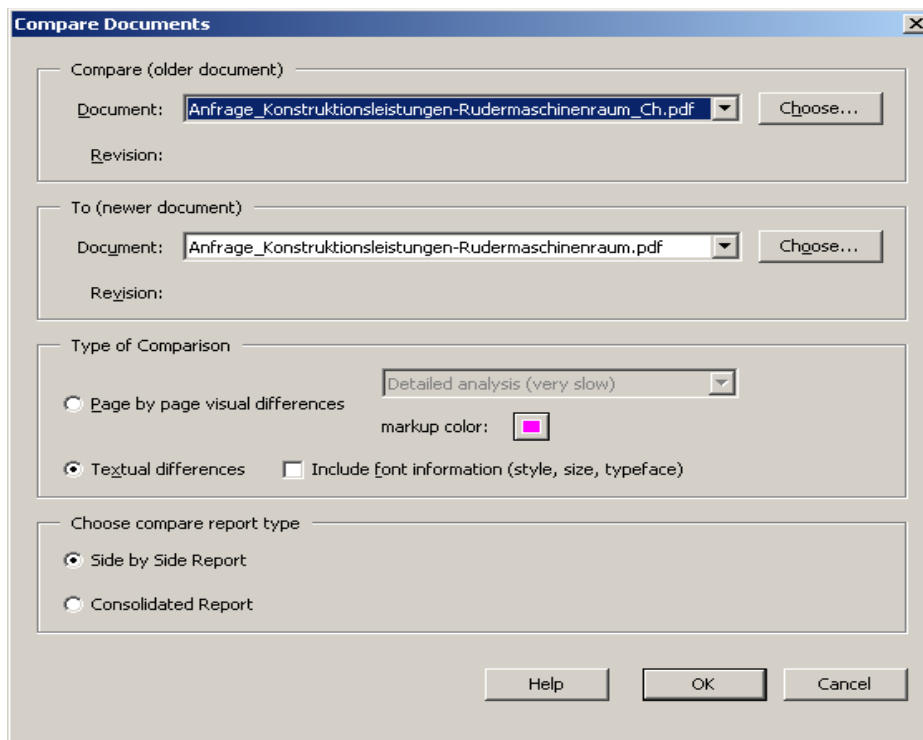


Abbildung 3.6: Vergleichsansicht Adobe Acrobat

nannte Diff-Werkzeuge, welche Änderungen in Textdokumenten in unterschiedlichem Format identifizieren können. Diese Werkzeuge unterstützen Text, HTML, RTF, MS Word, MS Excel, WordPerfect und PDF.

Die folgenden Beispiele wurden durch Anwendung der Werkzeuge Adobe Acrobat, DiffDoc und CompareSite durchgeführt. Dokumente aus dem schiffbau-lichen Entwicklungsprozess im PDF-Format wurden in Bezug auf unterschiedliche Änderungen verglichen.

3.4.1 Textänderung

Bei der Textänderung werden PDF-Dokumente nach Änderungen des textlichen Inhalts untersucht. Folgende Änderungen wurden vorgenommen: Änderung von Wörtern und Zahlen, Löschen und Hinzufügen von Wortgruppen.

Vergleich mit Adobe Acrobat 6.0

Der Vergleich der Textinhalte mit Adobe Acrobat kann unter der Berücksichti-

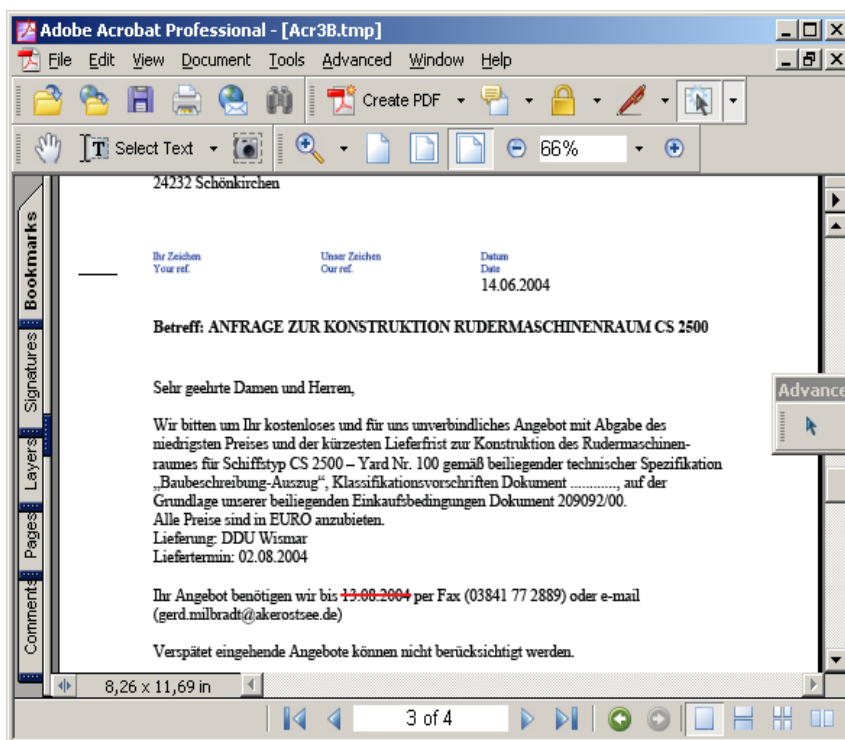


Abbildung 3.7: Version 1

gung der Formatierungsänderungen oder ohne durchgeführt werden. Der Bericht kann als Gesamtzusammenfassung oder Seite für Seite detailliert erstellt werden. Abbildung 3.6 stellt die möglichen Einstellungen für den Vergleich mit Adobe Acrobat dar.

Das Ergebnis der Vergleichsfunktion ist ein Bericht entsprechend des ausgewählten Berichtstyps in Form eines PDF-Dokumentes. Dabei wurde die folgende Vorge-

hensweise festgestellt. Alle entfernten oder geänderten Wörter aus dem ersten Dokument werden als gelöscht bezeichnet und alle hinzugefügten oder geänderten Wörter in dem zweiten Dokument als hinzugefügt. Abbildung 3.9 stellt die Zusammenfassung des Vergleichsberichtes dar.

Kopien der zu vergleichenden Dokumente mit Markierungen der gefundenen Änderungen sind im Bericht ebenfalls vorhanden. Abbildungen 3.6 und 3.8 zeigen Kopien der verglichenen Dokumente im Bericht. Die Stellen im Dokument mit Änderungen sind entsprechend markiert. Dabei sind hinzugefügte und geänderte Teile in blau unterstrichen und gelöschte oder geänderte Stellen im Ausgangsdokument rot durchgestrichen.

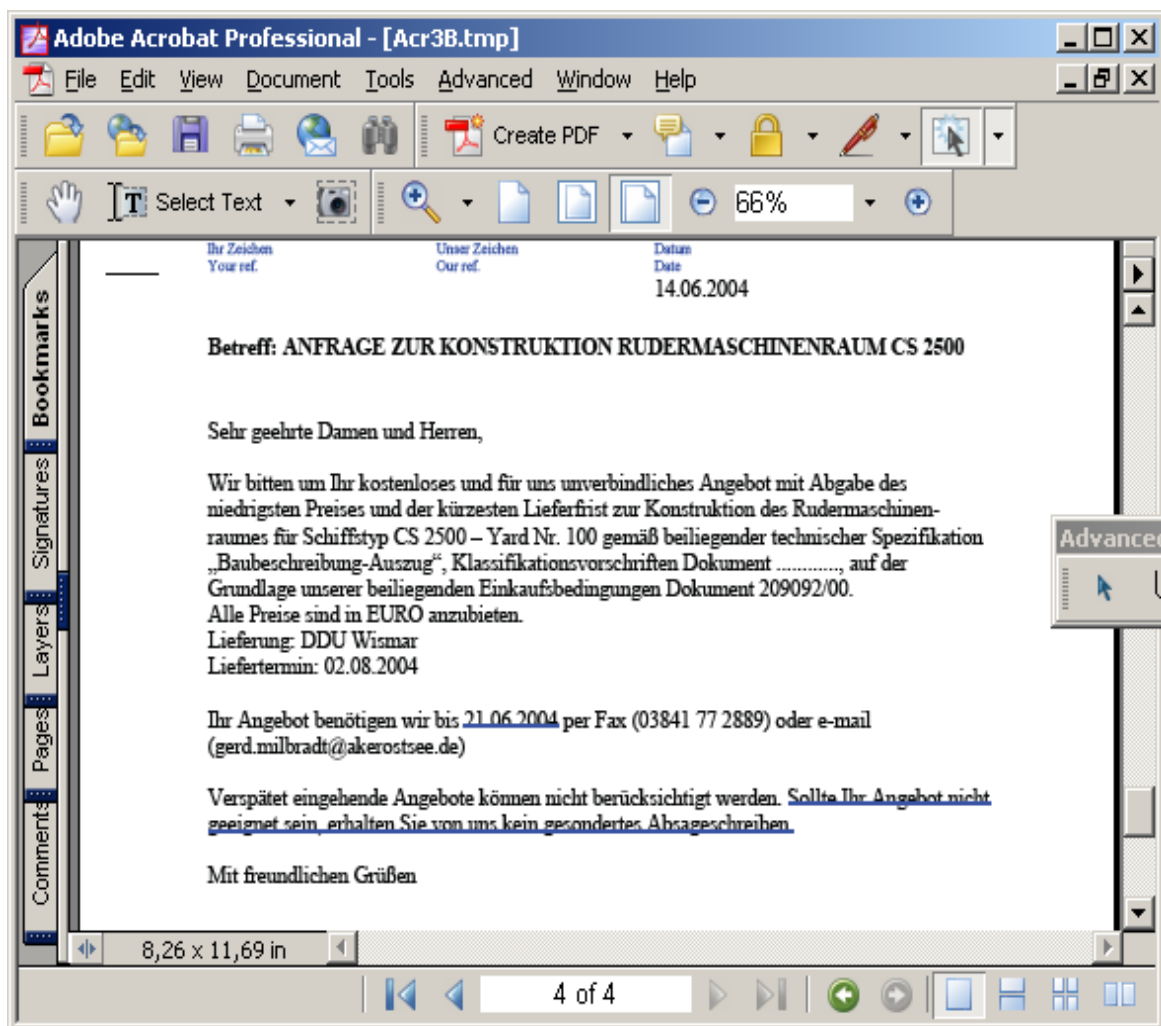


Abbildung 3.8: Version 2

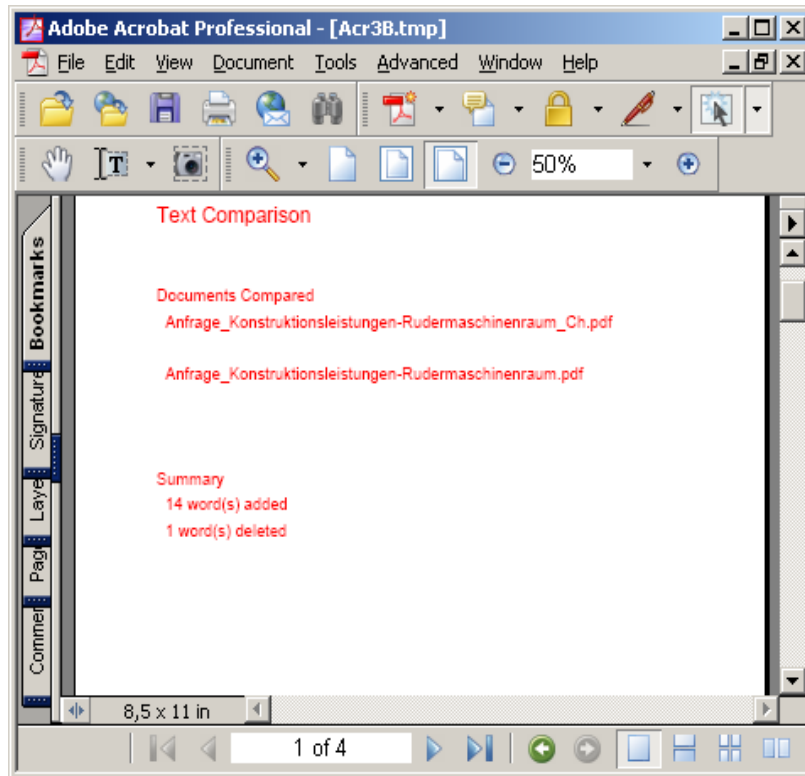


Abbildung 3.9: Vergleichsbericht

Vergleich mit DiffDoc

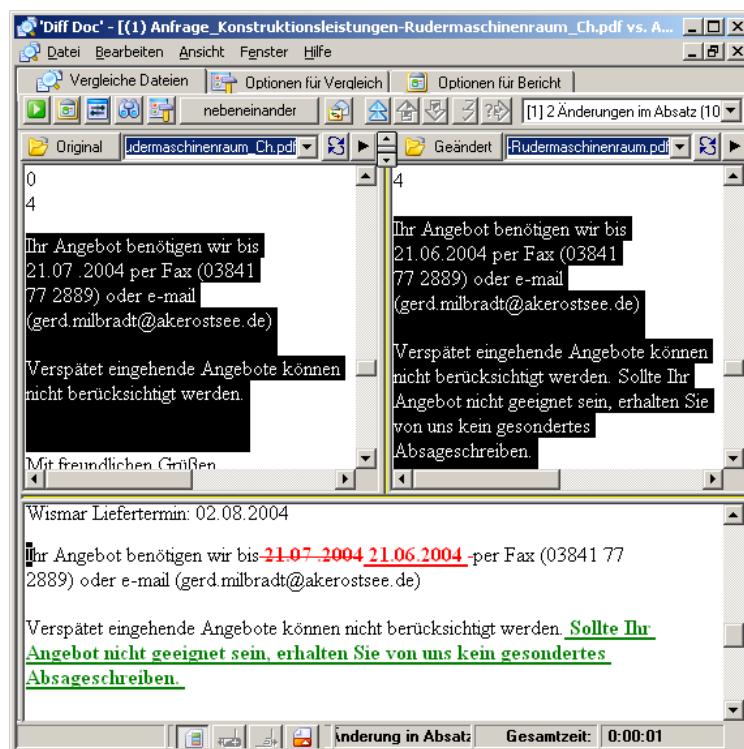


Abbildung 3.10: Vergleich mit DiffDoc

DiffDoc ist ein Softwarewerkzeug zum Vergleichen von Dokumenten, unterstütz-

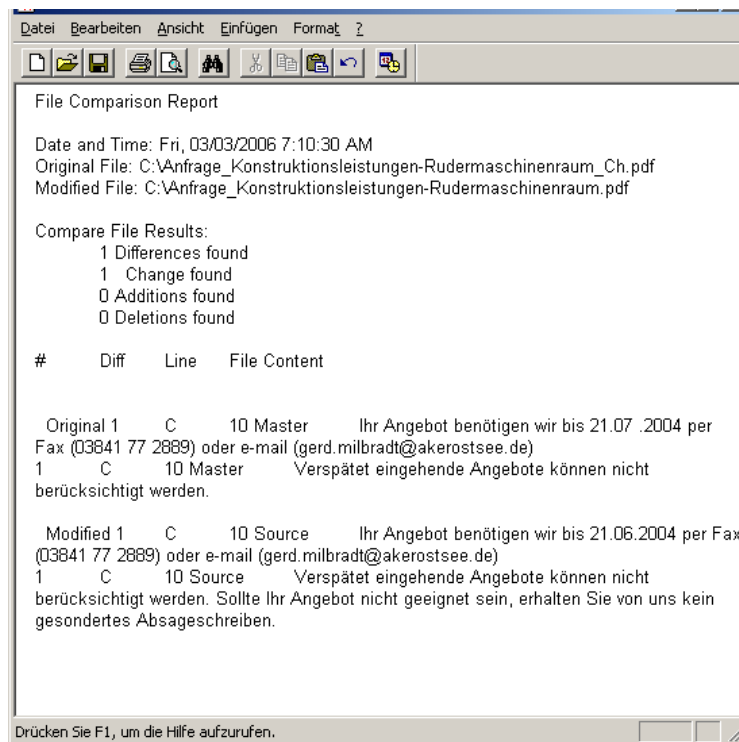


Abbildung 3.11: Bericht DiffDoc

te Formate sind MS Word/Excel, PDF, WordPerfect, Rich Text (RTF), Text, und HTML-Dokumente. Der Vergleich von PDF-Dokumenten erfolgt ähnlich wie bei Adobe Acrobat. Ein wesentlicher Unterschied ist die Navigationsmöglichkeit, welche die Anzeige des nächsten oder vorherigen Unterschieds enthält. Abbildung 3.10 stellt das Hauptfenster von DiffDoc dar.

Die Anwendung erlaubt das Erstellen eines Berichtes in Format MS Word, HTML, Text und CSV (Komma getrennte Werte). Abbildung 3.11 stellt den Bericht im Textformat dar.

3.4.2 Änderungen in Tabellen

Änderungen in Tabellen beim Vergleich der Textinhalte werden wie einfache Textänderungen interpretiert. Die Inhalte der Zellen der Tabelle werden so verglichen, dass das Hinzufügen einer leeren Spalte oder Zeile nicht als eine Änderung erkannt wird.

Das Hinzufügen einer nicht leeren Spalte oder Zeile führt dazu, dass mehrere Zelleninhalte als geändert bezeichnet werden. Abbildungen 3.12 und 3.13 zeigen den Bericht in Adobe Acrobat nach dem Hinzufügen einer nicht leeren Spalte zu der Tabelle eines PDF-Dokumentes. Bei diesem Beispiel sind keine Änderungen an den Daten vorgenommen worden. Alle Daten nach der ersten hinzugefügten Zelle werden als geändert markiert.

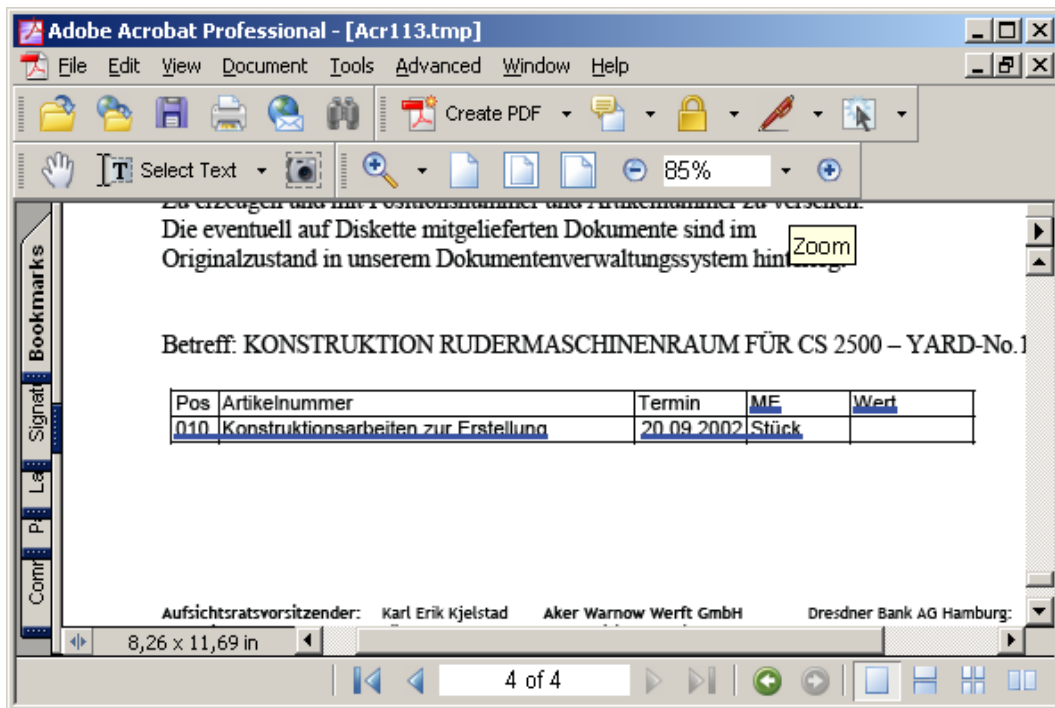


Abbildung 3.12: Änderungen in Tabellen Neu

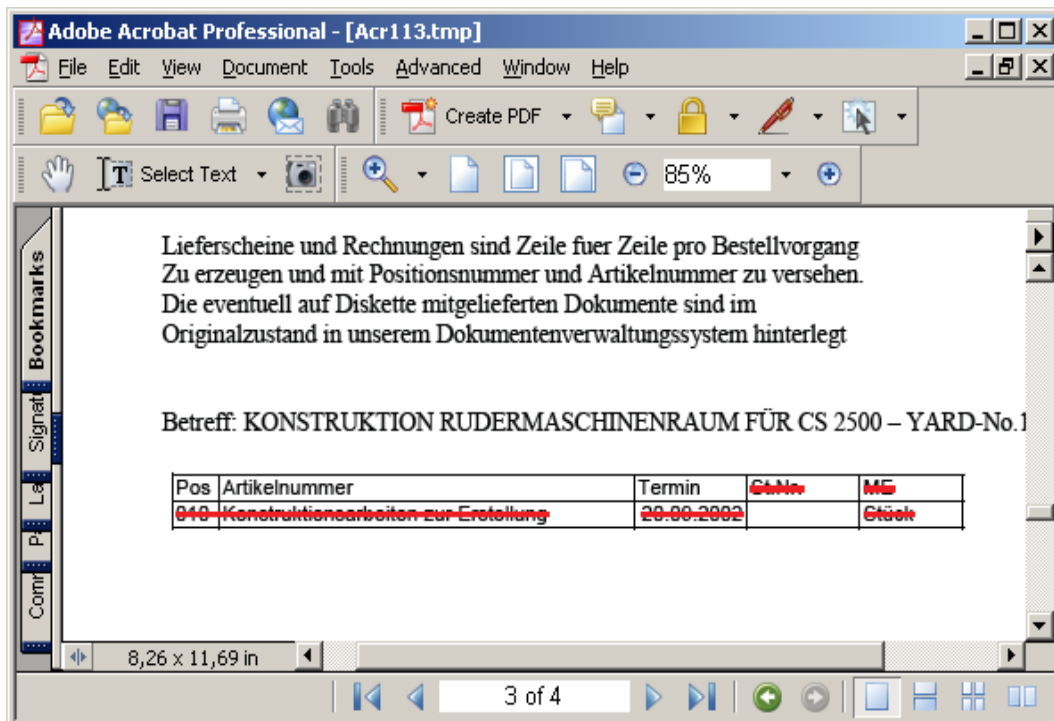


Abbildung 3.13: Änderungen in Tabellen Original

Der Vergleich der gleichen Änderung durch Compare Suite ergibt Dank des reinen Textvergleichs das Auffinden des tatsächlichen Unterschiedes. Es wird

festgestellt, dass ein Wort hinzugefügt wurde. Das Hauptfenster der Anwendung ist in Abbildung 3.14 zu sehen.

3.4.3 Änderungen in Grafiken

Änderungen in Zeichnungsdateien können mit Adobe Acrobat untersucht werden. Bei einem einfachen Vergleich wird das geänderte Bild durch einen Rahmen markiert (Abbildung 3.15). Bei einem detaillierten Vergleich wird das ganze Bildobjekt als Änderung markiert. Abbildung 3.16 zeigt das Ergebnis beim detaillierten Vergleich zweier Zeichnungsdateien, die ganze Zeichnung ist als geändert markiert. Eine Textsuche innerhalb des Zeichnungsdokumentes ist ebenfalls möglich. Das Ergebnis enthält neben der tatsächlichen Änderungen auch andere, welche keinen erkennbaren Unterschied aufweisen. In Abbildung 3.16 wurden zum Beispiel drei Änderungen in der Zeichnung erkannt, obwohl nur eine tatsächliche Änderung existiert. Der Wert 20.** ist in beiden Dateien gleich, genauso wie der Wert 15.5. Daraus lassen sich die folgenden Schlüsse ziehen:

- Änderungen an Bildobjekten in einem PDF-Dokument werden im Ganzen erkannt. Bei der Anzeige werden die geänderten Objekte markiert.
- Obwohl eine detaillierte Suche nach Änderungen innerhalb eines Bildobjektes die existierenden Änderungen erfasst, werden Teile des Bildobjektes, welche keine Änderungen enthalten, ebenfalls als geändert markiert.

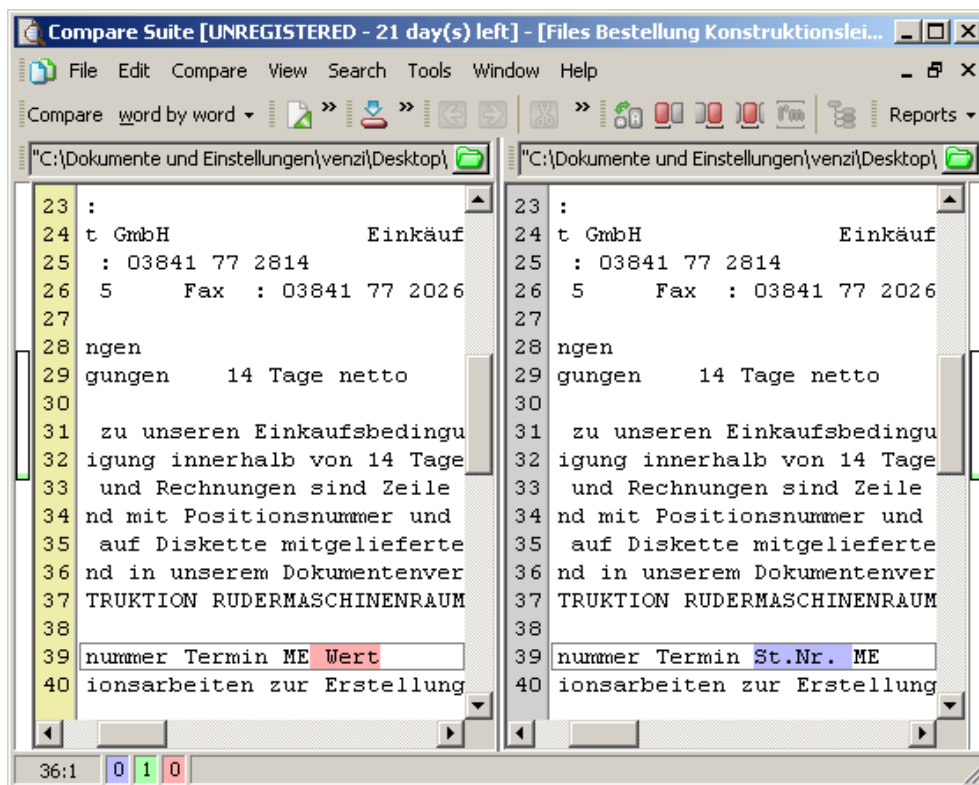


Abbildung 3.14: Vergleich mit Compare Suite

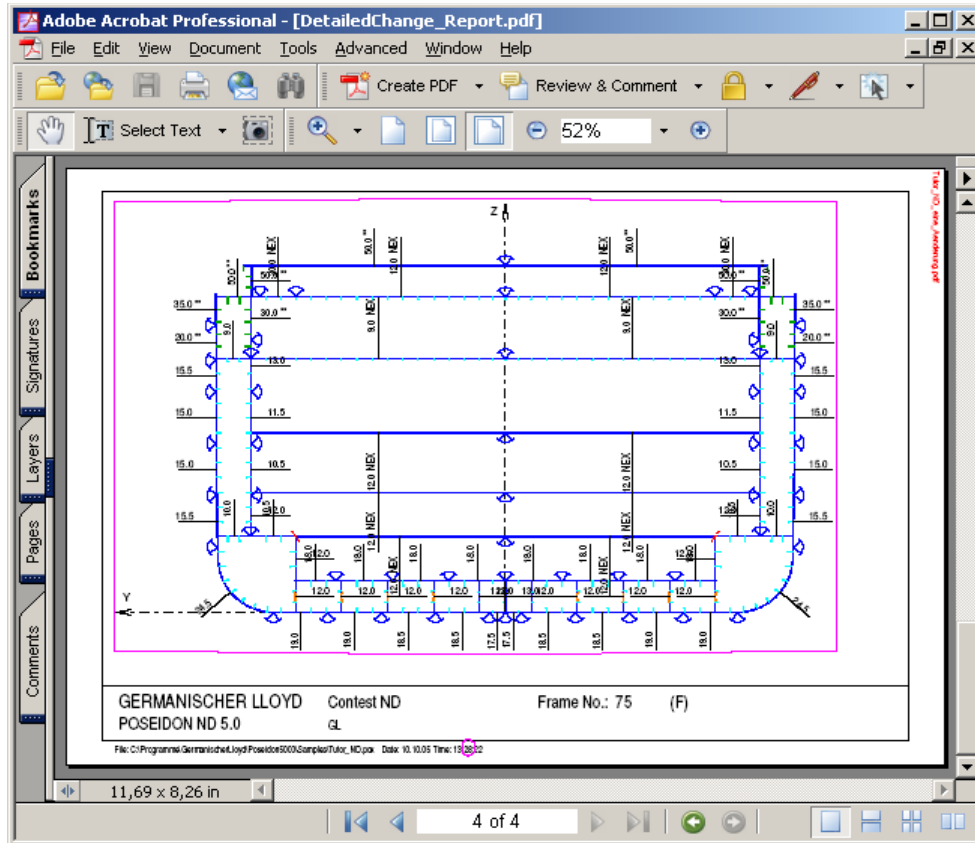


Abbildung 3.15: Vergleich Bildobjekte

Der Versuch Bilddateien mit den Werkzeugen DiffDoc und Compare Suite zu vergleichen führte zu keinen brauchbaren Ergebnissen. Die Darstellung und inhaltliche Interpretation der PDF Dokumente ist fehlerhaft. Abbildung 3.16 zeigt das Ergebnis eines Vergleichs mit Compare Suite. Die Änderung ist gefunden, aber

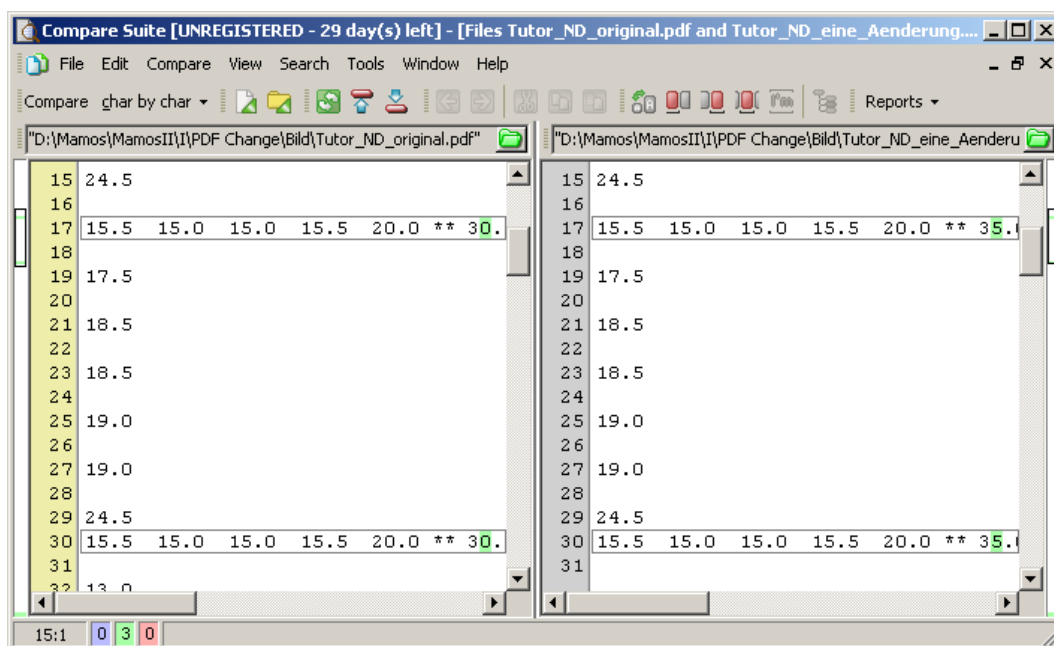


Abbildung 3.16: Vergleich Zeichnung Compare Suite

anhand der Darstellung ist des Ergebnis nutzlos. Ähnliche Resultate liefert auch der Vergleich mit Werkzeug DiffDoc.

3.5 Zusammenfassung

Änderungen in PDF-Dokumenten lassen sich durch einige auf dem Markt existierende Softwarewerkzeuge untersuchen. Dies erfolgt anhand eines Vergleiches zwischen zwei PDF-Dokumenten. Eine Änderungsverfolgung und Versionskontrolle ist aufgrund des unterschiedlichen Ursprungs der PDF-Dokumente in keinem der Werkzeuge implementiert. Die hier betrachteten Werkzeuge sind in der Lage, textbasierte PDF-Dokumente schnell und zuverlässig zu vergleichen. Ein Vergleich von Bild- und Zeichnungsdokumenten im PDF-Format wird nur bedingt und unzureichend unterstützt.

Es existieren Konvertierungswerkzeuge, welche PDF-Dokumente in anderen Dokumentenformate umwandeln können. Dies ermöglicht den Einsatz von Programmen zur Änderungerkennung für andere Dokumentformate, wie z.B. MS Office, Open Office u.a., welche nach einer Konvertierung des PDF-Dokumentes eingesetzt werden können.

Drei Werkzeuge Adobe Acrobat, DiffDoc und Compare Suite wurden anhand von Beispieländerungen untersucht. Aus den Beispielen ergibt sich, dass DiffDoc und Compare Suite zum Vergleichen von textbasierten Dokumenten besser geeignet sind. Zum Vergleichen von Zeichnungsdokumenten ist Adobe Acrobat das bessere Werkzeug. Tabelle 4 präsentiert die Erfüllung der Anforderungen durch die geprüften Werkzeuge.

	<i>Anforderung</i>	<i>Adobe Acrobat</i>	<i>DiffDoc</i>	<i>Compare Suite</i>
1	Erkennen: Text löschen, ändern hinzufügen	Ja	Ja	Ja
2	Grafische Änderungen erkennen	Ja	Nein	Nein
3	Tabellenänderungen	Ja	Ja	Ja
4	Protokoll der Änderungen	Ja	Ja	Ja
5	Zusammenfassung im Protokoll	Ja	Ja	Ja
6	Alle Änderungen im Protokoll	Ja	Nein	Ja
7	Lokalisierung der Änderungen	Ja	Ja	Ja
8	Kopien mit Markierung im Protokoll	Ja	Ja	Ja
9	Navigation	Nein	Ja	Ja
10	Zusammenführen von Änderungen	Nein	Nein	Nein

Tabelle 4: Feature Matrix der Werkzeuge

4 Änderungserkennung in Produktmodellldaten

4.1 Einführung

Heute angewendete Verfahren für die Erfassung, Weiterleitung und Verfolgung von Änderungen im Entwurfs-, Konstruktions- und Fertigungsprozess von Schiffen erlauben keine ausreichende Unterstützung der beteiligten Akteure. Dabei können Methoden für die automatisierte Erkennung von Änderungszuständen auf der Basis von unterschiedlichen Produktbeschreibungen die Teilnehmer in dem Entwurfsprozess unterstützen. Grundlage für die Entwicklung und Implementierung solcher Methoden ist die Existenz von standardisierten Produktbeschreibungen. Die internen Produktbeschreibungen der verschiedenen gegenwärtigen PDM (Produkt Data Management), CAD und CAE Systeme im Schiffbau sind nicht zugänglich und unterliegen nicht einem einheitlichen Modell. Es existieren produktbeschreibende Modelle, welche durch entsprechenden Schnittstellen von diesen Systemen ganz oder teilweise unterstützt werden. Dazu gehören zum Beispiel die Standards STEP, DXF, IGES. Das ERM (Enterprise Reference Model) der Firma Atlantec Enterprise Solution bietet ebenfalls ein schiffbauspezifisches Modell für eine Produkt- und Prozessbeschreibung.

Im Rahmen des Projektes wurde eine Spezifikation für die Prototypimplementierung erarbeitet. Diese wurde durch den begleitenden Ausschuss angeregt und betrifft den Vergleich von Geometriedaten der Schiffsform. Die im Projekt erfolgte Implementierung basiert dabei auf Geometriedaten im IGES Format.

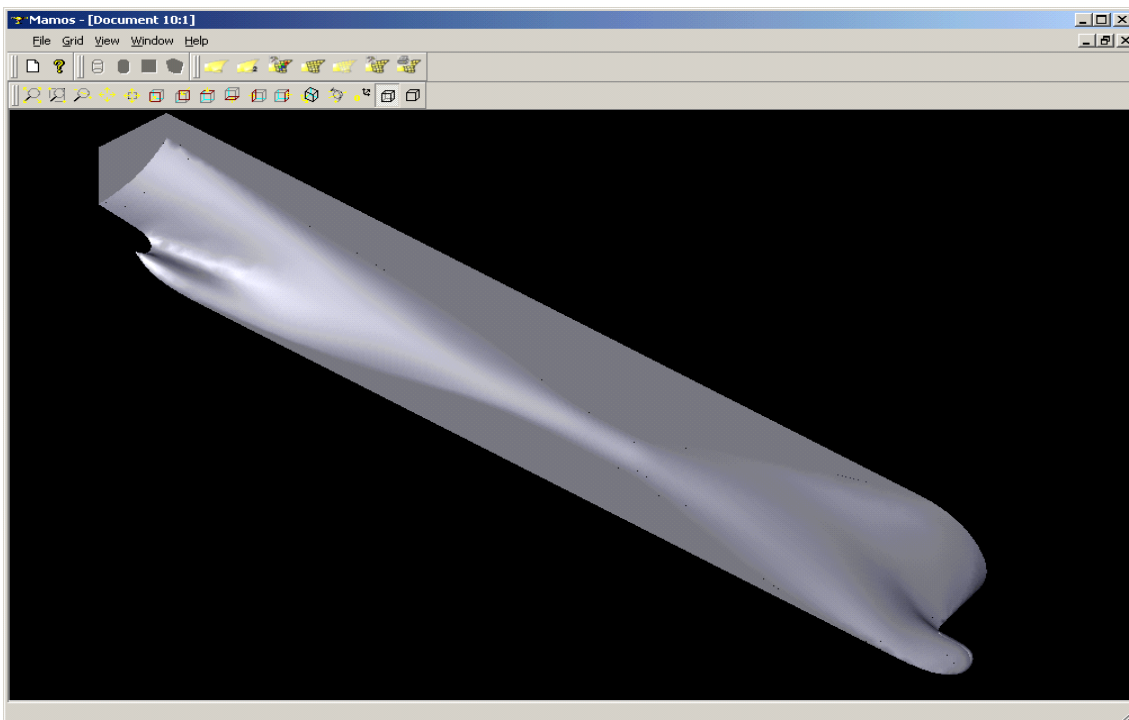


Abbildung 4.1: Geometriedaten einer Schiffsform

4.2 Vergleich von Produktmodelldaten

Produktmodelldaten bestehen sowohl aus Geometriedaten, als auch aus produktbeschreibenden Struktur- und Produktmetadaten.

Geometriedaten beschreiben zwei- oder dreidimensionale Geometrieobjekte. Diese können durch entsprechende Anwendungen dargestellt, geändert und gespeichert werden. Geometrische Eigenschaften wie Länge, Breite, Volumen u.a. sind in dieser Repräsentation enthalten. Verschiedene Abmessungen können dabei vorgenommen werden. Abbildung 5.2 zeigt die Labormusteranwendung, welche innerhalb des Projektes entwickelt wurde und die Darstellung der Geometrie einer Schiffsform mit Hilfe dieser Anwendung. Ein Vergleich, eine Änderungserkennung in Produktmodelldaten kann innerhalb von produktbeschreibenden Daten oder Geometriedaten erfolgen.

4.2.1 Änderungen in produktbeschreibenden Informationen

Die Informationen besitzen eine hierarchische Struktur. Bauteile bestehen aus anderen Bauteilen und diese gehören zu einem Entwurfsbereich. Dadurch sind verschiedene Typen von Änderungen zu unterscheiden:

1. Änderung der beschreibenden Informationen zu einem Bauteil.
2. Änderungen von Informationen zu einem zu dem Bauteil gehörenden Teil (Unterteil).
3. Hinzufügen, Löschen von Unterteilen.
4. Verschieben innerhalb der Struktur.

Damit alle Änderungen nachvollziehbar sind, soll der Zustand des betreffenden Objektes nicht durch den neuen Zustand ersetzt werden, sondern als neue Version des Objektes gespeichert werden. Abbildung 4.2 stellt die Versionen zu einem Informationsobjekt dar. Auf dem Bild ist das Dokument „Rudermaschine“ mit den zugehörigen beiden Versionen zu sehen. Zu einem Zeitpunkt ist immer nur eine Version als aktiv (aktuell) gekennzeichnet. Die andere, nicht aktive Version ist auf dem Bild ausgeblendet dargestellt.



Abbildung 4.2: Versionen

Ein Zustand des gesamten Datenbestands beinhaltet Informationsobjekte mit ent-

sprechenden Versionen. Änderungen können nur durch Vergleich zwischen zwei Zuständen eines Objektes erkannt werden. Um Änderungen in dem gesamten System zu finden, sollen zwei Zustände des Gesamtsystems verglichen werden. Dabei kann zuerst überprüft werden, welche Objekte unterschiedliche Versionen im Gesamtzustand haben. Danach können Änderungen zwischen zwei Versionen eines konkreten Informationsobjektes untersucht werden.

So kann beispielsweise überprüft werden, welche Objekte im System eine aktive Version mit Zeitstempel nach einem konkreten Datum besitzen. Diese Frage kann in folgender Form ausgedrückt werden: Welche Objekte haben sich nach dem konkreten Datum geändert, bzw. welche Objekte sind hinzugefügt worden.

Das Vorhandensein einer neuen Version deutet auf eine Änderung hin, aus der Sicht des Nutzers ist es wichtig zu wissen, was sich bei der neuen Version geändert hat. Dies kann durch eine Änderungserkennungsfunktion realisiert werden.

4.2.2 Vergleich und Auffinden von Änderungen in Geometriedaten

Das Problem der Änderungsdarstellung zweier Schiffsformen entsteht bei der Modifizierung einer Ausgangsform. Die ggf. optimierte, zweite Variante dieser Ausgangsform ist in schiffbaulichen Projekten z.B. das Ergebnis der Arbeit der Versuchsanstalt.

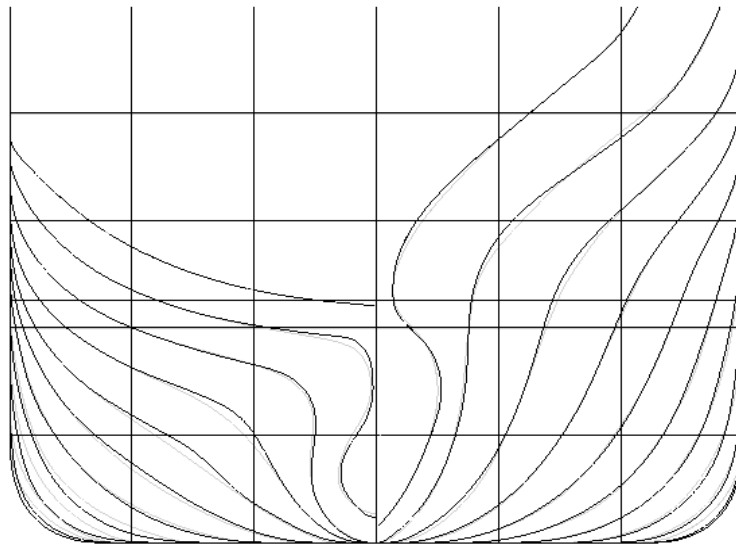


Abbildung 4.3: gemeinsamer Spantenriss

Nachdem durch Berechnungen und Schlepversuche eine bessere Form, entsprechend der Anforderungen ermittelt wird, müssen die erfolgten Änderungen kommuniziert werden. Das geschieht zur Zeit, indem ein 2D-Bild der Spanten der beiden Formen erstellt wird (Spantenriss, siehe Abbildung 4.3). Dabei werden auch Wasserlinien, Schnitte und die Konstruktionswasserlinien dargestellt. Eine

dreidimensionale Darstellung der Veränderungen an der Form wird zur Zeit nicht benutzt.

Wenn das Ergebnis einer Änderung an einer geometrischen Fläche betrachtet wird, verfügt man über zwei Flächen – die Ausgangsfläche und eine transformierte Fläche, für ein Beispiel siehe Abbildung 4.4.

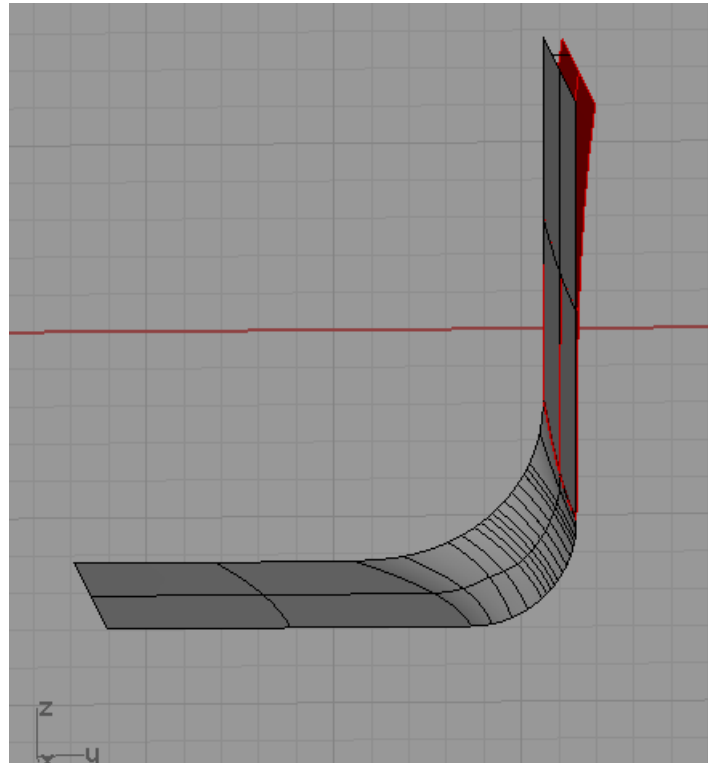


Abbildung 4.4: Änderung Fläche

Für eine quantitative Aussage über die Transformation einer Fläche in eine andere ist es notwendig, korrespondierende Punkte auf beiden festzulegen. Die Entfernung zwischen den Punkten kann in diesem Fall als Basis für die Einschätzung der Änderung benutzt werden. Eine mögliche Lösung ist demnach, für einen Punkt der ersten Fläche die Normale zu der Fläche mit der Zweiten zu durchschneiden und den Schnittpunkt als entsprechenden Referenzpunkt zu betrachten. Eine bessere Einschätzung der Änderung wird durch die Festlegung mehrerer Punkte auf der Fläche erzielt. Der Mittelwert der Änderungen in den verschiedenen Punkten kann als Änderungswert benutzt werden. Die Einschätzung der Änderung wird verbessert, wenn die Gesamtfläche in Unterflächen unterteilt wird. Dabei geht man davon aus, dass die Flächen stetig differenzierbar sind und dadurch die Fehlertoleranz geringer wird.

Für die Änderung einer Schiffsform stellt sich die Frage, in welche Richtung die Form verändert wurde. Die Änderungen können sowohl nach außen als auch nach innen erfolgen. Diese Aufgabe lässt sich anhand der Funktionen der Mengentheorie Durchschnitt, Vereinigung, Differenz lösen.

Die 3D-Darstellung der berechneten Änderungen kann farblich durch die transformierten Form erfolgen. Nachdem für jede Unterfläche der Schiffsform die Änderungen analysiert sind, werden die Unterflächen der Form in Farben entsprechend der Größe und Richtung der Änderungen dargestellt. So entsteht ein 3D-Bild, auf dem die Teile mit Änderungen nach außen oder innen, mit großen, kleinen oder keine Änderungen sofort erkennbar sind (siehe Abbildungen 5.12 und 5.13).

5 Labormuster, Implementierung

5.1 Zielsetzung

Als Ziel für die Labormusterimplementierung wurde eine Softwareanwendung mit Funktionen zur Änderungserkennung von Schiffsformen formuliert. Dabei soll diese Anwendung als Werkzeug zur Unterstützung des Änderungsmanagements im schiffbaulichen Entwicklungsprozess dienen.

Der Entwurf einer Schiffsform unterliegt prozessbedingt Änderungen. Nachdem eine Schiffsform von der Werft für ein schiffbauliches Projekt festgelegt ist, wird durch eine Versuchsanstalt untersucht, ob die entsprechenden Anforderungen mit dieser Form eingehalten werden können und ob Optimierungsmöglichkeiten bestehen. Das Ergebnis der Untersuchung ist vielfach eine modifizierte, neue Version der Schiffsform.

1. Der oben beschriebene Geschäftsfall dient als Basis für die Erstellung der Anforderungsspezifikation und die Entwicklung der Labormusteranwendung. In diesem Zusammenhang wurden durch die HSVA Informationen zu diesem Geschäftsfall zur Verfügung gestellt. Diese Informationen enthielten zwei IGES Dateien mit zwei Versionen (Ausgangsversion und optimierte Version) einer Schiffsform und einen gemeinsame Spantenriss der beiden Versionen in Papierform.

Daraus wurde als Ziel eine Spantenrissdarstellung (Abbildung 4.3) mit Möglichkeiten zum Drucken und eine verbesserte farbliche 3D-Darstellung der Änderungen (Unterschiede) entsprechend der Größe, definiert.

5.2 Anforderungen

Die Spezifikation des im Projekt entwickelten Labormusters ist in der folgenden Liste der Anforderungen zusammengefasst:

1. Eigenständige Anwendung basierend auf existierende Softwarebibliotheken – keine feste Anbindung an ein CAD-System. Die heutigen CAD-Systeme bieten durchweg die Möglichkeit, durch integrierte Scriptsprachen und/oder API (Application Programming Interface) für bestimmte Aufgaben erweitert zu werden. Deshalb ist eine mögliche Lösung innerhalb eines existierenden CAD-Systems die Änderungserkennung zu implementieren. NAPA, CATIA, ProEn-

gineer, AutoCad, Rhinoceros und andere verfügen über diese Programmierfunktionalität. Eine solche Implementierung im Rahmen des Projektes wird das Ergebnis nur für die Benutzer des gewählten CAD System anwendbar machen und für Anwender anderer CAD Systemen nicht zugänglich.

2. Auswahl der Grafikbibliothek – Open Source. Von den drei verbreitetsten Grafikbibliotheken CADMAI [CADMAI], HOOPS/3dAF [HOOPS / 3dAF] und OpenCascade [OpenCascade] ist nur die Dritte Open Source.
3. Die Software soll unter MS Windows laufen. Möglichkeiten für eine Portierung auf Linux sollen vorhanden sein. Sowohl die Entscheidung, OpenCascade als Grafikbibliothek einzusetzen, als auch der Einsatz eines portierbaren GUI-Frameworks (GUI - Graphical User Interface, Benutzeroberfläche) wie Qt der Firma Trolltech [Trolltech Qt], ermöglichen eine Portierung nach Linux.
4. Einlesen von IGES Dateien und 3D-Darstellung der enthaltenen Geometrie der Schiffsform.
5. Darstellung der Spanten, Wasserlinien, Schnitte der Schiffsform.
6. Darstellung der Senten bei 60°, 45° und in der Mitte.
7. Kombinierte Darstellung der Interpolationskurven zweier Schiffsformen mit unterschiedlichen Farben.
8. Auswahlmöglichkeiten für die Farben der Interpolationskurven entsprechend der Zugehörigkeit zur Schiffsform.
9. Möglichkeit zum Drucken der gemeinsamen Liniendarstellung.
10. Farbliche Darstellung der Änderungen mit Farbverlauf entsprechend der Größe der Änderung und der Richtung: nach innen oder nach außen.
11. Aufteilung der Schiffsformen in Flächen für die Untersuchung der Änderungen. Einstellungsmöglichkeit der Granularität dieser Aufteilung.
12. Farbauswahl: die Farben der Änderungen sollen vom Benutzer einstellbar sein.
13. Einstellung der Toleranz der Änderungserkennung. Die minimale Abweichung stellt eine Größe dar, unter dessen Wert alle Änderungen nicht berücksichtigt werden. Die maximale Abweichung legt fest, dass alle Änderungen über diesem Wert als maximale Änderung (mit der Farbe für die maximale Änderung) dargestellt werden sollen.

5.3 Implementierung

Wie in der Spezifikation des Labormusters festgelegt wurde, erfolgte die Implementierung in Form einer MS Visual C++ Anwendung für MS Windows. Die Benutzungsoberfläche wurde mit dem Qt GUI-Framework entwickelt. Als Kern der Anwendung wurde die Grafikbibliothek OpenCascade mit ihren um-

fassenden Funktionen zur Bearbeitung und Darstellung von Geometriedaten eingesetzt.

5.3.1 OpenCascade

OpenCASCADE ist eine freie Grafikbibliothek, die Softwareentwickler speziell im Bereich des geometrischen Modellierens eine umfangreiche Bibliothek (u.a. Modeling algorithms, Mesh, Visualization) zur Verfügung stellt. Diese Bibliothek bietet einen Software Development Kit (SDK), um 3D Anwendungsprogramme im Bereich CAD, CAM, CAE zu entwickeln. OpenCASCADE ist unter einer LGPL-ähnlichen Lizenz [LGPL] für Linux, Solaris und Windows erhältlich.

Das CAD Programm GraphitOne und das Pre-/Post-processing Programm Salome basieren z.B. auf Open CASCADE.

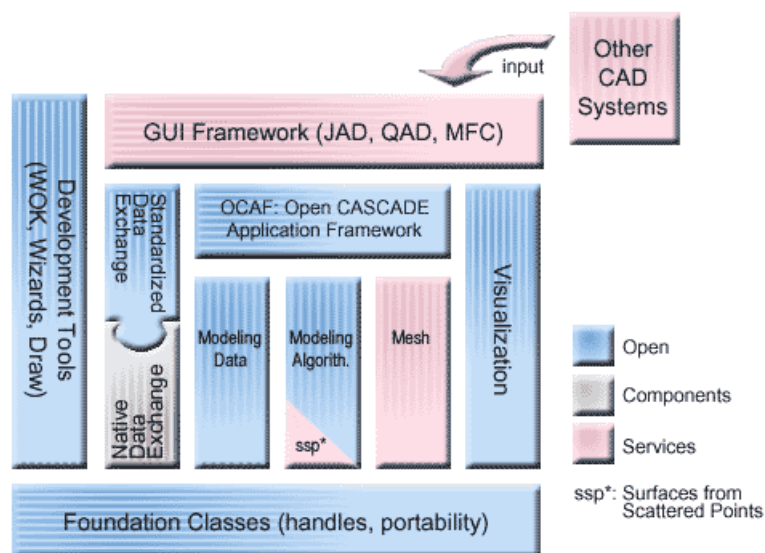


Abbildung 5.1: Modulstruktur OpenCascade (Copyright OpenCascade)

Die Software besteht aus einem umfangreichen Framework, um CAD-Anwendungen in objektorientierter Sicht auf einer hohen Abstraktionsebene zu implementieren. Der Programmierer findet ein fertiges Klassenumfeld für den Umgang mit komplexen geometrischen Daten vor, mit dem viele Anforderungen abgedeckt werden können.

Für den Datenaustausch verfügt OpenCASCADE über Schnittstellen wie STEP (AP203/214 Schema), IGES(5.3) und BREP (einem nativen OpenCASCADE Format).

OpenCASCADE stellt alle wichtigen Funktionen für die Erzeugung, Verwaltung, Modellierung und Darstellung von 3D-Objekten zur Verfügung, wie der Modulstruktur (vgl. Abbildung 5.1) zu entnehmen ist. Nur einige wenige Pakete sind dabei nicht offen gelegt, könnten aber dennoch durch Erwerb entsprechender Li-

zenzen eingebunden werden.

Das Modul Standardized Data Exchange wurde für das Einlesen der Schiffsform aus dem IGES-Format genutzt. Die interne Darstellung erfolgt in Form der so genannten Shape – als topologisches Objekt. Dieses B-rep-Objekt besteht aus einer Liste von Flächen, Kanten und Ecken, im Open Cascade Terminologie – Objekte vom Typ Faces, Edges und Vertices der internen Darstellung. Diese Objekte beschreiben die Topologie und beinhalten einen Verweis auf die darunter liegende Geometrie. Im Mittelpunkt der Vergleichsfunktion für Schiffsformen wurden die o.g. Face Objekte eingesetzt.

Ein Nachteil von OpenCascade ist die nicht ausreichende Dokumentation. Obwohl eine umfangreiche Nachschlaghilfe existiert, fehlen Informationen (Bücher, Hilfedateien) welche den Einstieg in das OpenCascade Framework erleichtern. Der Aufwand für den Einstieg wurde aufgrund vorhandener Erfahrung reduziert, was die Durchführung der Projektaufgaben im zeitlichen Rahmen des Projektes ermöglichte.

5.3.2 Labormuster MaMos

Im Folgenden werden die Softwarekomponenten des Labormusters und die benutzten Algorithmen vorgestellt.

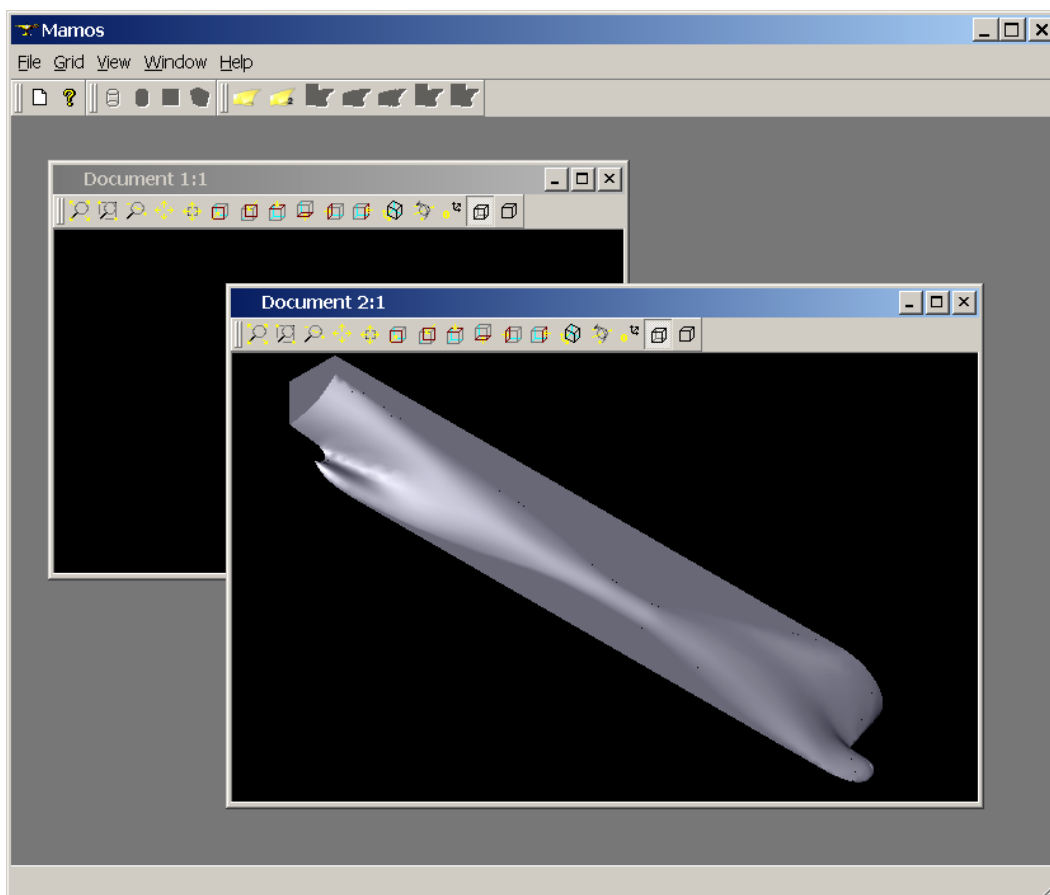


Abbildung 5.2: MDA Application

Die Anwendung basiert auf einer Standard OpenCascade Anwendung mit der Hauptfunktion zur 3D-Darstellung von Geometriedaten. Diese ist als MDA (multi document application) konzipiert. Eine MDA Application ermöglicht es, mehrere Dokumentfenster gleichzeitig offen zu halten (siehe Abbildung 5.2).

Die Benutzungsoberfläche der MDA Application ist als Qt-Anwendung implementiert. Die Softwarebibliothek Qt bietet ein Framework zur Erstellung von Benutzungsoberflächen unter Windows und Linux. Damit kann die Aufteilung der Softwarekomponenten der Anwendung in Gruppen (packages) aufgeteilt werden.

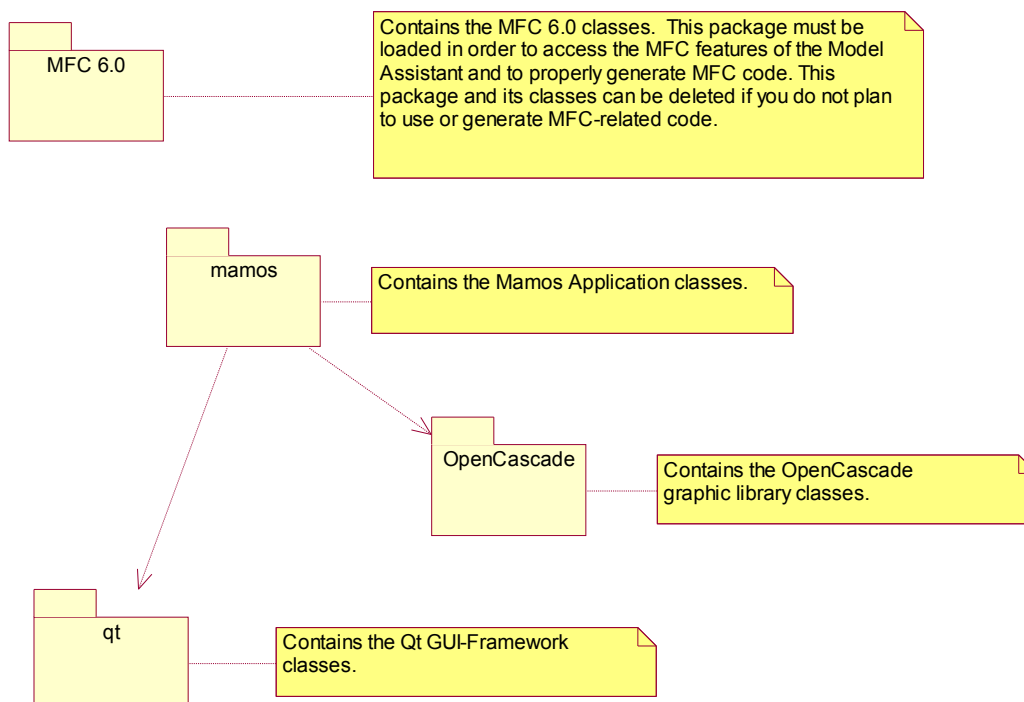


Abbildung 5.3: Packages

Abbildung 5.3 zeigt ein Diagramm mit den benutzten Paketen wobei die Modelliersprache UML [UML] zum Einsatz kommt.

Das Paketdiagramm in Abbildung 5.3 stellt die eingesetzten Softwarepakete: **OpenCascade**, **Qt** und die im Projekt entwickelten **mamos** dar. Das Paket **mamos** enthält die eigentliche Anwendung während die Pakete **OpenCascade** und **Qt** die benutzten grafischen und GUI Bibliotheken repräsentieren.

Die wichtigsten Bestandteile im Paket **mamos** sind dem Klassendiagramm Abbildung 5.4 zu entnehmen. Die einzelnen Klassen werden im Folgenden mit ihrer Zuständigkeiten aufgelistet:

1. *Application* – Hauptklasse der Anwendung, verwaltet alle Menüs, Dokumente (siehe unten Punkt 2) und die allgemeinen Interaktionen mit dem Benutzer.
2. *Document* – Diese Klasse ist verantwortlich für die Geometriedaten und die

Darstellung der Daten. Verwaltet auch Interaktionen betreffend die Geometrie

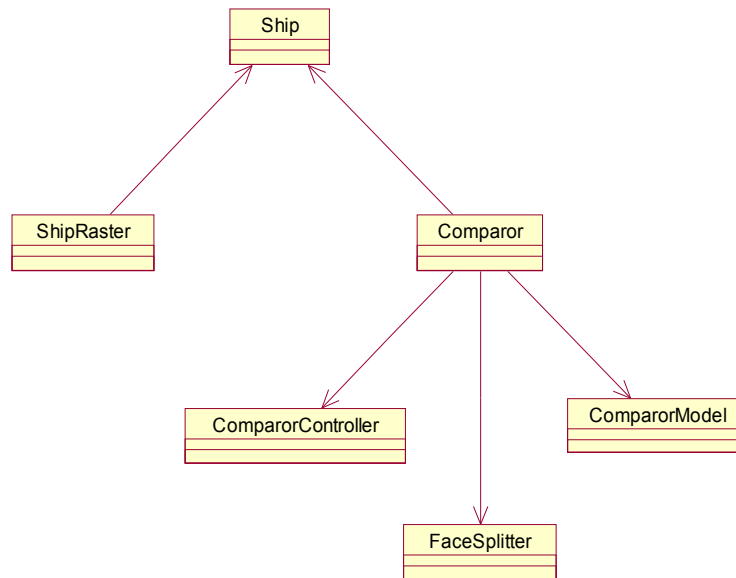


Abbildung 5.4: Hauptklassen im package mamos

in dem entsprechenden Objekt der Klasse *Document*. Die Applikationsklasse kann verschiedene Documentobjekte erzeugen und löschen. Die erzeugten Objekte sind als kleine Unterfenster in dem Hauptfenster auf der Benutzeroberfläche zu sehen (Abbildung 5.2).

3. *View* – Diese Klasse ist nur für die Darstellung der Informationen in der Dokumentklasse zuständig. Eine Dokumentklasse kann mehrere *View* Objekte erzeugen.
4. *Ship* – Diese Klasse enthält die Hauptinformationen betreffend der Schiffsform. Wenn eine IGES Datei mit Schiffsform in ein *Document* geladen wird, erzeugt das entsprechende *Document* ein Objekt der Klasse *Ship* und setzt die entsprechenden Daten in dem Objekt. Zusätzlich bietet die Klasse Funktionen zur Bearbeitung und Darstellung der Geometrieinformationen.
5. *ShipRaster* – Diese Klasse ist zuständig für die Berechnung und Darstellung der Interpolationskurven zweier Schiffsformen, entsprechend zweier Objekte der Klasse *Ship*. Die Berechnung der Interpolationskurven erfolgt durch Schneiden der Schiffsform mit Ebenen. Zuerst werden Ebenen (Punkt und Normalvektor) errechnet. Anhand dieser Informationen wird die Funktion zum Erzeugen der Ebene aus der Grafikbibliothek angewendet. Als zweiter Schritt wird der Durchschnitt der Ebene mit der Schiffsform als Kurve berechnet. So entstehen Spanten, Wasserlinien, Senten und Schnitte.
6. *FaceSplitter* – diese Klasse bietet die Möglichkeit die Flächen, aus denen die Schiffsform besteht, in kleinere Unterflächen zu teilen. Die aus der IGES-Datei importierte Schiffsform besteht aus Flächen, Kanten und Ecken (in der Biblio-

thek OpenCascade als TopoDS_Face, TopoDS_Edge, TopoDS_Vertex modelliert). Die Methode `getSplittedFaceList` dieser Klasse erzeugt eine Liste von Flächen, welche die Schiffsgeometrie darstellen. Diese Liste besteht aus Unterflächen der Schiffsform. Es existiert dabei ein Koeffizient und für jede Fläche wird eine Bounding Box erzeugt. Wenn die Länge der Hauptdiagonale der Bounding Box multipliziert mit diesem Koeffizienten größer ist als die Länge des Schiffes, wird diese Fläche unterteilt. Die Unterteilung erfolgt, in dem der Umfang der beiden Flächenparameter unterteilt wird. Die Liste enthält alle evtl. unterteilten Flächen der Schiffsform. Dadurch wird eine feinere oder weniger feine Analyse der Unterschiede möglich, weil Flächen die kleinsten Objekte für die Vergleichsfunktion darstellen. Ein Vergleich Punkt für Punkt (mit entsprechender Genauigkeit) erfordert hohe Ressourcen wie Zeit und Arbeitsspeicher. Der Koeffizient für die Aufteilung der Flächen ist in der Anwendung einstellbar.

7. *Comparor* – Diese Klasse führt den Vergleich der beiden Schiffsformen aus. Zuerst wird die Ausgangsform aufgeteilt. Danach wird jede Fläche analysiert und die entsprechenden Ergebnisse gespeichert. Die Analyse erfolgt folgendermaßen:
 1. Ein Punkt der Fläche wird festgelegt. Es wird die Mitte des Parameterbereichs für jeden Parameter errechnet und den entsprechende Punkt wird festgelegt
 2. Die Normale zu der Fläche in diesem Punkt wird als Vektor errechnet.
 3. Eine Liste der benachbarten Flächen des zweiten Schiffes wird erstellt.
 4. Der Schnittpunkt der Normallinie durch den Punkt der ersten Fläche mit benachbarte Fläche der zweite Form wird gesucht.
 5. Falls kein Schnittpunkt gefunden wird, beginnt der Vorgang mit einem anderen Punkt der Ausgangsfläche. Durch kleine Störung im Parameterbereich wird der andere Penkt festgelegt
 6. Die Ausgangsfläche, der Punkt auf dieser Fläche und die benachbarte Fläche mit dem Schnittpunkt auf der zweiten Schiffsform werden als Objekt gekapselt und in einer Liste gespeichert.
8. *ComparorModel* – diese Klasse dient als Datenhalter für die Einstellungen der Vergleichsfunktion. Daten, wie maximale Differenz, minimale Differenz, Aufteilungskoeffizient, Farben für die Darstellung werden durch dieser Klasse gespeichert.
9. *ComparorController* – Klasse für die Steuerung der Zusammenarbeit der Klassen der Vergleichsfunktionalität. Diese Klasse erzeugt die entsprechenden Objekte und setzt die Werte der Attribute am Anfang und nach Interaktion mit der Benutzeroberfläche.

Zusätzliche Klassen der Benutzungsoberfläche für Interaktionen mit dem Benutzer sind nicht beschrieben. Diese enthalten keine Anwendungslogik und bieten durch Dialoge die Möglichkeit Einstellungen vorzunehmen.

5.4 Beschreibung des Labormusters

Das Labormuster stellt mit seiner Oberfläche eine typische 3D-View Anwendung, welche die meisten CAD-Systemen besitzen zur Verfügung. Diese bietet Funktionen zum Zoomen, Verschieben, Drehen usw. für die dargestellte Geometrie, Abbildungen 5.2 und 5.5. Durch den Menüeintrag **File: New** wird ein Dokument erzeugt, in dieses Dokument kann Geometrie geladen und dargestellt werden. Durch Menü **Grid** Eintrag **Load Ship 1** wird eine Schiffsform aus einer anzugebenden IGES-Datei eingelesen. Ein „Toolbar“ in der Werkzeugleiste des Hauptfenster beinhaltet ebenfalls diese Funktionen. In Abbildung 5.5 ist der Bereich mit einer roten Linie unterstrichen dargestellt.

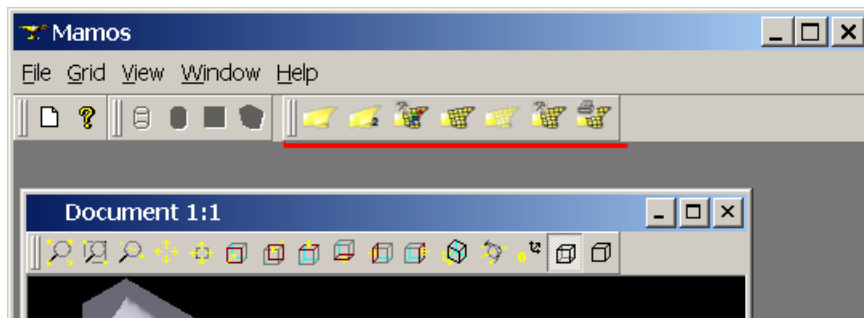



Abbildung 5.5: Toolbar

Der zweite Eintrag **Load Ship 2** ermöglicht das Einlesen der zweiten Schiffsform. Anschließend aktiviert er die restlichen Einträge, welche bis dato inaktiv waren. Durch den Knopf  oder Menüeintrag **Show Grid** wird ein Dialogfenster mit den Einstellungen für das gemeinsame Liniendrissbild geöffnet.

Im linken Teil des Fensters sind Informationen zu der ersten Schiffsform dargestellt. Dazu gehören auch Felder zur Eingabe der Entfernung zwischen den Loten und der Höhe der Konstruktionwasserlinie. Im rechten Teil sind die Einstellungen für Spanten (x-direction), Schnitte (y-direction) und Wasserlinien (z-direction) dargestellt. Die Anzahl der entsprechenden Linien und die Sichtbarkeit können frei eingestellt werden. Durch die Checkbox **show diagonals** können Spanten ein- oder ausgeblendet werden. Die Farben der Kurven können im unteren Teil des Fensters festgelegt werden. Der Knopf **default grid** setzt voreingestellte Standardwerte. Mit dem Knopf **OK** beginnt die Berechnung und die Darstellung der Schnittlinien (Abbildung 5.7)

Der Dialog mit den Einstellungen kann durch den Eintrag **Setup Grid** angezeigt werden. Der Eintrag **Hide Grid** versteckt die Liniendarstellung und gibt die Darstellung der beiden Schiffsformen wieder. Im Unterschied zu der zweidimensio-

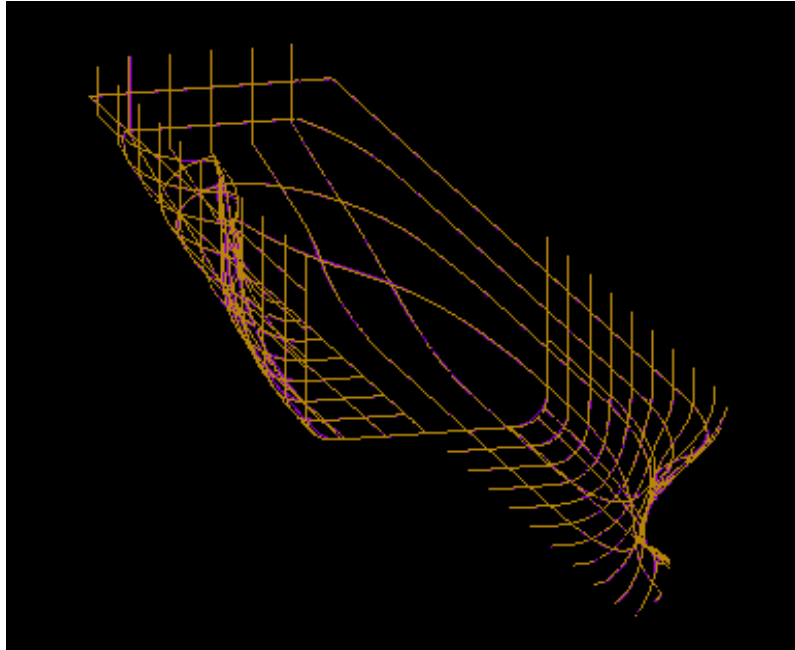


Abbildung 5.6: 3D-Liniendriss

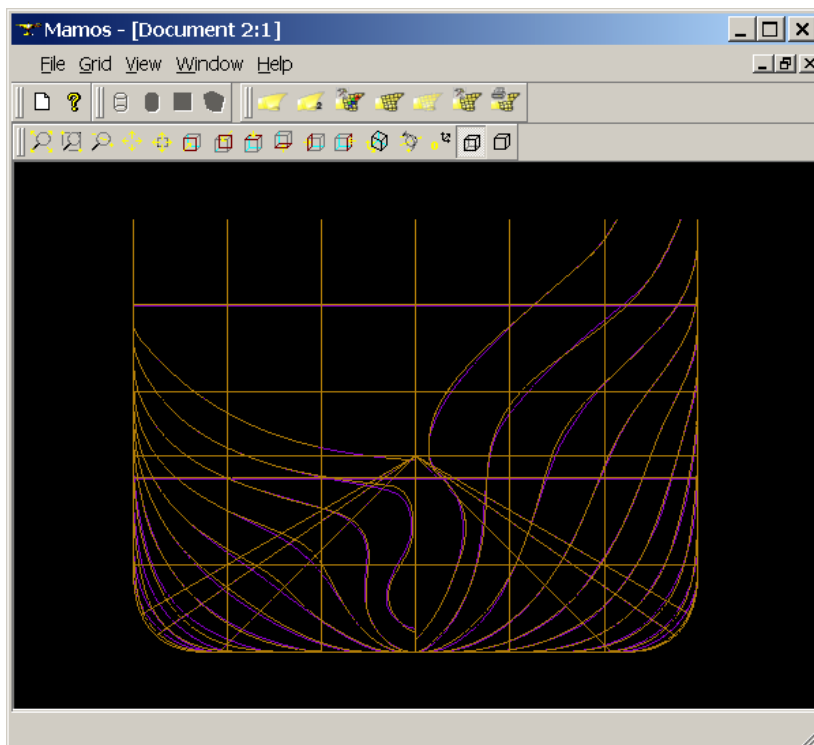



Abbildung 5.7: Liniendriss im Labormuster

nalen Darstellung kann die Anwendung durch die Drehfunktion ebenfalls die Anordnung der Schnittlinien im Raum darstellen, siehe Abbildung 5.6.

Es wurde eine Druckfunktion implementiert, welche eine Ausgabe entsprechend der Spezifikation realisiert. Diese Funktion wird durch den Eintrag **Print Grid**

gestartet. Das Ergebnis der Druckfunktion ist im Anhang zu finden.

Der Vergleich der beiden Schiffsformen erfolgt durch den Menüeintrag **Compare** oder Knopf  im Toolbar Grid. Zuerst wird der Einstellungsdialog mit den Standardeinstellungen gezeigt. Abbildung 5.8 stellt den Dialog dar.

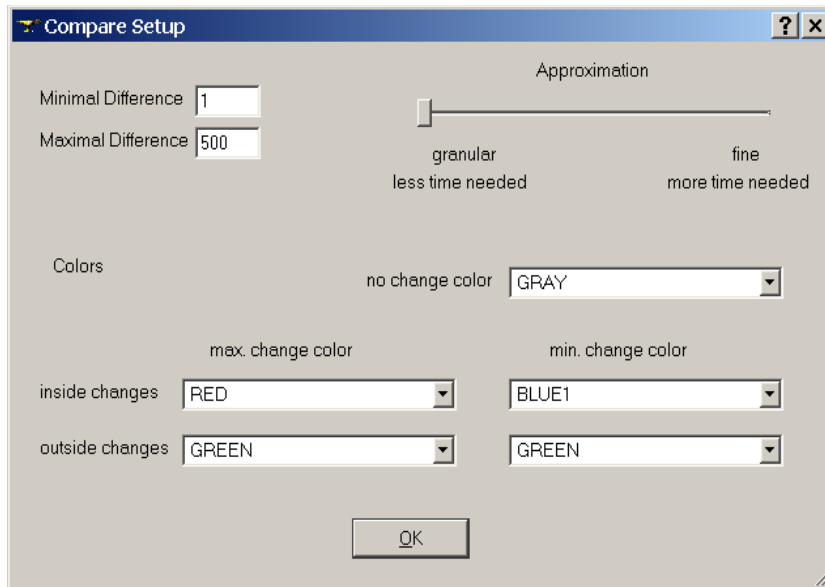


Abbildung 5.8: Einstellungen für den Vergleich

Die Werte **Minimal Difference** und **Maximal Difference** legen fest, unter welchem Werte die Änderungen nicht berücksichtigt werden, respektive ab welchem Wert die Änderungen als gleichgroß betrachtet werden. Das bedeutet für alle Flächen mit einem Änderungsbetrag über dem Maximalwert wird die Farbe für die Darstellung diejenige der maximale Änderung benutzt. Für alle Flächen mit Änderungen unterhalb des Minimalwertes wird die Farbe für keine Änderung (**no change color**) dargestellt. Abbildungen 5.9 und 5.10 zeigen die Darstellung der Änderungen bei Werten 1, 25 und 15 bzw. 250 für die minimale und maximale Differenz entsprechend.

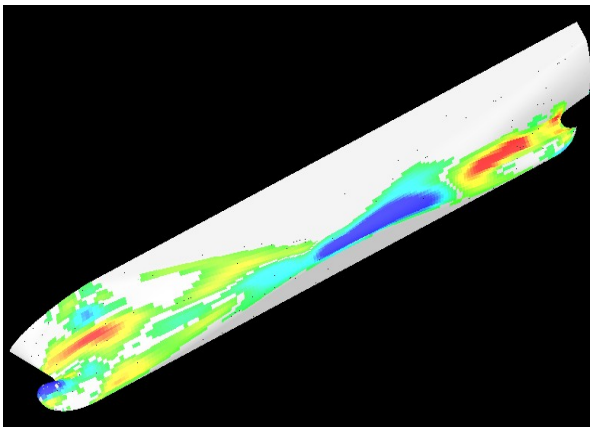


Abbildung 5.9: Minimal 15; Maximal 250

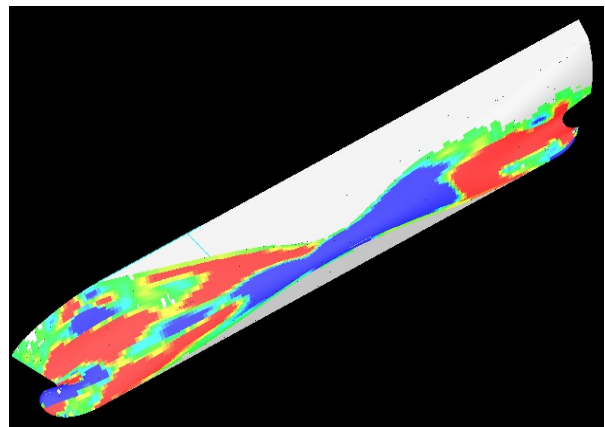


Abbildung 5.10: Minimal 1; Maximal 25

Der Regler **Approximation** setzt die Feinheit der Aufteilung der Schiffsform in Unterflächen fest. Der Anfangswert (**granular**) entspricht keiner Aufteilung. In diesem Fall wird der Vergleich entsprechend der in der IGES-Datei beschriebenen Flächen durchgeführt. Eine Verfeinerung der Aufteilung erfolgt entsprechend der Einstellung des Schiebereglers, womit die Änderungserkennung verlangsamt wird. Abbildung 5.11 zeigt den gleichen Vergleich wie in Abbildung 5.9, aber mit einer weniger feinen Aufteilung der Form.

Die weiteren Einstellmöglichkeiten in diesem Dialog sind Farbeinstellungen für die Darstellung der verschiedenen Änderungen. Nach Bestätigen in der Eingabe erfolgt die eigentliche Änderungsberechnung. Die Statusleiste des Hauptfensters zeigt die Anzahl der Flächen und den Fortschritt der Berechnung.

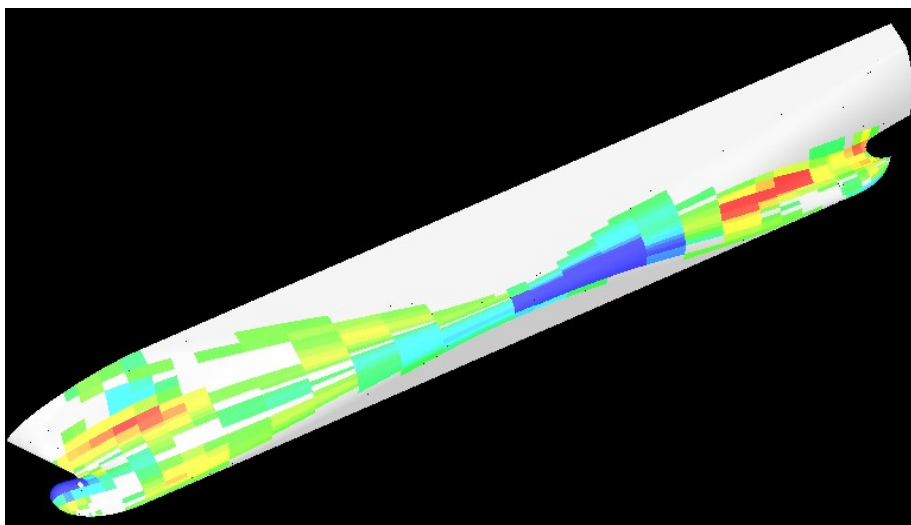


Abbildung 5.11: Weniger feine Aufteilung

Das Ergebnis ist die Darstellung der Geometrie der zweiten Schiffskonstruktion mit farblicher Darstellung der Unterschiede zwischen den beiden Konstruktionen entsprechend der Größe der Änderungen und entsprechend der Richtung, nach außen oder nach innen. Abbildung 5.12 zeigt das Ergebnisbild der Vergleichsfunktion.

Alle Flächen mit Farben zwischen grün und blau zeigen Änderungen nach außen, alle mit Farben zwischen rot und grün nach innen. Kräftigere rote oder blaue Farbe bedeutet größere Änderung und kräftigeres Grün eine kleinere Änderung.

Eine andere mögliche Darstellung ist in Abbildung 5.13 zu sehen.

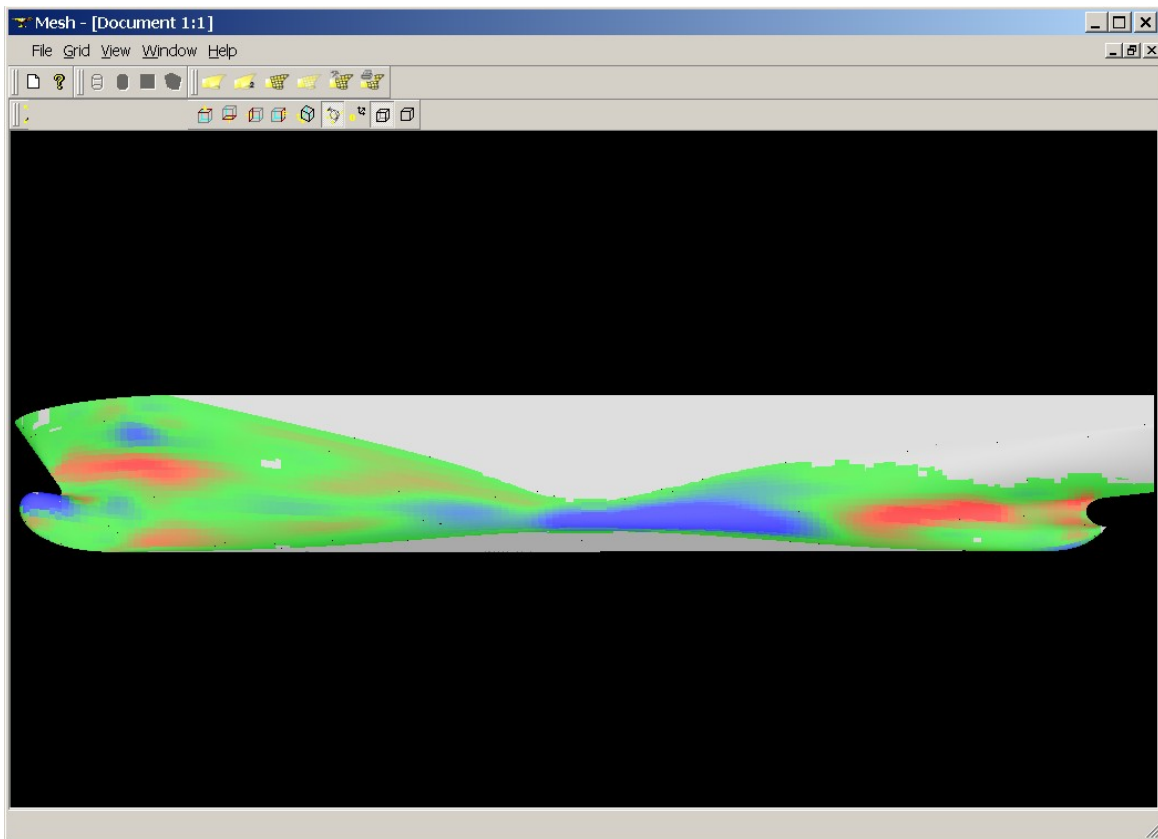


Abbildung 5.12: Ergebnis Vergleichsfunktion

Dabei werden Änderungen ohne Berücksichtigung der Richtung dargestellt. Die

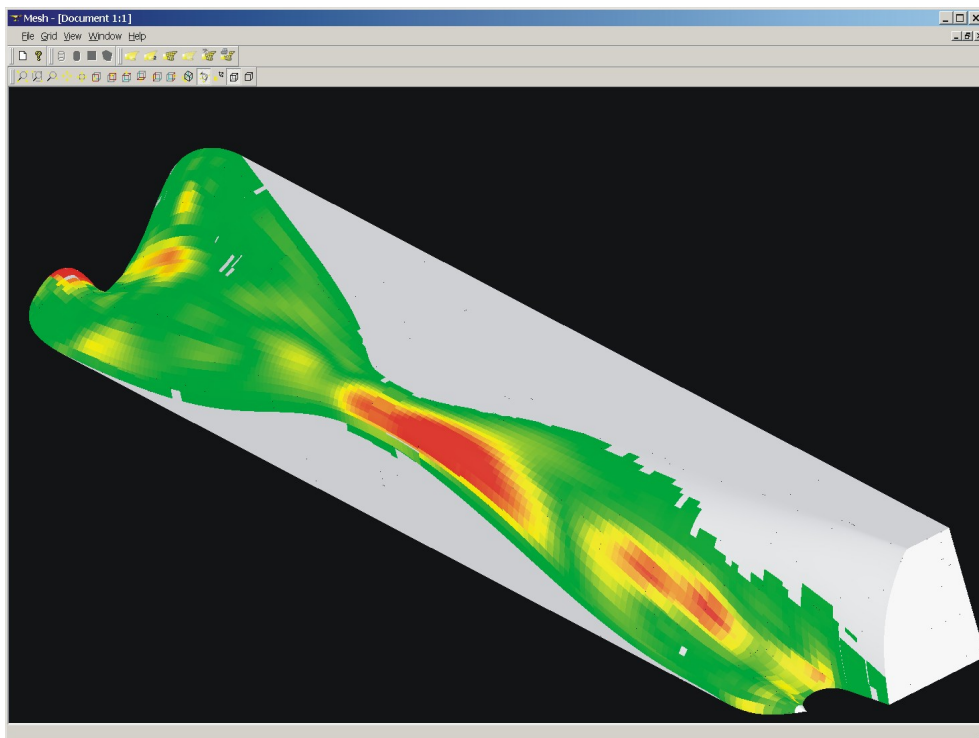


Abbildung 5.13: Änderungen der Farbe

Änderungsfarben variieren zwischen grün und rot. Bei dieser Darstellung kann nicht entnommen werden, ob eine Änderung nach außen oder nach innen auftritt.

5.5 Software

Das Labormuster wird als Windows-Installationspaket zur Verfügung gestellt und kann auf beliebigen Windows Rechnern installiert werden. Die Installation kopiert die Anwendungsdatei und die notwendigen Bibliotheken (dll-Dateien) in das Installationsverzeichnis. Anschließend werden Startsymbole im Programm-menü erzeugt. Die Anwendung lässt sich über die Softwarekomponente der Systemsteuerung problemlos wieder komplett deinstallieren.

Die Größe des Installationspaketes beträgt ca. 18 MByte und enthält alle notwendigen Bibliotheken und Dateien für die Anwendung.

Durch das Labormuster wurden erste Schritte in der Entwicklung eines Werkzeugs, welches den Vergleich von schiffbaulichen Geometriedaten ermöglicht, geschaffen. Eine vergleichbare Funktionalität der heutzutage eingesetzten CAD Systemen im Schiffbau ist nicht bekannt. Dadurch wird eine bessere Unterstützung des Änderungsprozesses im Bereich der Geometriedarstellung und des Austausches von CAD-Daten im schiffbaulichen Entwicklungsprozess erreicht.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes wurde eine Analyse der Änderungsvorgänge während des Schiffsentwurfs durchgeführt. Änderungsvorgänge sind eine feste Größe im schiffbaulichen Entstehungsprozess. Zu komplex und zu stark ist die Vernetzung der einzelnen Aufgaben, als dass sich alle Abhängigkeiten von Anfang an erkennen und richtig bewerten lassen. Zudem ist der Entwicklungsprozess ein iterativer Optimierungsvorgang, wodurch Änderungen impliziert sind. Um die durch Änderungen verursachten Kosten zu minimieren bzw. unnötige Änderungen zu vermeiden, existieren Richtlinien für formalisierte Änderungsvorgänge. Für die Bestimmung der entsprechenden beteiligten Personen können verschiedene Informationsquellen zur Anwendung kommen. Am zuverlässigsten sind firmeninterne Richtlinien. Da sie in einem Unternehmen festgeschriebene Vorgaben darstellen, ist deren Aussage eindeutig. Sie müssen durch einen speziellen, privilegierten Anwender definiert und entsprechend auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Zudem sind diese Vorgaben nicht immer vorhanden. Eine weitere eindeutige Quelle für Informationen sind Anwender-Eingaben. Dabei können ähnliche Mechanismen/Techniken wie bei der Festlegung von Richtlinien verwendet werden. In Form eines Abonnementsystems ist eine Anpassung der Umgebung an die Wünsche der Anwender realisierbar. Über die direkte Eingabe von Interessen sind Wertungen über das bisherige Verhalten des Systems denkbar. Alternativ können direkt durch den Anwender zu informierende Personen aufgeführt werden.

Stehen keine dieser Angaben zur Verfügung bzw. sind die Angaben unvollständig, kann auf die Projektvergangenheit zugegriffen werden. Anhand dieser wird entschieden, wie in unbestimmten Fällen vorgegangen wird. Dabei kommen Heuristiken zur Anwendung, die Aussagen über Wahrscheinlichkeiten treffen.

Für die Umsetzung von Lösungsansätzen wurde die Verwendung einer Plattform zur Verwaltung der im Projektverlauf erstellten Unterlagen eingesetzt. Diese bietet neben dem einheitlichen Zugriff auf alle Produktdaten die Möglichkeit, weitere für die Arbeit erforderliche Informationen zu verwalten. Dabei wurde eine Komponente mit der Funktion Änderungen zwischen den Beteiligten zu kommunizieren und aufzuzeichnen implementiert.

Eine Analyse der Möglichkeiten zum Vergleichen von PDF Dokumenten wurde entsprechend den vom projektbegleitenden Ausschuss genannten Prioritäten durchgeführt.

Darüber hinaus wurde eine Anwendung implementiert, mit deren Hilfe Änderungen der Schiffsform zwischen zwei Versionen visualisiert werden können. Die Darstellung der Unterschiede ist durch den Anwender steuerbar und geht dabei erheblich über die heute im Entwurfsprozess zur Verfügung stehenden Methoden hinaus.

Literaturverzeichnis

- [Bel 2000, S.18] Belker, Peter; Leitbilder für Veränderungsmanagement: Wie Qualität und Innovation zusammenwirken, Verlag Dr. Kovac, Kassel, 2000
- [Lin 1998] Lindemann, Udo; Reichwald Ralf; Integriertes Änderungsmanagement, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, 1998
- [ISO 10007] EN ISO 10007: Quality management systems -- Guidelines for configuration management, Deutsche Industrienorm, 1996
- [CMII] ICM; CMII , <http://www.cmii.de/>,
- [WFM 1995] Hollingsworth, David Workflow Management Coalition; Workflow Management Coalition: The Workflow Reference Modell, <http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf>, 1995
- [ICM 2003] Institute of Configuration Management; WHITE PAPER: CMII-Model for Configuration Management, http://www.icmhq.com/White%20Pages/CMII_Model_Rev_B.pdf, 2003
- [ICM 2005] Institute for Configuration Management; , <http://www.icmhq.com/>, 2005
- [Owe 1997] Owen, Jon; STEP: An Introduction, Information Geometers Ltd, Winchester, 1997
- [ISO 10303-41] ISO 10303-41: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange Part41: Integrated generic resource: Fundamentals of product description and support, International Organization for Standardization, 2004
- [ISO 10303-44] ISO 10303-44: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange Part 44: Integrated generic resources: Product structure configuration, International Organisation for Standardization, 1994
- [SOA 2005] Nell, Jim; STEP on a Page, <http://www.mel.nist.gov/sc5/soap/soapgrf030407.gif>, 2005
- [ISO 10303-214] ISO 10303-214: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange Part 214: Application protocol: Core data for automotive mechanical design processes, International Organization for Standardization, 2003
- [ISO 10303-215] ISO 10303-215: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange Part 215: Application protocol: Ship arrangement, International Organization for Standardization, 2003
- [SOA 00] Nell, Jim; Step on a Page,

- <http://www.mel.nist.gov/sc5/soap/soapgrf030407.gif>, 2005
- [ISO 10303-216] ISO 10303-216: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange Part 216: Application protocol: Ship moulded forms, International Organization for Standardization, 2002
- [ISO 10303-218] ISO/DIS 10303-218: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange Part 218: Application protocol: Ship structures, International Organization for Standardization, 2002
- [TC184/SC4] ISO TC184/SC4; , http://www.tc184-sc4.org/SC4_Open/SC4_and_Working_Groups/SC4_N-DOCS/Files/sc4n1797.pdf, 2005
- [PLC 2005] PLCS Inc.; , www.plcsinc.org, 2005
- [Def 1999] Defoy, M; Jensen, H.; Klehn, B; Marcindowski, S; Schmidt, A; ShiPPS Abschlußbericht, <http://www.gbv.de/du/services/gLink/2.1/309472717/8117/http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/309472717.pdf>, 1999
- [IBM 2005a] IBM; ENOVIA, <http://www-306.ibm.com/software/applications/plm/enovia/>, 2005
- [IBM 2005b] IBM; ENOVIA LCA Document Management, <http://www-306.ibm.com/software/applications/plm/enovia/prods/dcm/>, 2005
- [PUL 2003a] Pulse technology Systems Ltd Pulse Technology Systems Ltd; Product Data Management, <http://www.pulsesystems.net/downloads.asp>, 2003
- [PUL 2003d] Pulse Technology Systems Ltd Pulse Technology Systems Ltd; Collaborative Design Integration, <http://www.pulsesystems.net/downloads/pdf/cad4pp.pdf>, 2003
- [PUL 2003c] Pulse Technology Systems Ltd Pulse Technology Systems Ltd; Product Data Sheet: Document Management, <http://www.pulsesystems.net/downloads.asp>, 2003
- [PUL 2003b] Pulse Technology Systems Ltd Pulse Technology Systems Ltd; Product Data Sheet: Action Request Management, <http://www.pulsesystems.net/downloads.asp>, 2003
- [UGS 2004a] UGS; Teamcenter Community, http://www.ugs.com/products/teamcenter/docs/br_tc_community.pdf, 2004
- [UGS 2004e] UGS; Repeatable Digital Validation: Teamcenter's integrated solution for digital product validation, <http://www.ugs.com/>, 2004

-
- [UGS 2004b] UGS; Managing product variation and derivatives, http://www.ugs.com/products/teamcenter/docs/fs_tc_variation_final.pdf, 2004
- [UGS 2004d] UGS; Teamcenter Engineering, http://www.ugs.com/products/teamcenter/docs/br_tc_engineering.pdf, 2004
- [UGS 2004c] UGS; Teamcenter Change Management, http://www.ugs.com/products/teamcenter/docs/fs_tc_change_mgt.pdf, 2004
- [PTC 2003] Parametric Technology Corporation; Parametric Technology Corporation; PTC's Product Development System: Product Lifecycle Management for Manufacturing Companies, http://www.ptc.com/WCMS/files/8192en_file1.pdf, 2003
- [PTC 2004] Parametric Technology Corporation; Parametric Technology Corporation; The Proven Path to Delivering an Improved Change Management process, http://www.ptc.com/products/datasheets/change_management.pdf, 2004
- [Sch 1998] Schaumann, Jan; Administration of the NAPA system, , , 1998
- [ATL 2005] Atlantec Enterprise Solutions, Inc.; , www.atlantec-es.com, 2005
- [LKS 2005] LKSoftWare GmbH; , <http://www.ida-step.net/tiki/tiki-index.php>, 2005
- [PRO 2005] PROSTEP AG; , <http://www.prostep.com/de/>, 2005
- [PDT 2005] PDTEC GmbH; , <http://www.pdtec.de/>, 2005
- [SNAME 2003] Society of Naval Architects and Marine Engineers; Ship Design and Construction, Volume 1, Sheridan Books, , 2003
- [Gue 2002] Guess, Vincent C.; CMII for Business Process Infrastructure, Holy Publishing, , 2002
- [EiS 2001] Eigner, Martin; Stelzer, Ralph; Produktdatenmanagement-Systeme: ein Leitfaden für product development und Life-cycle-Management, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, , 2001
- [CLP 2005] Cantow, Ulf; Luckau Diane; Petkov Ventzeslav; Abschlußbericht: Modellierung, I&K-Plattform Schiffbau, Kommunikationsmethoden, , 2005
- [Adobe] Adobe Systems; , <http://www.adobe.com>,
- [PDF/A] ISO; ISO 19005-1, <http://www.iso.org/>, 2005
- [PDF/X] ISO; , <http://www.iso.org/>,
- [DiffDoc] Softinterface, Inc.; Document Comparison, <http://www.softinterface.com>

tinterface.com/,

[Compare Suite] AKS Labs; Compare Suite, <http://www.comparesuite.com/>,

[CADMAI] Cadmai Software GmbH; CADMAI, <http://www.cadmai.com>,

[HOOPS / 3dAF] TECHSOFT3D; HOOPS / 3dAF,
<http://hoops3d.com/products/3daf.html>,

[OpenCascade] Open Cascade Technology; OpenCascade, <http://www.opencascade.org/>,

[Trolltech Qt] Trolltech; Trolltech Qt, <http://www.trolltech.com/>,

[LGPL] GNU Org; LGPL, <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>,

[UML] OMG; Unified Modelling Language, <http://www.uml.org>,

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Ablauf der Änderungsdurchführung.....	3
Abbildung 1.2	Sicht Versionsmanagement.....	4
Abbildung 1.3	Sicht auf die beteiligten Informationsobjekte des Beispiels.....	6
Abbildung 1.4	Das Beispiel aus Sicht des Versionsmanagements.....	7
Abbildung 1.5	Einzelne Konfiguration.....	7
Abbildung 1.6	Das Beispiel als Folge von Konfigurationen.....	8
Abbildung 1.7	Sicht des Änderungsmanagements auf das Beispiel.....	9
Abbildung 1.8	Allgemeine Struktur von Workflowprodukten aus [WFM 1995, S. 13].	13
Abbildung 1.9	Merkmale von Workflowsystemen aus [WFM 1995, S. 7].....	14
Abbildung 2.1	Grobe Strukturierung der Schiffsentstehung.....	43
Abbildung 2.2	Serienfertigung von zwei Einheiten.....	44
Abbildung 2.3	Anforderungskreis aus [Gue 2002, S36].....	45
Abbildung 2.4	Adaptierter Anforderungskreis.....	46
Abbildung 2.5	Der Änderungsprozess abstrahiert.....	47
Abbildung 2.6	Prozess Einbindung Ingenieurbüro.....	51
Abbildung 2.7	Prozess zur Einbindung externer Fertiger.....	53
Abbildung 2.8	Einstiegspunkt zur Abarbeitung von Projekten.....	54
Abbildung 2.9	Verbindendes Element Informationsverwaltung.....	55
Abbildung 2.10	Ingenieurbüro.....	57
Abbildung 2.11	Fertiger.....	57
Abbildung 2.12	Abarbeitung einer Änderung.....	58
Abbildung 2.13	Systemanbieter.....	59
Abbildung 2.14	alle Beteiligten Prozesse und ihre Schnittstellen.....	60
Abbildung 2.15	Schritt 1 Erkennen der Unstimmigkeit.....	62
Abbildung 2.16	Schritt 2 Anstoßen des Änderungsprozesses.....	62
Abbildung 2.17	Schritt 3 Abschluss des Änderungsprozesses.....	62
Abbildung 2.18	Schritt 4 Weiterleitung der Änderungen.....	62
Abbildung 2.19	Schritt 2a Kommunikation der Änderungen.....	62
Abbildung 2.20	Schritt 2b Mitteilung des Änderungsbedarfs.....	62
Abbildung 2.21	Schritt 2a Ablehnung des Antrages.....	63
Abbildung 2.22	Schritt 2b Stellen des überarbeitenden Antrages.....	63
Abbildung 2.23	Schritt 2c Stellen des Änderungsantrags.....	64
Abbildung 2.24:	Informations- und Kommunikationsplattform Topgallant.....	75
Abbildung 2.25:	Änderungsantrag.....	76
Abbildung 2.26:	Änderungsabschluss.....	77
Abbildung 2.27:	Abonnieren.....	77
Abbildung 3.1:	Modell PDF Absatz.....	78
Abbildung 3.2:	Modell PDF Hauptstruktur.....	79
Abbildung 3.3:	Anwendungsfall 1.....	80
Abbildung 3.4:	Anwendungsfall 2.....	81
Abbildung 3.5:	Anwendungsfall 3.....	82

Abbildung 3.6: Vergleichsansicht Adobe Acrobat.....	85
Abbildung 3.7: Version 1.....	86
Abbildung 3.8: Version 2.....	87
Abbildung 3.9: Vergleichsbericht.....	87
Abbildung 3.10: Vergleich mit DiffDoc.....	88
Abbildung 3.11: Bericht DiffDoc.....	88
Abbildung 3.12: Änderungen in Tabellen Neu.....	89
Abbildung 3.13: Änderungen in Tabellen Original.....	90
Abbildung 3.14: Vergleich mit Compare Suite.....	91
Abbildung 3.15: Vergleich Bildobjekte.....	91
Abbildung 3.16: Vergleich Zeichnung Compare Suite.....	92
Abbildung 4.1: Geometriedaten einer Schiffsform.....	94
Abbildung 4.2: Versionen.....	95
Abbildung 4.3: gemeinsamer Spantenriss.....	96
Abbildung 4.4: Änderung Fläche.....	97
Abbildung 5.1: Modulstruktur OpenCascade (Copyright OpenCascade).....	100
Abbildung 5.2: MDA Application.....	101
Abbildung 5.3: Packages.....	102
Abbildung 5.4: Hauptklassen im package mamos.....	103
Abbildung 5.5: Toolbar.....	105
Abbildung 5.6: 3D-Linienriss.....	106
Abbildung 5.7: Linienriss im Labormuster.....	106
Abbildung 5.8: Einstellungen für den Vergleich.....	107
Abbildung 5.9: Minimal 15; Maximal 250.....	107
Abbildung 5.10: Minimal 1; Maximal 25.....	107
Abbildung 5.11: Weniger feine Aufteilung.....	108
Abbildung 5.12: Ergebnis Vergleichsfunktion.....	109
Abbildung 5.13: Änderungen der Farbe.....	109

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Systeme und Eigenschaften.....	40
Tabelle 2 Verantwortlichkeiten zu Rollen.....	49
Tabelle 3 Zuordnung der Teilprozesse im Beispiel.....	61
Tabelle 4: Feature Matrix der Werkzeuge.....	93