

Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)

Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003

Wirtschaftsinformatik

September 2003

Integration des Community-Gedankens in das Collaborative Engineering am Beispiel des Schiffbaus

Norbert Gronau
Universität Oldenburg, gronau@wi-ol.de

Eva-Maria Kern
Technische Universität Hamburg-Harburg

Uwe von Lukas
Zentrum für Graphische Datenverarbeitung Rostock e.V.

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2003>

Recommended Citation

Gronau, Norbert; Kern, Eva-Maria; and von Lukas, Uwe, "Integration des Community-Gedankens in das Collaborative Engineering am Beispiel des Schiffbaus" (2003). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003*. 55.
<http://aisel.aisnet.org/wi2003/55>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

In: Uhr, Wolfgang, Esswein, Werner & Schoop, Eric (Hg.) 2003. *Wirtschaftsinformatik 2003: Medien - Märkte - Mobilität*, 2 Bde. Heidelberg: Physica-Verlag

ISBN: 3-7908-0111-9 (Band 1)

ISBN: 3-7908-0116-X (Band 2)

© Physica-Verlag Heidelberg 2003

Integration des Community-Gedankens in das Collaborative Engineering am Beispiel des Schiffbaus

Norbert Gronau

Universität Oldenburg

Eva-Maria Kern

Technische Universität Hamburg-Harburg

Uwe von Lukas

Zentrum für Graphische Datenverarbeitung Rostock e.V.

Zusammenfassung: Collaborative Business als aktuell vieldiskutierte Form der zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit bietet Unternehmen auch im Bereich der Produktentwicklung neue Möglichkeiten, dem steigenden Wettbewerbsdruck zu begegnen. Zielsetzung dieses Beitrages ist es, das Konzept des Collaborative Engineering darzustellen und durch die Idee der Communities, die sich als neue Organisationsform von Benutzern elektronischer Kommunikationsmedien entwickelt haben, zu erweitern. Dazu werden am Beispiel des Schiffbaus aktuelle Fragestellungen diskutiert sowie ein Lösungsansatz für eine Collaborative Engineering Plattform vorgestellt. Darauf aufbauend wird der Community-Gedanke auf die Produktentwicklung übertragen; Anforderungen an Communities im Engineering-Bereich werden abgeleitet. Abschließend erfolgt die Beschreibung einer Rahmenarchitektur sowie die Formulierung von Forschungsfragen zur Realisierung von Collaborative Engineering Communities.

Schlüsselworte: Collaborative Engineering, Collaborative Engineering Community, Portal, Kollaboration, Kommunikation, Life Cycle Management, Integration, Informations- und Kommunikationsplattform

1 Collaborative Engineering zur Integration der Wertschöpfungspartner in die Produktentwicklung

1.1 Begriff des Collaborative Engineering

Die Schaffung und Optimierung unternehmensübergreifender Wertschöpfungsprozesse durch die Nutzung der Internet-Technologien wird derzeit bereits nahezu für alle Bereiche der Wertschöpfungskette diskutiert. Diese neuartige Form der Zusammenarbeit, die eine ganzheitliche Betrachtung der Prozesse sowie Offenheit und Transparenz gegenüber den Wertschöpfungspartnern erfordert, wird als **Collaborative Business** [RöSc01] bezeichnet.

Auch für den *Bereich der Produktentwicklung* ergeben sich daraus neue Möglichkeiten, dem steigenden Wettbewerbsdruck zu begegnen. Insbesondere Produzenten komplexer Produkte mit einem hohen Fremdleistungsanteil versuchen, die Kompetenzen ihrer Wertschöpfungspartner effizient zu nutzen. Durch die Einbindung von Zulieferern engineering-intensiver Komponenten in die frühen Phasen der Produktentwicklung kann deren Know-How gezielt verwertet werden. Die *Zusammenarbeit von Unternehmen in Entwicklungsprojekten* zwischen Abnehmern und ihren Zulieferern wird heute in vielen Industrien, wie beispielsweise im Schiffbau, bereits realisiert. Die Partnerkonstellationen sowie die Gestaltung dieser Entwicklungsnetzwerke sind dabei durch die herrschenden Wertschöpfungsstrukturen und Geschäftsbeziehungen vorgegeben. Eine Erweiterung der aus Abnehmer und Zulieferern bestehenden Entwicklungsnetze bietet sich bei kundenindividuellen Entwicklungsaufgaben durch die Integration des Kunden (Auftraggeber bzw. Nutzer) an. Dadurch ist es möglich, die kundenspezifischen Anforderungen frühzeitig zu erfassen und während der Produktentwicklung gezielt umsetzen zu können.

Im Kontext des Collaborative Business existiert im Bereich der Produktentwicklung ein Konzept zur Digitalisierung des Produktentwicklungsprozesses, das als **Collaborative Engineering (C-Engineering)** bezeichnet wird. Es beinhaltet in seiner umfassendsten Definition die durch Internettechnologien unterstützte Gestaltung verteilter, gemeinschaftlicher Produktentwicklungsprozesse aus technologischer, organisatorischer und personeller Sicht [KeKe02, S. 47]. Die Entwicklungspartner stammen dabei entweder aus unterschiedlichen Bereichen bzw. Standorten eines Unternehmens oder aber aus einem unternehmensübergreifenden Netzwerk, das ggfs. auch Kunden umfassen kann. Damit die räumlich verteilten Wertschöpfungspartner im Sinne des Interaktionsmechanismus der Kollaboration zusammenarbeiten können, muss ihnen eine Arbeitsumgebung zur Verfügung gestellt werden, die ihnen zum einen den Zugriff auf eine gemeinsame Daten- und Informationsbasis ermöglicht, zum anderen die geeigneten Werkzeuge zur Kommunikation und Koordination zur Verfügung stellt.

1.2 Potentiale und Herausforderungen des Collaborative Engineering

In herkömmlichen verteilten Entwicklungsprozessen bearbeiten die Partner, häufig nur unzureichend abgestimmt, abgegrenzte Teilaufgaben. Prozessverzögernde und damit kostenverursachende Korrekturschleifen sind die Folge. Im C-Engineering soll die Schaffung eines transparenten, partnerübergreifenden Gesamtprozesses eine gezielte Abstimmung und Parallelisierung der Aktivitäten ermöglichen, unterstützt durch die Einrichtung einer gemeinsamen Informations- und Kommunikationsplattform. Dies resultiert in einer Verkürzung des Entwicklungsprozesses und damit der Time to Market sowie einer Senkung der Entwicklungskosten, insbesondere der darin enthaltenen Kostenbestandteile für das Qualitäts- und Änderungsmanagement. Zudem bewirkt die unmittelbare Einbindung aller wesentlichen Know-How-Träger eine Steigerung der Innovationskraft und führt zu einer ausgereifteren Produktqualität.

Aus *informationstechnologischer Sicht* stellt die Arbeit in verteilten Engineeringteams umfangreiche Anforderungen an die unterstützende Systemumgebung. Die hohe Komplexität heutiger Produkte im Verbund mit dem Anspruch, zahlreiche Randbedingungen zu optimieren (kostenbewusst, fertigungsgerecht, wartungsfreundlich, etc.), induziert einen wachsenden Abstimmungsbedarf zwischen den unterschiedlichen Gewerken und Disziplinen. Ein Kommunikationswerkzeug allein kann diesen Anforderungen nicht genügen. Stattdessen gilt es, eine Kommunikations- und Kooperationsplattform für ein Netzwerk von Partnern aufzubauen, das verschiedene Werkzeuge einbinden kann und sich nahtlos in die lokale Arbeitsumgebung integriert. Untersuchungen im Automobilbau [Luk⁺00] haben gezeigt, dass die Bedienungsfreundlichkeit von Kooperationswerkzeugen und deren direkte Verfügbarkeit am Arbeitsplatz wesentlich zur Akzeptanz beitragen.

Eine umfassende Unterstützung des Collaborative Engineering muss sowohl die explizite als auch die implizite Kommunikation beinhalten [Luka01]. Dabei bezeichnet *explizite Kommunikation* typische Tools des Computer Supported Cooperative Work wie E-Mail und Videokonferenzsysteme. Parallel hierzu gewinnt die *implizite Kommunikation* an Bedeutung. Diese Form bezeichnet den Informationsaustausch durch den gemeinsamen Zugriff auf Ressourcen wie Produktdaten, Zulieferkataloge oder Firmennormen. Die implizite Kommunikation vermeidet ein vom Nutzer initiiertes Publizieren der Information und ersetzt diese durch eine Integration auf Ebene der Daten und Dienste. So müssen beispielsweise Produktdaten nicht mehr manuell per Filetransfer oder E-Mail versendet werden, sondern werden in einem gemeinsam genutzten – gegebenenfalls föderierten Produktdatenmanagement-System – zur Verfügung gestellt [Luk⁺02]. Die sich daraus ergebende enge Verknüpfung von Partnern über Standort- und Firmengrenzen hinweg ist jedoch ein sensibler und aufwendiger Prozess. Zusätzlich zu den notwendigen technischen Maßnahmen müssen hierbei

insbesondere auch rechtliche Probleme gelöst werden, um eine solche übergreifende Systemumgebung aufbauen und betreiben zu können.

Neben den technologischen Aspekten liegen jedoch wesentliche Herausforderungen in der Gestaltung der *strategischen, organisatorischen* und *personellen Rahmenbedingungen* (Abbildung 1).

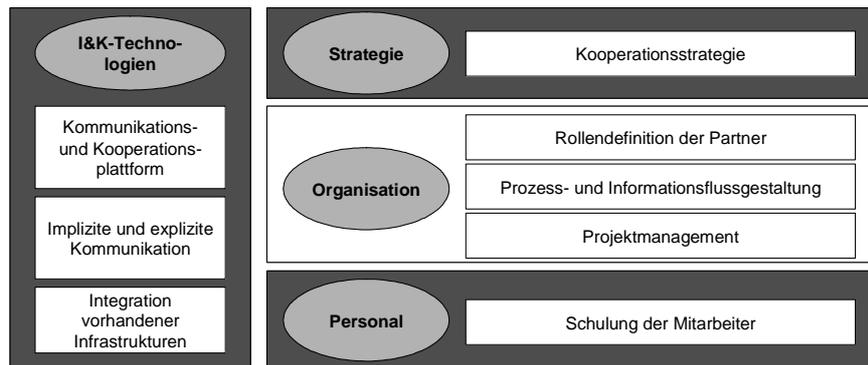


Abbildung 1: Wesentliche Herausforderungen bei der Gestaltung von C-Engineering

Die Basis bildet die Formulierung einer geeigneten Kooperationsstrategie, in der die partnerspezifische Intensität der Interaktion festgelegt wird. Darauf aufbauend müssen organisatorische Fragestellungen wie die Rollendefinition der Partner in Bezug auf eine kompetenzbasierte Aufgabenverteilung sowie bezüglich ihrer Rechte und Pflichten, die unternehmensübergreifende Prozess- und Informationsflussgestaltung in Abhängigkeit von den spezifischen Bedürfnissen der Partner sowie die Organisation des Projektmanagement geklärt werden. Im Personalbereich ist zu beachten, dass die Betroffenen durch gezielte Schulungsprogramme mit den Veränderungen vertraut gemacht werden müssen, mit denen sie in ihrem Arbeitsumfeld konfrontiert werden. Letztlich wird die neue Arbeitsweise nur dann akzeptiert, wenn sie echte Erleichterungen mit sich bringt und den Bedürfnissen und Anforderungen der Mitarbeiter gerecht wird.

2 Collaborative Engineering im Schiffbau

Ein sehr komplexes Beispiel für einen vernetzten Wertschöpfungsprozess mit durchschnittlichen Fremdleistungsanteilen von teilweise bis zu 75% stellt der *Schiffbau* dar. Der folgende Abschnitt beschreibt zunächst die Rahmenbedingungen der verteilten Produktentwicklung im Schiffbau und stellt die Ergebnisse einer empirischen Erhebung zur Zusammenarbeit von Werften und ihren Zulieferern vor. Darauf aufbauend wird anhand eines laufenden Forschungsprojektes ein Lösungsansatz für C-Engineering im Schiffbau dargestellt.

2.1 Verteilte Produktentwicklung im Schiffbau

Der schiffbauliche Entwurfs-, Konstruktions- und Produktionsprozess ist durch die Zusammenarbeit einer Vielzahl von Unternehmen charakterisiert, die sich sehr stark in ihrer Größe, Struktur und ihren Aufgaben unterscheiden (vgl. Abbildung 2). Im Zentrum des verteilten Wertschöpfungsprozesses steht i.d.R. die *Werft* als Generalauftragnehmer. Ihre Wertschöpfung konzentriert sich häufig auf konstruktive und planerische Leistungen sowie auf die Systemintegration und Finalproduktion. Eine entscheidende Rolle hat der *Reeder* bzw. Auftraggeber, da seine Anforderungen sowohl hinsichtlich der Produktspezifikation als auch hinsichtlich der Auswahl der anderen Wertschöpfungspartner maßgeblich sind. Die *Klassifikationsgesellschaft* prüft die Projektunterlagen und begleitet den Bau des Schiffes. *Ingenieurbüros* werden zur Unterstützung der Werft für die Erstellung von Konstruktionsleistungen herangezogen, deren Inhalt und Umfang stark variieren kann. Zur Durchführung der als notwendig erachteten Versuche bzw. Berechnungen wird eine *Versuchsanstalt* beauftragt. Die größte Gruppe der Wertschöpfungspartner stellen die *Zulieferer* dar, die in Einzelteil-, Modul- und Systemlieferanten unterschieden werden. Abbildung 2 beschreibt die wesentlichen Rahmenbedingungen, die bei der verteilten Produktentwicklung im Schiffbau beachtet werden müssen.

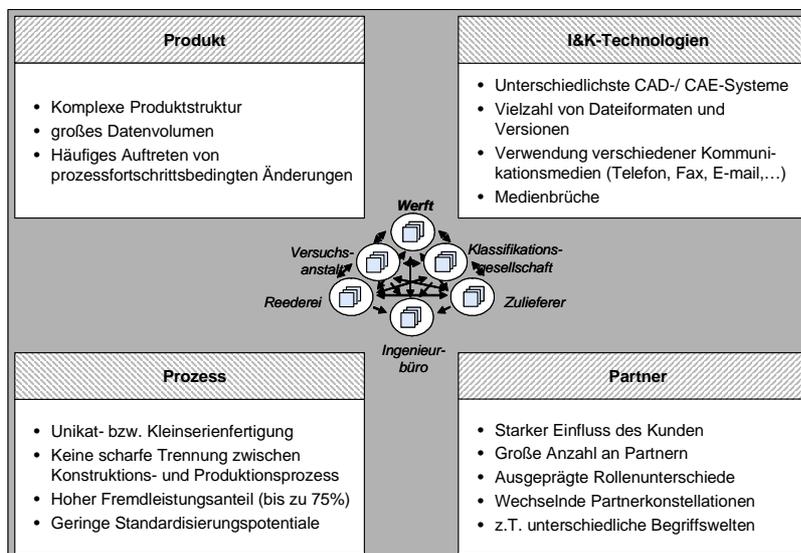


Abbildung 2: Rahmenbedingungen für die verteilte Produktentwicklung im Schiffbau

Das Produkt Schiff besitzt eine komplexe Produktstruktur. Mit steigendem Konstruktionsfortschritt erhöht sich der Detaillierungsgrad der auszutauschenden Projektunterlagen. Datenvolumina und die Komplexität der Informationen steigen.

Aufgrund des starken Kundeneinflusses bzw. prozessbedingter neuer Erkenntnisse der Wertschöpfungspartner aus Konstruktion, Fertigung bzw. Montage treten häufig Änderungen auf, die es gezielt zu kommunizieren gilt. Die große Anzahl der Beteiligten bringt eine Vielzahl verschiedener I&K-Infrastrukturen mit sich. Insbesondere der Einsatz unterschiedlicher CAE-Systeme (Computer Aided Engineering Systeme) erschwert den Datenaustausch zwischen den Beteiligten. Aufgrund der ausgeprägten Rollenunterschiede der Partner, die sowohl inhaltliche Aufgaben als auch deren Stellung und Bedeutung im Partnerverbund betreffen, unterscheiden sich die Befugnisse, Sichten und Begriffswelten derselben z.T. erheblich voneinander.

Zudem erschweren projektbedingt wechselnde Partnerkonstellationen sowie die für diese Branche in Deutschland charakteristische Unikat- bzw. Kleinserienfertigung die Standardisierung der Prozesse und erfordern große Flexibilität bei der Gestaltung der Informationsflüsse und Einbindung der Partner.

2.2 Herausforderungen und aktuelle Fragestellungen bei der Umsetzung von Collaborative Engineering im Schiffbau

Zur Ermittlung der praxisrelevanten Fragestellungen für die Gestaltung von C-Engineering-Lösungsansätzen wurde in einer empirischen Erhebung bei 14 deutschen Werften und 64 deutschen Zuliefererunternehmen [Ker⁺02] sowie mit Hilfe von Experteninterviews im Rahmen des *Forschungsprojektes PROFI*¹ [NeKe02] die aktuelle Situation der Zusammenarbeit zwischen Werften und ihren Zulieferern in strategischer, organisatorischer und technologischer Hinsicht ermittelt.

- *Strategie*: Zwar wird die generelle Zusammenarbeit im deutschen Schiffbau von jeweils mehr als zwei Dritteln der befragten Werften und Zulieferer als gut beurteilt, ein wesentliches Problem aus Sicht der Zulieferer ist jedoch, dass sie i.d.R. nicht zeitgerecht in den Entwicklungsprozess eingebunden werden. Insgesamt sind 68% der Zulieferer und 78% der Werften zu einer konsequenten strategischen Zusammenarbeit bereit, die tatsächliche Realisierung einer engeren, partnerschaftlichen Zusammenarbeit beginnt sich jedoch erst jetzt vermehrt durchzusetzen, weshalb von Projekt zu Projekt stark wechselnde Kooperationspartner die Regel sind.
- *Organisation*: Aus Sicht der Zulieferer sind die von den Werften übermittelten Informationen aufgrund des z.T. nicht ausreichenden Produkt-Know-Hows der Werften zum Teil unvollständig bzw. nicht ausreichend detailliert, sodass zahlreiche Kommunikationsschleifen erforderlich sind, durch die der Ent-

¹ Das Projekt PROFI wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 03 18S0197 gefördert.

wicklungsprozess entscheidend verzögert wird. Eine weitere Störgröße stellt die Tatsache dar, dass über weite Abschnitte des Entwicklungsprozesses Werften und Zulieferer nicht über gleiche Informationsstände verfügen. Dies ist zum Großteil darin begründet, dass die Werften die internen Prozesse ihrer Lieferanten nicht ausreichend kennen, und somit nicht wissen, wann bei diesen welcher Informationsbedarf entsteht. Ein anderes hohes Störungspotential ergibt sich daraus, dass Zulieferer und Werften in vielen Fällen andere Begrifflichkeiten beispielsweise für Bauteile verwenden. Auch dies führt häufig zu prozessverzögernden Rückfragen.

- *I&K-Technologien:* Als wesentliche Beeinträchtigung der Qualität des Informationsflusses zwischen Werften und Zulieferern werden Inkompatibilitäten der verwendeten Datenverarbeitungssysteme gesehen. Die Konvertierung der Daten kann neben den Zeitverlusten auch zu Informationsverlusten und damit Fehlinterpretationen führen.

2.3 Lösungsansatz für Collaborative Engineering im Schiffbau

Die aus der empirischen Erhebung gewonnenen Erkenntnisse zeigen, dass eine wesentliche Herausforderung bei der Gestaltung der Zusammenarbeit darin liegt, den Wertschöpfungspartnern die ihren Bedürfnissen angepassten Daten und Informationen zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen.

Das aktuell laufende *Verbundprojekt ShinCoS*² zielt demzufolge auf die Umsetzung einer derart umfassenden Informations- und Kommunikationsplattform für den Schiffbau ab, in die neben Werft und Zulieferern auch Klassifikationsgesellschaft, Versuchsanstalt und Ingenieurbüro eingebunden werden sollen. Für das verteilte Engineering werden sowohl implizite als auch explizite Kommunikationsmechanismen bereitgestellt. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer Methodik, die auch in Bezug auf das Partnernetzwerk den Gedanken des Lebenszyklus umsetzt.

Nach *Identifikation eines geeigneten Kooperationspartners* folgt eine Phase der *Partneranbindung*. Dort werden Festlegungen über den Einsatz expliziter und impliziter Kommunikationsmechanismen sowie Verantwortlichkeiten, Datenformate etc. festgelegt. Nach erfolgter Anbindung der Partner tritt die Partnerbeziehung in die *operative Betriebsphase*, wo die Werkzeuge zur Unterstützung des verteilten Engineerings zum Einsatz kommen. Mit Abschluss eines Projektes wird eine solch enge Partnerbeziehung ggf. auch wieder aufgelöst. Ports werden wieder gesperrt, Datenbereiche archiviert und Accounts gelöscht.

² Das Verbundprojekt ShinCoS wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 03SX131x gefördert.

Durch den Einsatz von Modellierungswerkzeugen und die Bereitstellung von Templates erhalten die Unternehmen eine Hilfestellung zur strukturierten Erfassung aller relevanten Informationen in der Aufbauphase. Die dort erfassten Daten liegen anschließend in maschinenlesbarem Format (XML) für die weitere Verarbeitung vor. Somit kann auch eine Automatisierung der Vernetzung bzw. eine Systemunterstützung in der Abbauphase realisiert werden.

Abbildung 3 verdeutlicht die *Grobarchitektur der konzipierten Systemumgebung*. Sie weist den typischen dreischichtigen Aufbau moderner Client-Server-Systeme auf und bietet so eine große Flexibilität in Bezug auf die anzubindenden Systeme. Durch die Verwendung standardisierter Basisdienste für Authentifizierung, Sitzungsverwaltung und Clientanbindung (z.B. Java 2 Enterprise Edition) und herkömmlicher Webclients kann das Hauptaugenmerk auf die Umsetzung der Geschäftslogik - in diesem Fall also auf die Ausprägung der impliziten und expliziten Kooperationsunterstützung gelegt werden.

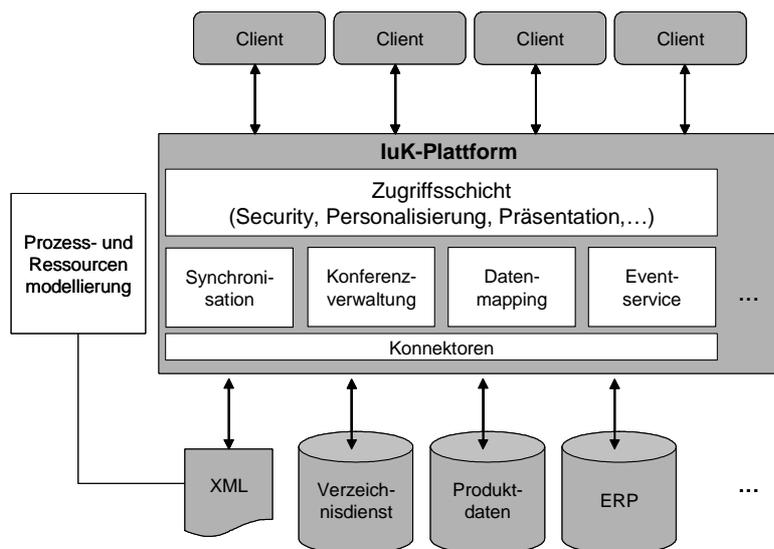


Abbildung 3: Grobarchitektur der ShinCoS-Systemumgebung

Weitere Merkmale der Architektur sind die vorgeschaltete Modellierung wesentlicher Aspekte der Partnerbeziehung, der Export der Daten im XML-Format und deren Bereitstellung für die Konfiguration der IuK-Plattform.

3 Erweiterung des Collaborative Engineering um Community-Aspekte

Das Konzept des Collaborative Engineering kann durch die Integration des Community-Gedankens erweitert werden. Im Folgenden werden der Begriff der Community definiert, seine Übertragung auf den Bereich des Engineering durch die Einführung sogenannter Collaborative Engineering Communities beschrieben sowie Anforderungen an dieselben formuliert.

3.1 Communities in der Produktentwicklung

Neben der Zusammenarbeit der Wertschöpfungspartner im Produktentwicklungsprozess, sind auch über diesen hinaus, d.h. im Bereich der nachfolgenden Lebenszyklusphasen, je nach Produkt bzw. Branchenstruktur weitere Anspruchsgruppen neben den eigentlichen Nutzern denkbar (vgl. Abbildung 4).

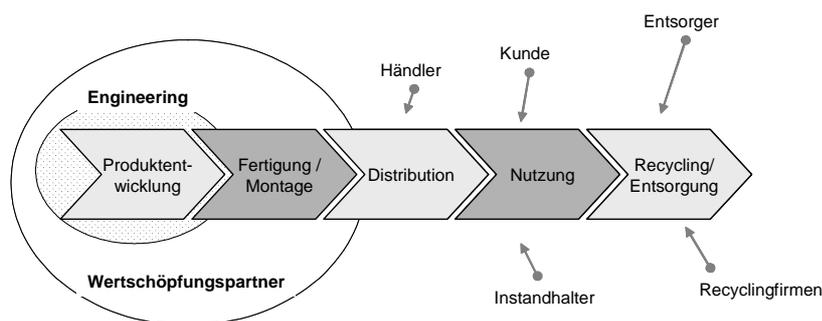


Abbildung 4: Beispiele für mögliche Anspruchsgruppen während des Produktlebenszyklus

Für den Schiffbau sind dies beispielsweise der *Schiffseigner*, der *Reeder*, der *Charterer*, die *Klassifikationsgesellschaft*, die den Betriebszustand des Schiffes überwacht, *Werften*, *Zulieferer* und andere Unternehmen, die für einen Schiffsumbau bzw. die Instandhaltung oder Reparaturen herangezogen werden, *Händler* bzw. *Vermittler* von Gebrauchtschiffen, *Versicherungsunternehmen*, *Finanzgesellschaften*, die Schiffsbeteiligungen vermitteln, *Verschrottungsunternehmen*, *Engineeringdienstleister*, *Bedienungspersonal*, *Softwarefirmen für schiffbauliches CAD (Computer Aided Design)* etc..

Diese Anspruchsgruppen müssen nicht direkt am eigentlichen Wertschöpfungsprozess beteiligt sein, sie verbindet jedoch das gemeinsame Interesse am Produkt, wiewohl ihre Sichten darauf unterschiedlich sind. Alle am Produktlebenszyklus Beteiligten benötigen produktbezogene Informationen gemäß ihren Anforderungen und Bedürfnissen. Im Allgemeinen besitzt jede Anspruchsgruppe ein eigenes Informationssystem und erhebt die von ihr benötigten Daten selbst; mögliche

Synergien bzw. Rückkopplungen zwischen den Informationssystemen der Beteiligten werden bislang kaum genutzt. Dies hat zum einen zur Folge, dass Daten mehrmals erhoben werden und Informationen nicht durchgängig über den gesamten Lebenszyklus vorliegen, zum anderen gehen relevante Erkenntnisse nachfolgender Phasen für vorgelagerte Phasen (z.B. für die Entwicklung) verloren. Inhaltlich geht es darum, z.B. Erkenntnisse aus der Nutzung oder der Entsorgung eines Produktes in die Entwicklung des Nachfolgeproduktes einfließen zu lassen. Diese Aufgabe konnte bisher nicht systematisch wahrgenommen werden, weil ein lückenloser Zugriff auf die Nutzungsdaten nur in Ausnahmefällen (z.B. bei dokumentationspflichtigen Anlagen) möglich ist und in der Regel keine entsprechende Schnittstelle existiert. Unter dieser Schnittstelle wird hier weniger die Schaffung einer Datenverbindung als mehr die sinnhafte Interpretation der Produktbetriebsdaten und ihre inhaltliche Auswertung verstanden.

An dieser Stelle bietet sich im Sinne des Life Cycle Management ein Ansatzpunkt für die *Weiterentwicklung der traditionellen Engineering-Netzwerke in Engineering Communities* an. Als **Life Cycle Management** wird die Erfassung, Bearbeitung und Archivierung aller produktrelevanten Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes bezeichnet. Neben den eigentlichen Wertschöpfungspartnern sind daran die jeweiligen Anspruchsgruppen des gesamten Produktlebenszyklus aufgrund ihres gemeinsamen Interesses am Produkt freiwillig beteiligt. Die Integration bisher getrennt arbeitender Informationssysteme und die Herstellung einer Kopplung zwischen den einzelnen Phasen des Lebenszyklus, insbesondere eine Rückkopplung zwischen Engineering-Prozess und den diesem nachgelagerten Phasen, stehen bei diesem Ansatz im Vordergrund. Damit wird das wirtschaftliche Ziel verfolgt, Daten möglichst nur einmal zu erfassen und dann mehrfach zu nutzen, um den Änderungsumfang gering zu halten.

3.1.1 Der Begriff der Community

Communities (Gemeinschaften) sind eine im Zusammenhang mit der Internet-Ökonomie diskutierte Erscheinungsform lose organisierter Gruppen. Lechner und Schmid [LeSc99] definieren Communities als Zusammenschluß Einzelner (Agenten), die eine gemeinsame Sprache und Welt sowie Werte und Interessen teilen und über Medien, in Rollen agierend miteinander kommunizieren. Die Mitglieder einer Gemeinschaft können sowohl gleiche als auch komplementäre Interessen haben. Gleichheit oder Komplementarität der Interessen ist häufig nur eine Frage des Abstraktionsgrades oder der Formulierung der Interessen. In einer Gemeinschaft an der Herstellung eines Produkts beteiligter Akteure können alle Mitglieder das "gleiche Interesse" haben, ein Produkt herzustellen und ihren individuellen Nutzen zu maximieren. Das Interesse der Agenten in Bezug auf Austauschbeziehungen ist dagegen komplementär und es können z.B. Anbieter und Nachfrager der Teilprodukte oder Kunden und Lieferanten unterschieden werden.

Diese Gruppen definieren sich nahezu ausschließlich über ein gemeinsames Interesse an einem Thema; d.h. ihr Zusammenschluß beruht auf freiwilliger Basis und ist nicht durch Hierarchien induziert bzw. bestimmt. Mitglieder der Gruppen weisen sich zumindest mit einem Benutzernamen (nickname) aus, können aber je nach Community auch erheblich mehr Informationen über sich bekannt geben. Weil Communities ursprünglich nur der Kommunikation und dem Informationsaustausch dienen, haben sich nur wenige Regeln zum Umgang in Communities herausgebildet. Wenn ein Moderator existiert, der die Einstellung von Beiträgen der Community-Mitglieder überwacht und ggf. unzulässige Beiträge aus dem in der Community genutzten Diskussionsforum entfernt, so kann von einer zumindest prinzipiell vorhandenen heterarchischen Koordination über die in der Community behandelten Themen gesprochen werden (vgl. zur heterarchischen Koordination [CoGö01] mit weiteren Nachweisen).

3.1.2 Der Begriff der Collaborative Engineering Community

Unter einer **Collaborative Engineering Community (CEC)** wird im folgenden eine zwischenbetriebliche Organisationsform zur verteilten Zusammenarbeit im Bereich der Produktentwicklung verstanden, die alle im Verlauf des Produktlebenszyklus beteiligten Unternehmen, Organisationseinheiten und Personen umfasst und alle zur Telekooperation erforderlichen Daten, Informationen und Wissens Elemente zur Verfügung stellt. Abbildung 5 zeigt die Abgrenzung von Collaborative Engineering Communities zu anderen Gruppen.

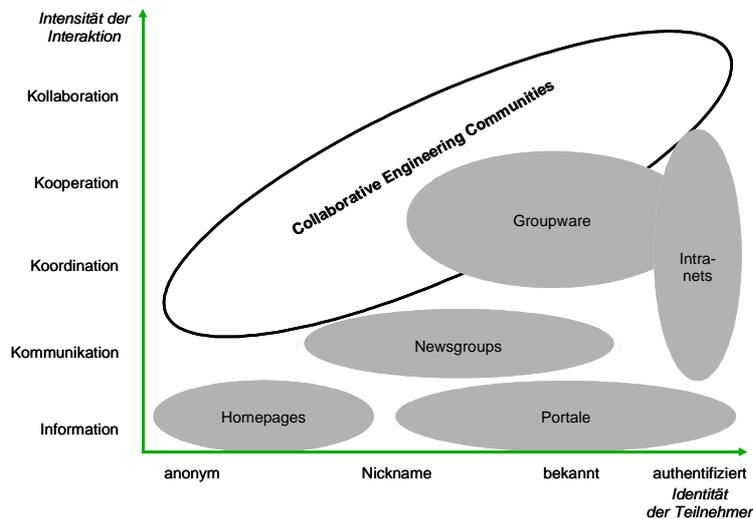


Abbildung 5: Einordnung von Collaborative Engineering Communities nach Interaktion und Identität [Gron02]

Dabei wird deutlich, dass eine echte Kollaboration, deren Voraussetzungen Offenheit und Bereitschaft zur Transparenz sind, nur mit ausgesuchten (d.h. authentifizierten) Partnern erreicht werden kann. Denn gerade im Entwicklungsbereich stellt eine gewachsene Vertrauensbeziehung die unerlässliche Bedingung für eine derartige Interaktionsintensität dar.

Eine Erweiterung vorhandener Ansätze zur Bildung von Engineering-Netzwerken [Puff01] erfolgt insbesondere durch die Berücksichtigung der späten Phasen im Lebenszyklus eines Produktes und durch die Einbeziehung von Kunden [RiKr01] bzw. möglichen anderen Anspruchsgruppen des Produktlebenszyklus.

Die *Weiterentwicklung von Arbeitsgruppen im Bereich des Engineering* durch den Community-Gedanken wird durch folgende Trends gefördert:

- Durch den Wettbewerbsdruck und die vom Markt geforderte Verkürzung der Entwicklungszeiten müssen Kundenanforderungen und Kundenreaktionen effizienter als bisher in den Engineering-Prozess integriert werden.
- Die stärkere Systematisierung und Segmentierung des Fremdbezugs (Schaffung von Systemlieferanten mit umfassender Entwicklungsverantwortung) führt zu einem erheblichen Bedarf an unternehmensübergreifender Zusammenarbeit.
- Aufgrund der stärkeren Berücksichtigung des Life-Cycle-Management gewinnt die Kommunikation mit (potentiellen) Produktnutzern bzw. anderen Anspruchsgruppen in allen Phasen des Produktlebenszyklus an Bedeutung.
- Die steigende verfügbare Bandbreite im Internet, insbesondere im WWW, ermöglicht neben Kommunikation, Information und Kooperation zunehmend auch eine räumlich verteilte Kollaboration.
- Die bisher nur zum Meinungsaustausch genutzten Communities entwickeln zunehmend auch kollaborative Elemente wie z.B. Bewertung von Beiträgen anderer Diskussionsteilnehmer, Zeichnung von Aktien, die in der Community als aussichtsreich empfunden werden etc.. Es ist daher auch zu erwarten, dass basierend auf Communities neue Impulse für den Elektronischen Geschäftsverkehr ausgehen werden [Trus00].

Für den Bereich des Schiffbaus bietet das Konzept der CEC folgende Anwendungsmöglichkeiten: Innerhalb der Community können gezielt und schnell Ausschreibungen zur Auswahl von Engineering-Partnern sowohl für die Neuproduktion als auch für Umbau- bzw. Instandhaltungsaufträge plziert und internetunterstützt verhandelt werden. Informationen und Erfahrungswissen, die während des Schiffsbetriebes gewonnen werden, werden bis dato dezentral beispielsweise beim Betreiber, bei mit Wartung bzw. Reparatur beauftragten Unternehmen oder der Klassifikationsgesellschaft vorgehalten. Im Rahmen einer CEC ist es möglich, relevante Daten und Informationen zu sammeln, strukturiert zu verwalten sowie den Mitgliedern bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen.

Beispielsweise können Werften und Zulieferer daraus Erkenntnisse über mögliche technische Verbesserungen für zukünftige Entwicklungen gewinnen oder aber direkte Rückmeldungen über Anforderungen des Reeders erhalten. Desweiteren wäre es möglich, Händlern bzw. Vermittlern von Gebrauchtschiffen sowie potentiellen Käufern auch einen Überblick über wesentliche Ereignisse während des gesamten Schiffsbetriebes zu geben.

3.2 Anforderungen an Collaborative Engineering Communities

Communities in der Produktentwicklung sind durch eine große Heterogenität ihrer Mitglieder hinsichtlich deren Rollen, Bedürfnissen sowie bestehenden organisatorischen und technologischen Voraussetzungen gekennzeichnet. Desweiteren kann die Zusammensetzung dieser Communities sehr stark während des Produktlebenszyklus variieren. Aus diesen Gründen ist eine Nutzen-generierung für alle Beteiligten nur dann zu realisieren, wenn Collaborative Engineering Communities die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Sie müssen ein hohes Maß an organisatorischer und auch technologischer Flexibilität aufweisen, um Veränderungen in der Konfiguration der an der Produktentwicklung beteiligten Partner sowie an den Vorgehensmodellen bei der Produktentwicklung möglichst effizient und mit möglichst geringem Aufwand an hierarchischen Eingriffen vornehmen zu können.
- Sie müssen geeignete Koordinationsmechanismen für den Dokumentenaustausch bereitstellen, um unterschiedliche Stufen der Vertraulichkeit anbieten zu können. Zudem sollen sie ein schnelles inhaltliches bzw. semantisches gemeinsames Verständnis der Nutzer für Sachverhalte sicherstellen.
- Sie müssen den Beteiligten die Daten und Informationen entsprechend ihren Rollen und Bedürfnissen in einer geeigneten Darstellungsform (Detaillierungsgrad, Umfang, Art der Visualisierung) verfügbar machen.
- Ihre Informationssystemarchitektur, also das geplante Zusammenwirken technologischer, betriebswirtschaftlicher, organisatorischer und psychosozialer Aspekte bei der Entwicklung und Nutzung von betrieblichen soziotechnischen Informationssystemen, muss ein hohes Maß an Selbstorganisation und partieller Autonomie umfassen, um schnell neue Kooperationspartner in die Collaborative Engineering Community integrieren zu können.

Im Gegensatz zu den beschriebenen Merkmalen des Collaborative Engineering beruhen die heute verfügbaren Ansätze zur Unterstützung von Communities auf weitgehend *generischen Strukturen*. Unabhängig vom konkreten Gegenstand des Interesses werden meist Teilmengen der folgenden Grundfunktionen bereitgestellt:

- Strukturierte Diskussionsforen (Newsgroups),
- ein Verzeichnis der Community (Namen, Kontaktinformationen),
- Mailinglisten,
- eine Archivierungsfunktion sowie
- die Verwaltung von Inhalten (Links, Texte,...).

Diese Grundfunktionen decken weitere Bereiche der asynchronen Zusammenarbeit innerhalb einer lockeren Gemeinschaft ab. Entscheidend für die Akzeptanz ist dabei, dass all diese Funktionen ohne vorherige Installation spezieller Software bei den Mitgliedern der Community nutzbar sind. Lediglich ein herkömmlicher Web-Browser und ein Internetzugang werden vorausgesetzt – die Kommunikation zwischen Client und Server erfolgt mittels HTTP. Benötigt die Community darüber hinaus auch eine Unterstützung zur synchronen Kooperation (z.B. gemeinsames Erstellen von Dokumenten, Abhalten verteilter Meetings), so lassen sich die aus der Literatur bekannten Konferenzwerkzeuge, wie Audio- bzw. Videokonferenzen über IP, Application Sharing und Web-Casting oder Streaming ebenfalls in ein Community-Portal einbinden.

Anzumerken ist hierbei, dass die synchronen Kooperationswerkzeuge in der Regel spezielle technische Voraussetzungen benötigen. Offensichtlich ist dies bei Videokonferenzen, wo alle angebundenen Partner über Hardware und interoperable Software für die Aufnahme und Wiedergabe von Audio- und Videodaten verfügen müssen. Für Anwendungen, bei denen kurze Interaktionszeiten wichtig sind, und der Zustand zwischen Client und Server während einer Sitzung von Bedeutung ist, haben zudem andere Protokolle ihre Berechtigung. Neben speziellen Protokollen für die Übertragung von Medienströmen (H.320, RTP etc.) ist insbesondere das Internet Inter-ORB Protocol (IIOP) der Common Object Request Broker Architecture (CORBA) zu nennen [OMG97]. Doch auch mit dieser zweiten Gruppe von Werkzeugen können spezielle Anforderungen im Kontext der Product Lifecycle Communities nicht zufriedenstellend abgedeckt werden.

Beispielsweise ist im *Schiffbau* die oben bereits eingeführte Berücksichtigung der Produktstruktur erforderlich, die bei der Konstruktion des Produkts „Schiff“, aber auch beim Betrieb und den sich daraus ableitenden Informationen eine maßgebliche Rolle spielt. Um über den gesamten Lebenszyklus eines Schiffs hinweg alle beteiligten Personen zu einer Community zu verbinden, muss diese Datenstruktur quasi das *Grundgerüst für den Informationsaustausch* bilden. Nur wenn die Erfahrungen beim Betrieb konkret den jeweiligen Baugruppen oder Einzelteilen zugeordnet werden können, lassen sich Informationen bei der Wartung oder der Optimierung der Konstruktion für einen Neubau sinnvoll nutzen. Als Herausforderung gilt es jedoch, die Produktstruktur entsprechend den *unterschiedlichen Sichtweisen der Beteiligten* geeignet aufzubereiten. So hat die Konstruktion eine andere Sicht auf das Produkt als die Fertigungsvorbereitung

oder der Einkauf. Diese unterschiedlichen Sichtweisen in der Produktentstehung können über heutige Produktdatenmanagementsysteme bereits abgebildet werden. Wird der Anwendungshorizont nun auf die Gebrauchs- und Entsorgungsphase ausgedehnt, müssen auch dort alle relevanten Sichtweisen explizit erfasst und modelliert werden. Nur wenn es gelingt, die Arbeitsweise, die Denkmuster und Begrifflichkeiten der Beteiligten aufzugreifen und die neutrale Produktstruktur konsistent abzubilden, kann sich ein Community-Portal als Informationsdrehscheibe für den Produktlebenszyklus etablieren.

Im nächsten Schritt muss zudem die *Integration eines solchen Portals* in die jeweilige Arbeitsumgebung erzielt werden. Darunter ist insbesondere auch die Unterstützung vielfältiger Datenformate zu verstehen. In jeder Lebensphase gibt es unterschiedliche Werkzeuge zur Modellierung, Analyse oder sonstigen Verarbeitung von Produktdaten. All diese Dokumente sollten ohne aufwendige Konvertierungen über das Community-Portal verwaltet und kooperativ nutzbar gemacht werden. Diese Anforderung wird heute selbst für den eingeschränkten Teilbereich des Engineering aufgrund der unterschiedlichen Systemwelten und fehlender Standards nicht erfüllt.

Aufgrund der geschilderten, nur partiellen Eignung der bestehenden Lösungen wurde ein *Architekturmodell* entwickelt, das den für Collaborative Engineering Communities definierten Anforderungen Rechnung trägt und damit einen Ansatz zu deren Realisierung darstellt.

4 Rahmenarchitektur einer Collaborative Engineering Community

Auf Basis der oben skizzierten Anforderungen wurde ein *Architekturmodell* einer Collaborative Engineering Community entwickelt (Abbildung 6) [Gron02]. Dabei sind unterschiedliche Gruppen von Benutzern bzw. am Entwicklungsprozess direkt oder indirekt Beteiligten in die Collaborative Engineering Community eingebunden. Als sinnvoll hat es sich herausgestellt, den Zugriff aller Benutzergruppen über ein *gemeinsames Portal* zu ermöglichen. Ein Portal kennzeichnet dabei nicht nur die Einheitlichkeit des Zugangs, sondern übernimmt im Fall der Collaborative Engineering Community auch die Aufgaben der Personalisierung nach entsprechender Authentifizierung. Die Ergebnisse dieser beiden Aufgaben, die die Bewegungsmöglichkeiten der Mitglieder der einzelnen Benutzergruppen in der Collaborative Engineering Community bestimmen, werden durch die Modellierung der Sichten im Benutzermodell bestimmt. Hier wird festgelegt, welche Informationen den Mitgliedern der entsprechenden Gruppe prinzipiell zugänglich sind. Diese Festlegung der Zugänglichkeit erfolgt bezogen auf Objekte, Prozessschritte und Wettbewerbsrelevanz.

Ein Benutzer in der Rolle Systemlieferant sieht z.B. im Objektbereich die Teile, die er selbst anbietet und die Umgebung seiner Teile, um etwa Einbauuntersuchungen durchführen zu können. Dazu wird entsprechendes Kontextwissen modelliert.

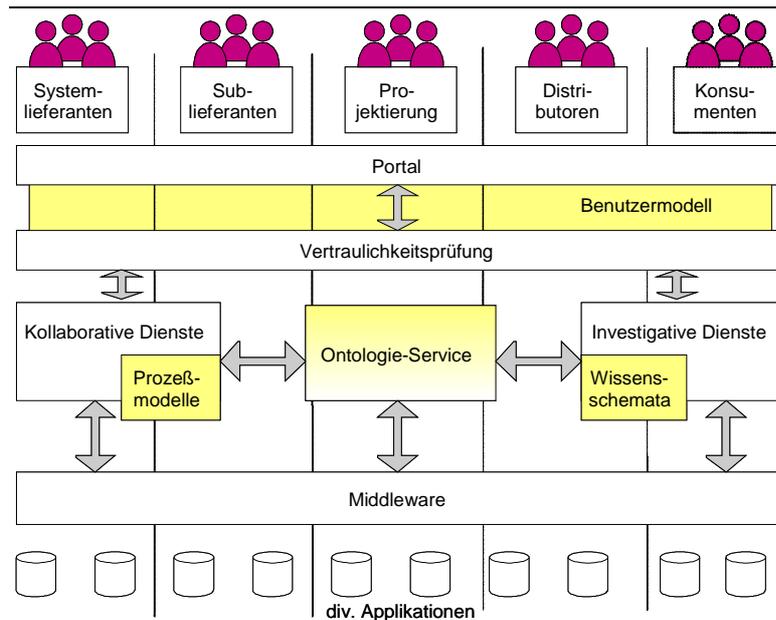


Abbildung 6: Vorschlag einer Architektur für Collaborative Engineering Communities

Im Prozessbereich wird die Zugänglichkeit der einzelnen Prozessinformationen festgelegt. Die Rolle "Projektierung" muss möglicherweise nicht über Phaseninformationen aus der Benutzung des Produktes verfügen, Nutzergruppen als Kooperationspartner sollten hingegen nur die Festlegung der Eigenschaften in der Phase der Produktdefinition sehen und dann in starkem Maße in die Ergebnisse von Feldstudien einbezogen werden.

Quer zu diesen auf Objekte bzw. Phasen bezogenen Sichtdefinitionen ist die Festlegung von Vertraulichkeitsinformationen anzusehen. Hier kann für Gruppen von Informationen ein Grad von Vertraulichkeit definiert werden. Die tatsächliche Sicht der Benutzergruppen auf die Collaborative Engineering Community wird dann von der Gesamtheit der Einschränkungen bzw. Freigaben bestimmt. Eine zwischen Portal und Funktionalität angeordnete Sperrschicht überwacht bei allen Aktionen der Benutzer, dass die im Benutzermodell festgelegte zulässige Sicht nicht überschritten wird. Um eine Protokollierung von Zugriffen, aber auch von versuchten Eingriffen in das Sicherheitskonzept zu ermöglichen und um eine Kanalisierung der Zugriffe zu erreichen, ist diese Schicht im Architekturmodell

als gesondertes Modul ausgeprägt. Dies erleichtert den Schutz dieses Moduls gegen Sicherheitslücken.

Auf der nächsten Ebene des Architekturmodells der Collaborative Engineering Community werden *Dienste* angeboten. Es wird davon ausgegangen, dass die meisten Benutzer zumindest die investigativen Dienste in Anspruch nehmen, mit denen eine Beschaffung von Informationen über Prozessschritte oder Objekte oder eine Auswertung über diese ermöglicht wird. Innerhalb der investigativen Dienste können Suchmaschinen, Information Warehouse-Technologien, Lebenslaufverfolgungssysteme [And⁺00] und andere auf digitalen Vergangenheitsdaten basierende Informationsbeschaffungsvorgänge realisiert werden. Als unterstützendes Element greifen die investigativen Dienste auf ein Metamodell der in der Collaborative Engineering Community vorhandenen Informationsquellen zurück, das als Sammlung von Wissensschemata bezeichnet werden kann. Diese Metamodellierung kann mit der Darstellung in den Repositories von Data Warehouse Systemen verglichen werden (vgl. zu Metadaten [MeWi00]) und enthält u.a. die Beschreibung der Wissensquellen, zeitliche Angaben (Stichtage, Datum der Einspeisung), Quellenbeschreibungen, Klassifikationen, Schlüsselwörter, Formatangaben und Verknüpfungen innerhalb der Wissensquellen. Die *kollaborativen Dienste* stellen Werkzeuge zur gemeinsamen Konstruktions- und Entwicklungsarbeit zur Verfügung. Hier werden die heute schon vorhandenen Systeme, die eine Einbauuntersuchung (Digital Mockup), joint viewing oder joint editing [BoSc98] ermöglichen, mit zunehmender Bandbreite im Internet stark ausgebaut werden. Analog zu den Wissensschemata der investigativen Dienste werden hier Prozessmodelle verwendet, auf deren Basis einzelne kollaborative Dienste gestaltet werden.

Als wesentliches, das Verständnis zwischen unterschiedlichen Benutzergruppen beeinflussendes Element hat sich die *Nutzung einer gemeinsamen Begriffswelt* herausgestellt. Innerhalb der einzelnen Benutzergruppen werden zunächst unabhängig voneinander Begriffswelten definiert, die jeweils lokale Netzwerke von Begriffen und Bedeutungen verwenden. Im Kontext anderer Benutzergruppen werden Begriffe, Bedeutungen oder Einordnungen jedoch anders interpretiert, was zu starker Beeinträchtigung der Effizienz der Kommunikation und darauf aufbauend auch der Kollaboration führen kann. Als Lösungsansatz hat sich die *Verwendung von Ontologien* herausgestellt [Mäd⁺01]. Dies wird im Architekturmodell durch eine Komponente gewährleistet, die als Ontologie-Service bezeichnet wird. Vorgeschlagene Aufgabe des Ontologie-Service ist die Vereinheitlichung der teilweise abweichenden Begriffsverwendungen bzw. die Generierung von Hinweisen bei nicht auflösbaren Konflikten. Eine dann manuell erfolgende Problemlösung kann genutzt werden, um das taxonomische Wissen zu erweitern.

Den Zugriff auf die über die in der Collaborative Engineering Community erreichbaren Applikationen stellt eine *Middlewarekomponente* bereit. Diese stellt die dem jeweiligen Benutzermodell entsprechende Funktion bzw. Applikation mit

den jeweils zulässigen Daten zur Verfügung. Solche Applikationen können betriebliche Administrations- und Dispositionssysteme wie z.B. SAP R/3 [Gron99], Production Engineering-Tools, Produktdatenmanagementsysteme und CAD-Systeme (Computer Aided Design Systeme) sein. CAD-Systeme bilden deshalb eine mögliche Klasse von Applikationen, weil bei den meisten marktverfügbaren Systemen kollaboratives Arbeiten zumindest ansatzweise unterstützt wird (vgl. dazu [Ibel01]).

Die in Abschnitt 3.2 aufgestellten Anforderungen an die Architektur von Collaborative Engineering Communities werden wie folgt erfüllt:

- Durch die *Schichtenarchitektur, die Middlewarekomponente und die Ausprägung der Dienste* als Web Services [LaGr03] wird der notwendigen Flexibilität und Anpassungsfähigkeit Rechnung getragen.
- Der *Ontologie-Service* ist die zentrale Komponente zur Herstellung eines gemeinsamen semantischen Verständnisses.
- Die *Benutzer- und Prozessmodellierung* gestattet eine aufgaben- und rollen-adäquate Funktionsmodellierung.
- Bei der *Wahl der Informationssystemarchitektur* müssen zusätzlich geeignete Softwarekonstruktionselemente und Softwareintegrationselemente, z.B. Schnittstellen wie STEP (Standard for the Exchange of Product Data) zur Sicherstellung eines hohen Maßes an Selbstorganisation und partieller Autonomie verwendet werden [Gron03].

5 Fazit und Ausblick

Aus theoretischer Sicht bieten sich sowohl das *Collaborative Engineering* als auch die Bildung von *Collaborative Engineering Communities* im Schiffbau an, um die Zusammenarbeit der Anspruchsgruppen zum einen im Bereich des eigentlichen Produktentwicklungsprozesses, zum anderen auch während nachfolgender Phasen des Produktlebenszyklus effizienter zu gestalten. Die *erfolgreiche Umsetzung* der beiden Konzepte ist jedoch nicht primär durch die Anwendung geeigneter Technologien herbeizuführen, sondern erfordert sowohl geeignete Einführungsstrategien und Management-Konzepte als auch organisatorische und personelle Maßnahmen.

Die Realisierung von *C-Engineering im Schiffbau* scheint, wie unterschiedliche Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet zeigen, zumindest für ausgewählte Partnerkonstellationen, mittelfristig möglich zu sein, weil die Potentiale für die Werften und ihre Wertschöpfungspartner unmittelbar erkennbar sind und deshalb auch der Wille zur Zusammenarbeit besteht. Eine zukünftige Herausforderung in diesem Bereich wird zum einen darin bestehen, geeignete Implementierungs-

strategien zu entwickeln, zum anderen, Konzepte und Vorgehensweisen zu erarbeiten, die eine Adaption an wechselnde Partnerkonstellationen und damit eine flexible Partnerintegration erlauben.

Im Rahmen der Realisierung von *Collaborative Engineering Communities* ergeben sich eine Reihe weiterer Forschungsfragen, die in diesem Beitrag nicht diskutiert werden konnten. Um das hier vorgestellte Konzept abzurunden, müssen jedoch verlässliche Aussagen zu folgenden Fragestellungen gefunden werden:

- Welcher Aufwand soll, abhängig von der jeweiligen Ausprägung der CEC, zu ihrer Bildung getrieben werden bzw. wie lassen sich Nutzeneffekte quantifizieren?
- Welche Veränderungen ergeben sich in der Rollenverteilung zwischen den Erstellern von Engineering-Informationen und deren Nutzern?
- Sind neue rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen, um die sich durch CEC verwischende Differenzierung zwischen Produzent und Nutzer zu berücksichtigen?
- Schiffe weisen eine sehr lange Lebensdauer auf. Wie erfolgt eine von der konkreten Informationssystemarchitektur der CEC unabhängige Archivierung relevanter Informationen?

Literatur

- [And⁺00] Anderl, R.; Daum, B.; John, H.: Produktdatenmanagement zum Management des Produktlebenszyklus. *ProduktDatenManagement* 1 (2000) 2, S. 10-15
- [BoSc98] Borghoff, U.; Schlichter, J.: Rechnergestützte Gruppenarbeit. Eine Einführung in Verteilte Anwendungen. 2. Auflage Berlin Heidelberg New York 1998
- [CoGö01] Corsten, H.; Gössinger, R.: Auftragsdekomposition und -allokation in Unternehmensnetzwerken. *PPS Management* 6 (2001) 1, S. 35-41
- [Gron03] Gronau, N.: Wandlungsfähige Informationssystemarchitekturen - Nachhaltigkeit bei organisatorischem Wandel. Berlin 2003
- [Gron02] Gronau, N.: Kollaborative Engineering Communities - Architektur und Integrationsansätze. In: Loos, P. u.a.: *E-Business - Integration industrieller ERP-Architekturen*. Göttingen 2002
- [Gron99] Gronau, N.: *Management von Produktion und Logistik mit SAP R/3*. 3. Auflage München Wien 1999
- [Ibel01] Ibelings, I.: Collaborative CAD-Systeme. *Industrie Management* 17 (2001) 3, S. 53-61

- [KeKe02] Kersten, W.; Kern, E.-M.: Internetunterstützte Zusammenarbeit im Produktentstehungsprozess. In: VDI-Z 144, Nr. 7/8, S. 47-49
- [Ker⁺02] Kersten, W.; Kern, E.-M.; Zink, T.: Optimierungspotenzial zwischenbetrieblicher Informationstransfer. In: Hansa – Schifffahrt-Schiffbau-Hafen – 139. Jahrgang – 2002 – Nr.4; S. 30-32
- [LaGr03] Laskowski, F., Gronau, N.: K_SERVICES: From State-of-the-Art Components to Next Generation Distributed KM Systems In: International Resources Management Conference 2003 accepted paper, Philadelphia (PA), 18.5.-21.5.2003
- [LeSc99] Lechner, U.; Schmid, B. et al: Ein Referenzmodell für Gemeinschaften und Medien - Case Study Amazon.com. In: Englien, M.; Homann, J. (Hrsg.); Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe99), Lohmar 1999, S. 125-150
- [Luk⁺00] v. Lukas, U.; Mähler, A.; Scheinhof, E.: „Kommunikation und Kooperation in der integrierten virtuellen Produktentstehung“, in Iwainky, A. (Hrsg.) Tagungsband CAD 2000 – Kommunikation Kooperation Koordination, Berlin 2000.
- [Luk⁺02] v. Lukas, U.; Nowacki, S.; Rüdiger, D.: "PDM Collaboration – Cross-enterprise Collaboration at PDM Level", Computer Graphik topics, 2/2002 Vol. 15.
- [Luka01] v. Lukas, U.: "Aspekte der unternehmensübergreifenden Kooperation in der integrierten Virtuellen Produktentstehung" In: Brökel, K. (Hrsg.) u.a.: Konstruktionstechnik: Innovation - Konstruktion - Berechnung, Shaker, 2001.
- [Mäd⁺01] Mädche, A.; Staab, S.; Studer, R.: Ontologien. Wirtschaftsinformatik 43 (2001) 4, S. 393 – 395
- [MeWi00] Mertens, P.; Wiczorrek, H.W.: Data X Strategien. Data Warehouse, Data Mining und operationale Systeme für die Praxis. Berlin Heidelberg New York 2000
- [NeKe02] Nedeß, Chr.; Kersten, W.: Abschlussbericht für das BMBF geförderte Projekt PROFi „Prozessfortschrittsorientiertes Referenz-Informationsmodell“, Hamburg, 2002
- [OMG97] Object Management Group: „The Common Object Request Broker: Architecture and Specification, Revision 2.1“, formal/ 97-09-01, August 1997.
- [Puff01] Puffaldt, J.: Partnerschaftliche Produktentwicklung. Industrie Management 17 (2001) 3, S. 25-28
- [RiKr01] Richter, K.; Krause, L.: Erfolgreicher Einsatz von Produktdatenmanagement als Schlüsseltechnologie für E-Business. Industrie Management 17 (2001) 3, S. 81-85
- [RöSc01] Röhrich, J.; Schlegel, Chr.: cBusiness – erfolgreiche Internetstrategien durch Collaborative Business am Beispiel my SAP.com, München et.al., 2001
- [Trus00] Truscheit, A.: Virtuelle soziale Netzwerke: Communities im Cyberspace. In: Schneidewind, U. u.a. (Hrsg.): Nachhaltige Informationsgesellschaft. Analyse und Gestaltungsempfehlungen aus Management- und institutioneller Sicht. Marburg 2000