

Reorganisationspotentiale im Bauwesen durch Nutzung mobiler Informations- & Kommunikationstechnologien

Karsten Menzel ¹⁾, Rainer Schach ²⁾, Raimar J. Scherer¹⁾,
Karin Eisenblätter¹⁾, René Naumann-Jährig²⁾

Die Verfügbarkeit und die sichere Beherrschung moderner und kostengünstiger Informations- und Kommunikationstechnologien gestattet es auch kleinen unternehmerischen Einheiten im Bauwesen sich in betriebsübergreifenden Netzwerken zu organisieren und sich besser in die Wertschöpfungskette am Bau zu integrieren. In sogenannten „Virtuellen Organisationen“ (VO) können diese für die Volkswirtschaft wichtigen Unternehmen ihre Wettbewerbsvorteile wie höhere Flexibilität, schnelle Reaktion auf Kundenwünsche und Marktnähe nutzen und somit ihr langfristiges Bestehen in einem liberalen Wettbewerb auf einem erweiterten EU-Markt sichern und ausbauen.

Die derzeit existierenden Hindernisse im Informationsfluss zwischen Baustelle und Büro können durch den Einsatz mobiler, funkvernetzter Endgeräte, wie beispielsweise „Smart-Phones“, und einer neu zu gestaltenden Infrastruktur zum Wissensmanagement und zur kontextsensitiven Informationsdarstellung abgebaut werden. Im Rahmen dieser Veröffentlichung werden konzeptionelle Ansätze eines integrierten Informationsmanagements zur Unterstützung von VO, die im Rahmen des BMBF-Projektes „IuK-System Bau“ derzeit entwickelt werden, vorgestellt.

Virtuelle Unternehmensformen im Bauwesen

Bei der Beschäftigung mit der Frage, ob die Baubranche einer der ältesten Industriezweige ist, der virtuelle Unternehmensformen einsetzt, sind die Meinungen der Fachwelt geteilt. Eine umfassende, formale Analyse soll dieser Beitrag nicht leisten. Jedoch wollen die Autoren die Diskussion versachlichen und mit dem nötigen Pragmatismus führen. Die folgende Gegenüberstellung von charakteristischen Merkmalen einer Virtuellen Organisation einerseits, sowie die Zusammenstellung von integrierenden Organisationsstrukturen des Bauwesens andererseits soll einen Beitrag zur Systematisierung leisten.

Virtuelle Organisationen können durch die folgenden Merkmale beschrieben werden:

De-Materialisierung: Im traditionellen Verständnis der Betriebswirtschaft waren Endprodukte stets materiell existent. Mit Einführung der Dienstleistungsgesellschaft wurden Produkte und Produktionseinheiten „potentiell immateriell“: wie zum Beispiel Dienstleistungen, Telearbeit, virtuelle Teams, virtuelle Organisationen.

Potentiell immateriell: Im Kontext virtueller Organisationen wird dies wie folgt interpretiert: Es erfolgt eine Orientierung auf den Endkunden. Es gibt keine gemeinsame juristische Dachorganisation, sowie keine einheitliche Führungsorganisation. Weitere Charakteristika sind: die Nutzung ausgereifter Informationstechnik, absolutes gegenseitiges Vertrauen, eigenständige „Kern“autorität, kein Wettbewerb unter Mitgliedern der VO, Nutzung gemeinsamer Synergiepotentiale sowie organisatorische Flexibilität und Anpassungsfähigkeit.

De-Lokalisierung: Ortsunabhängigkeit ist eines der wichtigsten Globalisierungsmerkmale. Die seit kurzem verfügbaren Möglichkeiten der IuK-Unterstützung gestatten es, Raum- und Mitarbeiterkapazitäten ortsunabhängig nutzen und einsetzen zu können.

1) Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Lehrstuhl für Computeranwendung im Bauwesen (CiB)
Nürnberger Str. 31 A
01062 Dresden, Germany
Tel.: ++49- 351- 463- 32966
Fax.: ++49- 351- 463- 33975
e-mail: {karsten.menzel, scherer, eis@cib.bau.tu-dresden.de

2) Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Baubetriebswesen (IBBW)
Nürnberger Str. 31 A
01062 Dresden, Germany
Tel.: ++49- 351- 463- 34242
Fax.: ++49- 351- 463- 34680
e-mail: {schach, rnj}@rcs.urz.tu-dresden.de

Asynchronisierung: Im Kontext virtueller Organisationsformen wird dies als Negierung des Faktors Zeit interpretiert. Mehr Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten gestatten eine Entkoppelung von Raum und Zeit. Damit kann die Flexibilität und Stabilität einer traditionellen Organisationsstruktur erhöht werden.

Integrative Atomisierung: Dies bedeutet, dass (theoretisch) jede Subaktivität eines Prozesses an den optimalen Bieter vergeben werden kann. Optimal bedeutet, dass eine Leistung auf technologisch höchstem Niveau zum günstigsten Preis angeboten wird. Im Gegensatz zum Outsourcing steht hier nicht die Befriedigung der Interessen des nächsten Partners in der Prozesskette im Mittelpunkt, sondern die bestmögliche Befriedigung des Endkunden.

Vertikale Disintegration und virtuelle Reintegration: Dieses Konzept spiegelt ein verändertes Verständnis in der Lieferanten-Produzenten-Beziehung wider. Lieferanten werden nicht länger als die „verlängerte Werkbank“ betrachtet; sie sind Bestandteil der „Wertschöpfungskette“. Die Entwicklung komplexer neuer Produkte bedarf einer gemeinsamen, vorausschauenden und verlässlichen Produktentwicklung um einerseits die enorm gestiegenen Entwicklungskosten rechtfertigen zu können und andererseits ein qualitativ hochwertiges Endprodukt erstellen zu können.

Flexible Lebensdauer: Intra- und Inter-organisationale Virtuelle Organisationen bzw. deren Teile sind unterschiedlich lang angelegt. Interorganisationale VO's werden stets neu formiert, zielorientiert betrieben und nach Erreichen des Ziels wieder aufgelöst. Die VO orientiert sich an Teamstrukturen die modular aufgebaut sind.

Outsourcing: Zahlreiche Management- und Führungsaufgaben können durch „Outsourcing“ in ihrem Umfang und Kostenvolumen reduziert werden, so z.B. Repräsentationsfunktionen oder juristische Beratung.

Individualisierung: Der Terminus beschreibt den Trend hin zu einer individualisierten, kundenorientierten Massenproduktion.

In der Literatur werden für die Bereiche des Bauwesens verschiedene integrierende Organisationsformen beschrieben. Eine horizontale Integration, d.h. die Zusammenführung von Aufgaben in einem Aufgabenbereich, unterstützen die folgenden Organisationsformen:

Projektentwickler: Hier ist die klassische Form der Entscheidungsfindung eines Bauprojektes gemeint.

Planungsgemeinschaft: Es erfolgt die Übernahme aller Planungsleistungen aus einer Hand. Der Bauherr schließt einen Vertrag mit der Dachorganisation der Planungsgemeinschaft, also dem Zusammenschluss von Einzelplanern, ab. Die Projektorganisation muss u.U. erst organisiert werden.

Generalplaner: Der Bauherr schließt einen Vertrag mit dem Generalplaner ab. Dieser kann Teilleistungen an Einzelplaner vergeben. Der Generalplaner haftet für die gesamte Planungsleistung und übernimmt die Koordination.

ARGE: Ein Zusammenschluss von ausführenden Bauunternehmen zur Erbringung einer Bauleistung aus einer Hand. Dazu wird eine „Dachorganisation“ geschaffen. Je nach Höhe der Beteiligung haften die Partner gesamtschuldnerisch.

Generalunternehmer: Der Bauherr schließt einen Vertrag über alle bauausführenden Leistungen mit einem Unternehmen ab. Teilleistungen können an Nachunternehmer vergeben werden. Der GU haftet gegenüber dem Bauherren und übernimmt allein die Gewährleistung.

Generalübernehmer: Im Unterschied zum GU erbringt der GÜ keine eigenen Bauleistungen.

Facility Management: Es erfolgt eine ganzheitliche Betreuung von Bauobjekten. Dies umfasst die Betriebsorganisation, das Betriebskostenmanagement, die Instandhaltung, die Umnutzung bis hin zum Abriss und der Wieder- und Nachnutzung von Baumaterial.

Demgegenüber erfolgt eine vertikale Zusammenführung von Aufgaben, d.h. die Integration von Aufgaben in verschiedenen Aufgabenbereichen, in den folgenden Organisationsformen:

Projektmanagement: Es erfolgt die Übernahme von Koordination, Steuerung und Überwachung von technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekten aller Aktivitäten in Planung, Ausführung von Bauprojekten.

Totalunternehmer: Übernahme von Planungs- und Ausführungsleistungen durch eine Unternehmung. Diese kann Teilaufträge an Einzelplaner bzw. Subunternehmer erteilen. Die Haftung gegenüber dem Bauherren erfolgt ausschließlich durch den TU.

Projektentwickler im erweiterten Sinne: Es erfolgt die Übernahme von Aktivitäten mehrerer Lebenszyklusschritte eines Bauwerkes, also Initiierung des Bauprojektes, Planung, Ausführung bis hin zum Betrieb des fertiggestellten Bauwerkes durch eine Unternehmung, die wiederum Unteraufträge vergeben kann. Teilweise ist der Projektentwickler gleichzeitig Bauherr.

Nachdem die VO-Merkmale und integrierende Organisationsformen im Bauwesen beschrieben wurden, werden diesen Organisationsformen in Tabelle 1 VO-Merkmale zugeordnet. Damit kann eine erste Beurteilung erfolgen, inwieweit eine bestimmte integrierende Organisationsform des Bauwesens in die Gruppe der Virtuellen Organisationen eingeordnet werden kann.

VO-Merkmal	De-Materialisierung	De-Lokalisierung	Asynchronisierung	Integrative Atomisierung	Flexible Lebensdauer	Outsourcing	Individualisierung
Integrierende Bau-Organisationsform							
HORIZONTALE INTEGRATION							
Projektentwickler	X	X	X	X	X	X	X
Planungsgemeinschaft / Generalplaner	X	X	X	X	X	X	X
ARGE			O	X		X	X
Generalunternehmer		O	O	X		X	X
Generalübernehmer	X	X	X	X	X	X	X
Facility Management	O		X	X		O	X
VERTIKALE INTEGRATION							
Projektmanagement	X	X	X	X	X		X
Totalunternehmer	O	O	X	X	O		
Projektentwickler	O	O	X	X	O		

X ... voll erfüllt O ... teilweise erfüllt

Tabelle 1: Matrix zur Charakterisierung von integrierenden Organisationsformen im Bauwesen

Nutzung mobiler IuK-Technologien: bisherige Erfahrungen

Seit 1999 können die Autoren auf gesammelte Erfahrungen bei der Nutzung mobiler Endgeräte zur Datenerfassung und zur Bereitstellung von Informationen auf der Baustelle, insbesondere in den Bereichen Baudokumentation [2], [3], Baufortschrittskontrolle [7] und Mängelmanagement [8] zurückgreifen.

Baudokumentation

Die Baudokumentation und Baufortschrittskontrolle sind Aufgaben, die für das Controlling des Projektverlaufes notwendig sind. Das Bautagebuch führt der Bauleiter oder Polier als einen Teil der Baudokumentation, um die täglichen Geschehnisse auf der Baustelle auch für spätere Recherchen zu dokumentieren. Erfasst werden dabei: die Akteure vor Ort (aufgeschlüsselt nach Qualifikation), die Arbeitszeit, das Wetter, die ausgeführten Arbeiten, die Baugeräte vor Ort, Anlieferungen und Abtransport von Baumaterial sowie sonstige Informationen wie Besuche, Unfälle, Abnahmen und Planeingänge.

Demgegenüber wird die Baufortschrittskontrolle im Wochen-, Zweiwochen- oder Monatsrhythmus durchgeführt und der quantitative Baufortschritt einzelner Bauabschnitte geschätzt. Dieser kann gleichzeitig als Grundlage für den Soll-Ist-Vergleich verwendet werden. Baufortschrittskontrolle und Baudokumentation sind üblicherweise Aufgaben der Auftragnehmerseite, die erfassten Daten werden meist nur unternehmensintern gesammelt und verwaltet. Selten werden die Daten projektbezogen anderen Beteiligten in einem zentralen Projektraum zur Verfügung gestellt.

Der entwickelte ICMMS-Manager zur Erfassung des Baufortschritts ist eine eigenständige Client-Server-Applikation, die mit zwei verschiedenen Client-Applikationen ausgestattet ist. Der mobile Client unterstützt die Datenaufnahme mit einem Wearable Computer auf der Baustelle. Dabei wird eine vereinfachte Skizze des Lageplans generiert, in der für jedes Element der Baufortschritt in Prozent angegeben werden kann. Mit dem PC-Client werden die vor Ort gesammelten Daten ausgewertet und automatisch ein Diagramm zum aktuellen Baufortschritt erstellt. Mit diesem Diagramm kann dann ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden. Die erfassten Daten werden zentral abgelegt und können projektbezogen zur Auswertung bereitgestellt werden.

Das an der TU Dresden prototypisch entwickelte elektronische Bautagebuch ist eine webbasierte Client-Server-Anwendung mit einem mobilen Client (PDA) für die Datenaufnahme auf der Baustelle und einem herkömmlichen Client (PC) für die Ansicht und den Ausdruck der Daten im Büro. Die wesentlichen Systemkriterien sind: (1) die elektronische Datenaufnahme direkt vor Ort, (2) der sofortige Datenabgleich mit dem Server, (3) der webbasierte Zugang zum Server und (4) die Entwicklung offener, standardisierter Schnittstellen, die sich am IFC R2.x Standard orientieren und den Datenaustausch mit XML erlauben. Mit dem elektronischen Bautagebuch kann das Unternehmen seine Daten intern erheben, verwalten und ablegen und zusätzlich diese Daten über einen projektbezogenen Webserver auch anderen Projektbeteiligten zur Verfügung stellen.

Die beiden entwickelten prototypischen Anwendungen dienen nicht nur der elektronischen Datenerfassung sondern werden auch in Feldtests eingesetzt. Umfangreiche Erfahrungen zur Nutzung und Handhabung mobiler Endgeräte vor Ort konnten seit 2000 gesammelt werden. Derzeit wird an der Verknüpfung der auf dem Projektserver bisher separat verwalteten Daten der Einzelapplikationen gearbeitet. Daraus ergeben sich Reorganisationspotentiale insbesondere im Bereich des Workflow- und Konfliktmanagements sowie dem Controlling. Beispielsweise können Probleme und Konflikte für den weiteren Bauablauf frühzeitig prognostiziert und erkannt werden sowie entsprechende Gegenmaßnahmen initiiert werden, wie z.B. die Benachrichtigung der Verantwortlichen durch automatisch generierte Meldungen.

Mängelmanagement

Das Mängelmanagement ist ein weiterer Teil der Baustellensteuerung mit hohem Potential zur Reorganisation und Effizienzsteigerung. Aufgabe des Mängelmanagements sind die zeitnahe Erfassung, Verwaltung, Beseitigung und Kontrolle von Mängeln. Im Rahmen eines unternehmensweiten Qualitätsmanagements gilt es, diese Prozesse für den Bauherren zeitnah und bestmöglich zu organisieren. Die Datenerfassung- und -verwaltung ist derzeit durch die Nutzung eigenentwickelter Software- und Individuallösungen gekennzeichnet. Diese basieren auf Tabellenkalkulationen und separaten Datenbanken, handschriftlichen Notizen und

nachträglich zu archivierenden Fotos. Eine strukturierte Prozessorganisation wird nur selten unterstützt. Hier existiert ein Optimierungspotential, das durch die Reorganisation und unter Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationstechnologien erschlossen werden kann.

Erste Prozessanalysen im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes Iuk-System Bau¹ an der TU Dresden haben gezeigt, dass das Mängelmanagement durch Einsatz mobiler Endgeräte effektiver und effizienter gestaltet werden kann. Einerseits liegen Potentiale in der Einbindung eines Mängelmanagement-Tools in Dokumentenmanagementlösungen und der Vermeidung redundanter und fehleranfälliger Datenerfassungen. Andererseits können den Akteuren durch mobile Informations- und Kommunikationstechnologien Lösungen bereitgestellt werden, die die Kontrolle und Reaktion für angezeigte und erkannte Mängel vor Ort ermöglichen und die zeitnahe Kommunikation mit anderen Projektbeteiligten verbessern können.

Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt der im Rahmen der Prozessanalyse erstellten Geschäftsprozessmodellierung mit der Methode ARIS. Die das Mängelmanagement in großem Maße prägenden sekundären Prozesse, wie die Erfassung, Verwaltung, Aktualisierung und Archivierung von Daten, generieren einen großen manuellen Aufwand. Aus den analysierten Prozessketten des Mängelmanagements war insbesondere zu erkennen, dass innerhalb des Kommunikations- und Informationsflusses in jeder Phase Zugriff auf die relevanten Daten genommen wird und doppelte Erfassungen erfolgen. Eine Optimierung der Wechselwirkungen in den Prozessketten zwischen „Funktionssicht“, „Informationssicht“ und „Organisationssicht“ stellt damit ein wesentliches Verbesserungspotential dar.

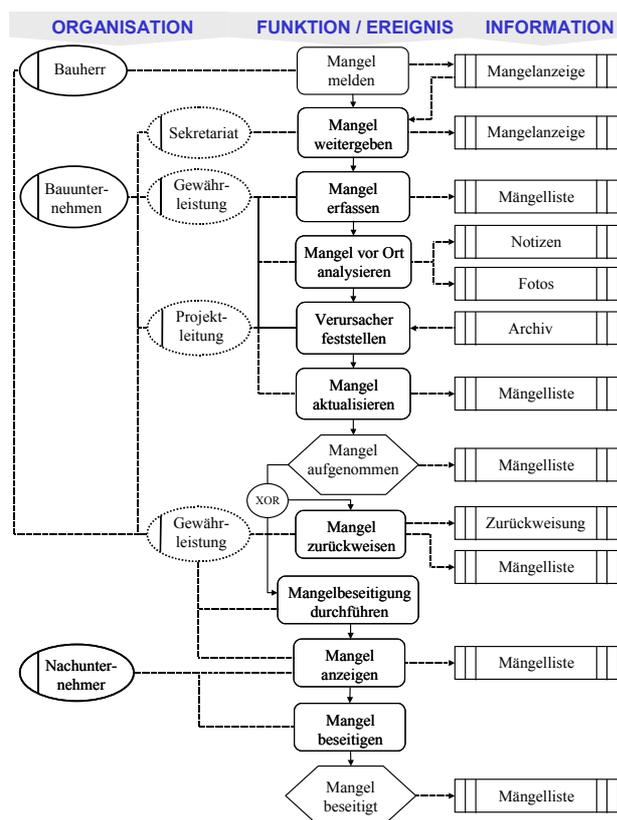


Abbildung 1: IST-Zustand Mängelmanagement

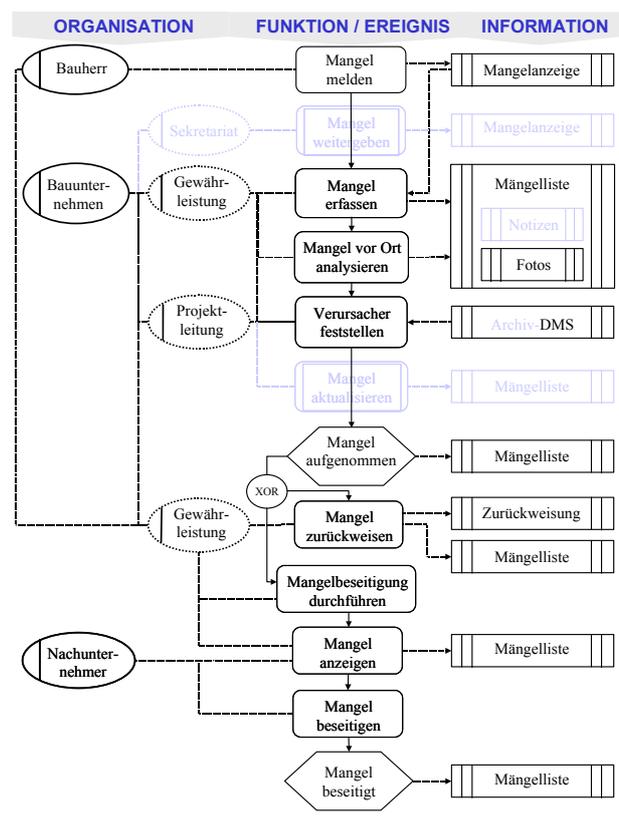


Abbildung 2: Optimiertes Mängelmanagement

Ein effizienteres Mängelmanagement lässt sich durch die Bereitstellung der benötigten Informationen direkt an der Mängelquelle erreichen, weil damit die vom Akteur vor Ort durchgeführten Analysen durch sofortige Reaktionen, eine zeitnahe Kommunikation mit

¹ <http://www.iuk-systemBau.de/>

anderen Projektbeteiligten und das Treffen zeitnaher Entscheidungen verbessert werden. Die vielfach in den Prozessen anzutreffende Lücke im Informationsfluss zwischen den einzelnen Beteiligten und Institutionen kann damit wirksam geschlossen werden, die Ineffizienz und Fehleranfälligkeit des Systems durch Medienbrüche wird vermindert.

Abbildung 2 zeigt den optimierten Mängelmanagementprozess zu obiger Darstellung, die Veränderungen in der Prozesskette sind grau dargestellt. Optimierungsmöglichkeiten bestehen durch die mobile Endgerätelösung insbesondere durch den direkten Zugriff auf das Dokumentmanagementsystem und die darin archivierten Daten (Vertragsunterlagen, Schriftverkehr, Bautagebuch, etc.),

Eine prototypische Implementierung einer elektronischen Erfassung von Mängeln mit mobilen Endgeräten ist im Rahmen des Forschungsprojektes luK-System Bau ebenfalls bereits prototypisch umgesetzt worden.

Reorganisation – Virtuelle Organisationen

Die Abbildung und Optimierung bestehender Organisationsformen und deren Unterstützung durch luK-Technik kann jedoch nur ein erster Schritt sein. Nachhaltige Reorganisationspotentiale liegen in der Einführung neuer Organisationsstrukturen. Mit der Einführung von VO tritt beispielsweise das Einzelinteresse der beteiligten Organisationen in den Hintergrund, das Unternehmensziel des Unternehmensverbundes (VO) wird bestimmend. Für den Bereich des Bauwesens bedeutet dies beispielsweise, dass nicht länger die Optimierung des Mängelmanagements im einzelnen Unternehmen im Vordergrund steht, sondern die frühzeitige Vermeidung von Mängeln in gemeinsamer Verantwortung aller am Bauprojekt beteiligten Unternehmen. Transparenz von Informationen, Vertrauen und gemeinsames Verantwortungsgefühl gegenüber dem gemeinsamen Kunden, dem Bauherren, prägen das Arbeitsklima, nicht Abgrenzung gegeneinander.

An diesen Netzwerken beteiligte Unternehmen bietet sich die Chance zu einer optimierten Wertschöpfung und daraus erwachsenden substantiellen Wettbewerbsvorteilen. Der Entwicklung von innovativen Gesamtkonzepten und unternehmensübergreifenden Systementwürfen im Rahmen des Geschäftsprozessmanagements kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Bisher ist ein temporär vernetzt kooperativer Zusammenschluss in Kollaborationsplattformen in der Praxis nur ansatzweise verwirklicht. Mögliche Ansätze von Erklärungen in der Literatur lassen erkennen, dass Schwierigkeiten oftmals in der Organisation unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse und heterogenen Informations- und Kommunikationssystemen liegen, die sich nicht flexibel und schnell genug vernetzen lassen.

Die Entwicklung globaler, homogener Datenpools innerhalb eines virtuellen Unternehmens ist eine wesentliche Rahmenbedingung zur Einführung von VO-Formen.

Ein genormter, flexibler Datenaustausch wie auch Datenzugriff sind entscheidend für eine reibungslose „plug-and-play“ Einbindung in Kollaborationsplattformen sogenannter Virtueller Organisationen. Die Realität ist derzeit jedoch von der Umsetzung einer solchen Vision noch weit entfernt. In der Projektabwicklung zählt der ineffiziente Einsatz IT-gestützter Lösungen und Anwendungen heute noch zu den Unternehmensschwachstellen [1]. Einem erfolgreichem Zusammenschluss von Unternehmen in Virtuellen Organisationen, stehen vielfach technische Probleme an Schnittstellen entgegen, weil unternehmensspezifische Softwarelösungen betriebliche Funktionsbereiche unterschiedlich abbilden. Es fehlt an abgestimmten Kommunikations-, Kooperations- und Arbeitsumgebungen.

Der in anderen Industriezweigen mit stationärer Fertigung erreichte Durchbruch EDV-unterstützter Hauptwertschöpfungsprozesse hat sich im Bauwesen nicht vollzogen. Heterogene Programmlandschaften, Schnittstellenprobleme und insbesondere fehlende allgemein anerkannte Gesamtkonzepte sind die Folge. Bestehende Netzwerke haben sich meist aufgrund vorhandener persönlicher Beziehungen und unter finanziellem und zeitlichem Druck entwickelt.

Sie sind nur wenig systematisch geprägt und erweitern sich nur unter größter Vorsicht. Einer effizienten und flexiblen Kooperation in Virtuellen Organisationen steht meist ein Aufwand für Anbindungen und Anpassungen gegenüber, der sich erst langfristig und projektübergreifend lohnt.

Virtuelle Organisation brauchen Konzepte, Modelle und entsprechende, angepasste Infrastrukturlösungen, die dauerhaft ausgerichtet sind und aus denen sich projektbezogene Netzwerke schnell und flexibel konfigurieren lassen. Grundlage für die Arbeit bilden umfassende Prozess- und Tätigkeitsanalysen im Unternehmen, mit denen sich organisatorische Grundprinzipien und kritische firmenübergreifende Geschäftsprozesse identifizieren lassen.

Im Rahmen des Geschäftsprozessmanagements stellen Simulationen eine wirksame Methode dar, um bei der Reorganisation einen möglichst optimalen Geschäftsprozess durch die Generierung, Bewertung und Analyse verschiedener Alternativen zu entwickeln. Eine Möglichkeit besteht beispielsweise in der Simulation mittels Coloured Petri-Netzen (CPN). Zu untersuchende Geschäftsprozesse werden dabei zunächst, wie in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt, beschrieben und strukturiert. Für die nachfolgende Prozessanalyse werden außerdem Kriterien zur Bewertung des Geschäftsprozesses, sogenannte Prozesskennzahlen wie Durchlaufzeit, Kosten oder Qualität, definiert und alle Randbedingungen zur Berechnung der Kriterienwerte festgelegt.

In der Modellierungsphase erfolgt das Umsetzen des beschriebenen Modells in ein formales Modell. Aus den Ergebnissen der Prozesserfassung und –modellierung kann unter Verwendung einer Modellierungssprache, wie Standard ML oder CPN-ML, ein hierarchisches CPN-Modell entwickelt werden. Ein solches CPN-Modell dient als Grundlage für Simulationen, welche durch den Vergleich der Prozesskennzahlen eine Bewertung des Geschäftsprozesses und seiner Schwachstellen erlauben und damit das Optimierungspotential offenbaren können. Die Anpassung der Geschäftsprozesse führt somit sukzessive zur Steigerung der Prozessqualität.

Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft die Ergebnisse einer Simulation für den Geschäftsprozess der Prüfung von Lieferanten- und Nachunternehmerrechnungen in einem Bauunternehmen [5]. Dabei wurden die Kosten für zwei Prozessvarianten bei verschiedenen Prozesswiederholungen pro Jahr simuliert.

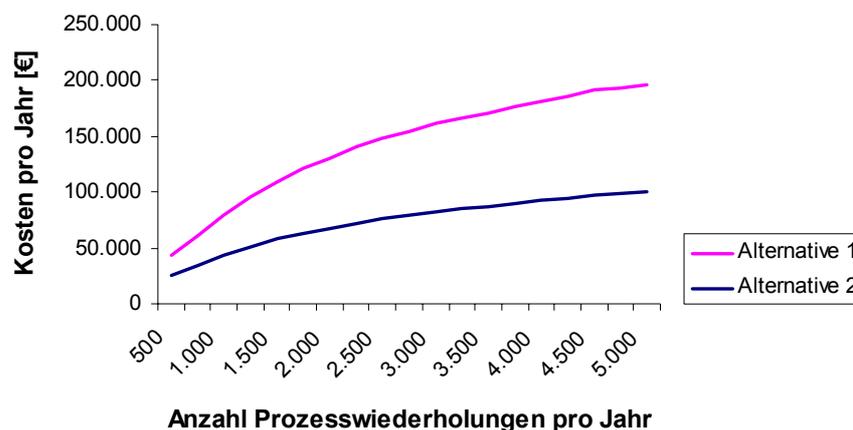


Abbildung 3: Simulierte Kosten für zwei Alternativen der Rechnungsprüfung

Kontextsensitive Nutzerschnittstellen, genormter Datenaustausch

Der Zusammenschluss einzelner klein- und mittelständischer Unternehmen (KMU) zu übergreifenden Netzwerken bzw. Virtuellen Organisationen erfordert ein gemeinsam nutzbares Hard- und Softwaresystem, u. a. um einen homogenen, durchgängigen Datenpool für das Projekt zu garantieren. Mittels „Plug-and-Play“ binden sich die einzelnen Partner an das System an, so dass sie dessen Funktionalitäten nutzen und auf den zentralen Projektdatenpool zugreifen können. Voraussetzungen sind das Vorhandensein

- (1) genormter, flexibler Datenschnittstellen für den reibungslosen Datenaustausch zwischen den verschiedenen KMUs bzw. Partnern, sowie
- (2) kontextsensitiver Nutzerschnittstellen für die individuelle Anpassung der Nutzerschnittstellen an die jeweiligen Anforderungen des Partners ohne nachträglichen Entwicklungsaufwand.

Im Folgenden werden wesentliche Aspekte für die Entwicklung kontextsensitiver Nutzerschnittstellen dargestellt.

Die Gestaltung der Nutzerschnittstellen hat einen wesentlichen Einfluss auf den Bedienkomfort der Anwendung und bestimmt entscheidend die Akzeptanz des Einsatzes mobiler Endgeräte in der Baupraxis. Der Anwender sollte die Benutzeroberflächen effektiv und intuitiv bedienen können. Bei der Gestaltung der Nutzerschnittstellen ist einerseits die optimale Unterstützung der anwenderspezifischen Arbeitsprozesse auf der Baustelle durch Datenverarbeitungsmethoden zu erreichen und andererseits den Spezifika des mobilen Endgerätes, z. B. dem PDA, Rechnung zu tragen.

Das Ziel ist, Nutzerschnittstellen zu entwickeln, die sich an die jeweilige Arbeitssituation, den Kontext, anpassen. Durch die Anwendung des Prinzips des musterbasierten Arbeitens im Software Engineering und der Organisationsentwicklung kann die Gestaltung kontextsensitiver Nutzerschnittstellen vereinfacht werden. Erforderlich sind dafür drei Arbeitsschritte:

- (1) die Analyse charakteristischer Arbeitssituationen und deren Abbildung/Erstellung als Kontextmuster,
- (2) die Klassifikation von geeigneten Nutzerschnittstellenelementen und deren Zuordnung zu den Kontextmustern,
- (3) die Entwicklung geeigneter Methoden zur Generierung der Nutzerschnittstellen.

Im ersten Schritt sind charakteristische Arbeitsabläufe bezüglich ihrer Kommunikationsstruktur, Informationsinhalte und Rolle umfassend zu analysieren. Die Analyseergebnisse werden modelliert und um weitere entscheidende Parameter für den Einsatz mobiler Geräte wie z. B. den Zeit-, Geräte-, Netzwerkanbindungs- und Situationskontext erweitert und dabei zu sogenannten Kontextmustern zusammengesetzt. Mit Hilfe der Kontextmuster werden standardisierte Lösungen für den Einsatz mobiler IT-Systeme in verschiedenen Arbeitssituationen bereitgestellt. Eine Arbeitssituation wird in einem Kontextmuster durch verschiedene Parameter, den sogenannten Kontextparametern, beschrieben:

- Person:** variiert in Unternehmenszugehörigkeit, Rolle, Verantwortlichkeit, Qualifikation und persönlichen Vorlieben;
- Endgerät/IT:** variiert in Typ (z. B. PC, PDA, Smart-Phone), Geräteeigenschaften und Netzwerkzugang;
- Tätigkeit:** variiert in Art der Tätigkeit (z. B. Besprechung, Baufortschritt erfassen, Fahren);
- Ort:** beschreibt die globale Lage (GPS Koordinaten, Land, Stadt, Strasse) und die projektbezogene Lage (Baustelle, Bauabschnitt, Etage, Raum);
- Zeit:** variiert in globaler Zeit, projektbezogener Zeit, baustellenspezifischer Zeit und personenbezogener Zeit;
- Umgebung:** variiert in Baustellentyp, Baustellenstand, vorhandener Infrastruktur, klimatischen, kulturellen und landschaftlichen Verhältnissen;

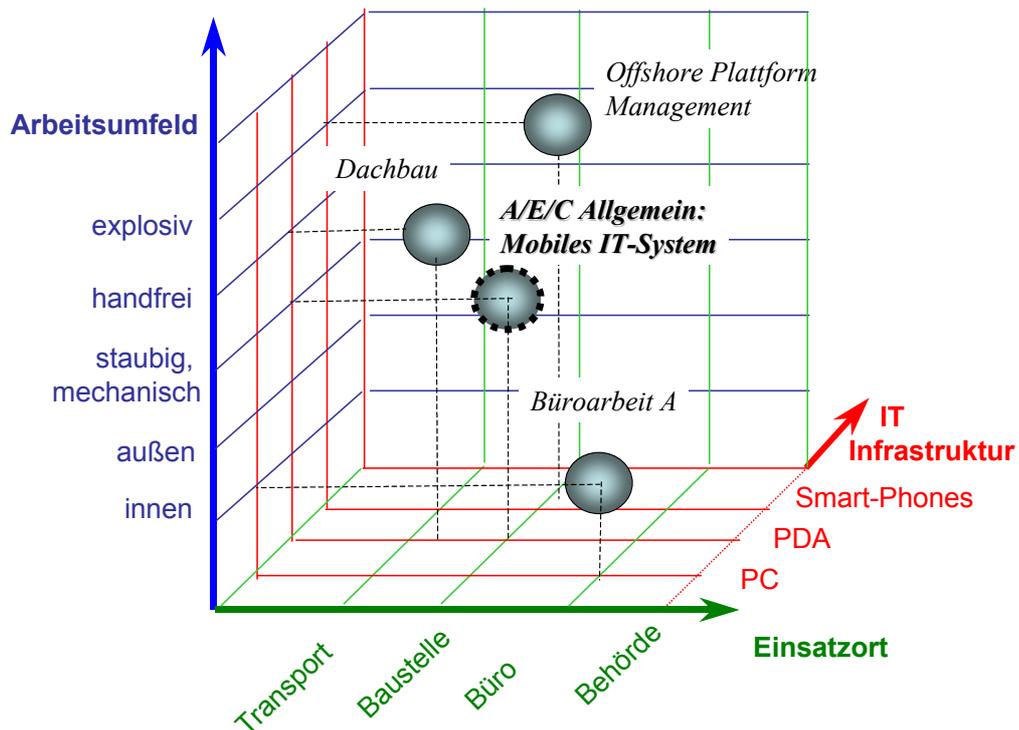


Abbildung 4. Beispielhafte Kontextmuster

Durch die Analyse der aktuellen Arbeitssituation kann das Softwaresystem auf ein Kontextmuster schließen und so Informationen und Dienste kontextbezogen bereitstellen. Voraussetzung dafür ist der zweite Arbeitsschritt, in dem die Gestaltungselemente für Nutzerschnittstellen hinsichtlich ihrer Eignung für bestimmte Kontextparameter gruppiert werden müssen, sowie der dritte Arbeitsschritt, um auf geeignete Methoden zur Generierung der endgültigen Nutzeroberflächen zurückgreifen zu können. Das Filtern der Daten bzw. Informationen als Vorstufe der strukturierten Darstellung des auf den Kontext reduzierten Informationsbedarfs spielt dabei eine wichtige Rolle, ebenso wie die Formatierung, Strukturierung, Zusammenfassung und Symbolisierung der Daten bzw. Informationen.

Multidimensionales Datenmanagement

Multidimensionales Datenmanagement in Verbindung mit der Agententechnologie ist die Basis für künftig zu entwickelnde mobile Informations- und Kommunikationssysteme. Mehrdimensionales Datenmanagement gestattet die kontextbezogene Aufbereitung der Daten auf dem Server. Aufbereitung bedeutet, dass Sichten auf die Fakt-Daten, sogenannte Dimensionen, nach wohl definierten Regeln, sogenannten Konzept-Hierarchien, berechnet und abgespeichert werden. Abbildung 5 zeigt eine mehrdimensionale Datenstruktur.

Auf die Fakt-Daten wurden sternförmig Dimensionen wie „Zeit“, „Verrichtung“ oder „Organisation“ definiert. Diese Dimensionen können in unterschiedlicher Granularität dargestellt werden. Zusätzlich lassen sich weitere Dimensionen definieren, die aus den „Grund-Dimensionen“ abgeleitet werden können.

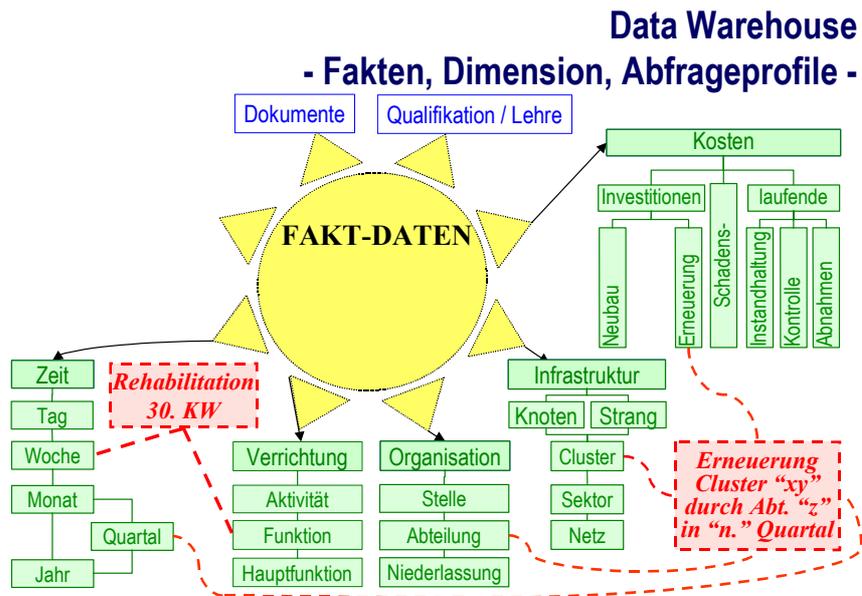


Abbildung 5: Mehrdimensionale Datenstruktur

Schlussendlich wird es möglich, dass die Abfragen der mobilen Endgeräte direkt auf solch eine spezielle Dimensionsdarstellung geleitet werden. Die Antwortzeiten des Systems verringern sich, da komplexe Abfragemuster vorab berechnet und gespeichert werden.

Ein Dimensions-Generierungs-Agent (DGA) übernimmt die Berechnung und Aktualisierung der einzelnen Dimensionen, die meist als Seiten eines Datenwürfels dargestellt werden. Ein End-Nutzer-Zugriffs-Überwachungs-Agent (EUA-MA) unterstützt den DGA bei der Ermittlung der entsprechenden Kontextmuster. Unter Umständen muss eine Anpassung der beschreibenden Meta-Daten erfolgen.

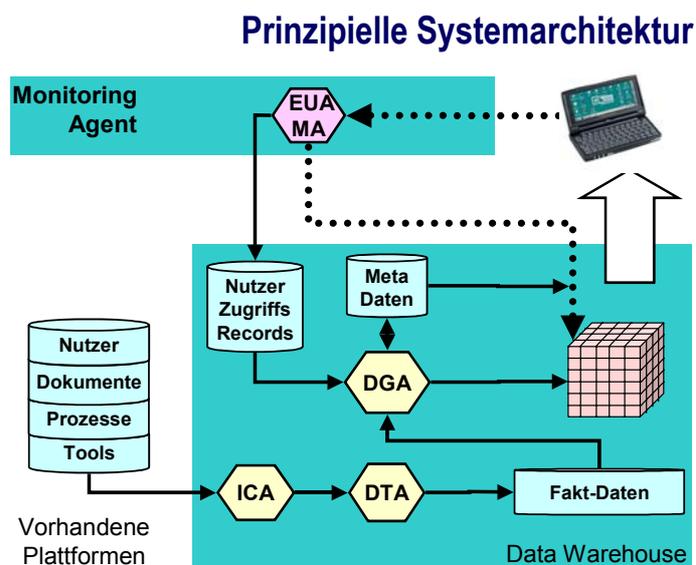


Abbildung 6: Systemarchitektur

Es wird erkennbar, dass die Definition von Arbeitssituationen bzw. Kontextmustern, die wiederum aus Prozessanalysen abgeleitet wurden, eine Grundvoraussetzung zum Entwurf einer Data-Warehouse-Struktur ist. Ein Nachteil mobiler Endgeräte, deren geringere Rechenleistung, wird ausgeglichen. Außerdem wird die zu übertragende Datenmenge drastisch reduziert.

Einführungsstrategie und Implementierung von Data-Warehouse-Systemen unterscheiden sich auf Grund der ihnen innewohnenden Komplexität gegenüber den im Software Engineering etablierten Modellen und Methoden, wie z.B. dem Wasserfallmodell oder dem Spiralmodell. Abbildung 7 stellt schematisch die Vorgehensweise in ihren wesentlichen Schritten dar.

Danach erfolgen Anforderungsanalyse und Systementwurf integriert, d.h. ganzheitlich und übergreifend für alle später zu bearbeitenden Teilaufgaben. Der Entwurf des Systems sollte offen und flexibel erweiterbar sein. Demgegenüber erfolgt die Durchführung der Implementierung datenorientiert, d.h. beginnend bei den Einfügeoperationen für einzelne Teildatenbestände in einem bestimmten, überschaubaren Zeitabschnitt werden Einfüge- und Konsolidierungsoperationen implementiert.

In einem zweiten Schritt wird der zu betrachtende Zeitrahmen und damit die zu verarbeitende Datenmenge erweitert, ohne die Komplexität zu erhöhen. In einem dritten Schritt erfolgt die Implementierung der Abfragewerkzeuge für diesen ausgewählten Teilbereich.

Erst nachdem alle Funktionalitäten zum Einfügen, Manipulieren und Abfragen der Informationen vollständig implementiert sind, erfolgt die Erhöhung der Komplexität, d.h. die Integration von beschreibenden Daten für weitere Teilbereiche.

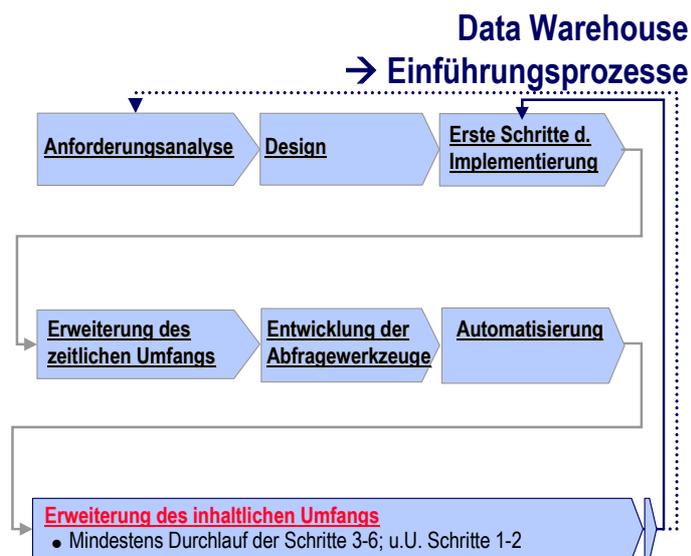


Abbildung 7: Einführungsprozesse eines Data Warehouse

Die in dieser zentralen Data-Warehouse Plattform abgelegten Daten sind in möglichst feiner Granularität ins Data Warehouse zu übernehmen. Auf Grundlage der o. g. Prozessanalysen sowie der Ablauf- und Organisationsmuster werden Aggregationsregeln, Konzept-Hierarchien und im Verlauf der Nutzung Assoziationsregeln aufgestellt.

So sollte es beispielsweise möglich sein, die Einzelergebnisse der quantitativen Erfassung des Projektfortschritts so zu aggregieren, dass der Baufortschritt eines durch eine VO betriebenen Projektes für die gesamte Organisation darstellbar ist. Unter Umständen macht sich hier noch eine Überführung der quantitativen Beschreibung in eine qualitative Bewertung erforderlich. Dies kann z.B. durch einen Soll-Ist-Vergleich geschehen, der durch eine Kopplung von vorhandenem Workflow-Management-Tool und Baufortschrittskontrolle möglich ist.

Konzept-Hierarchien beinhalten die Aggregations- und Transformationsregeln.

Zusammenfassung

Die Entwicklung und Einführung eines solch komplexen Daten- und Informationsmanagementsystems ist nicht trivial. Hierzu bedarf es neuer Organisationsformen. Die effiziente Nutzung von IuK-Technik wird von einem einzelnen Unternehmen nicht mehr geleistet werden können. Nur durch Outsourcing lassen sich komplexe DV-Systeme wie Data-Warehouses betreiben.

Der Anwenderkreis von IuK-Technik muss jedoch erweitert werden. Insbesondere das Baustellenpersonal ist hier mit einzubeziehen. Bei der Nutzung auf der Baustelle geht es darum möglichst preiswerte Endgeräte einer breiten Masse von Nutzern verfügbar zu machen, die mit einfachen Mitteln zielgerichtete Informationen bereitgestellt bekommen bzw. Informationen vor Ort aufnehmen können.

Durch den Einsatz von integrierten DV-Lösungen im „Back-Office-Bereich“ können Datenbestände von Einzelunternehmen einfacher zusammengeführt werden. Applikationsübergreifende Auswertungen und komplexe Abfrageprofile werden handhabbar. Damit ist eine zielgerichtete Informationsaufbereitung und Bereitstellung vor Ort, auf einfachen Endgeräten (PDA) möglich. Die komplexe DV-Lösung im „Back-Office-Bereich“ kann im Firmenverbund finanziert und betrieben werden. Die einfachen, preiswerten Endgeräte sind durch die Einzelunternehmen finanzierbar. Durch die einfache Informationsaufbereitung und Bedienbarkeit sinken beim Endnutzer die Schwellen zur Einführung.

Ein erster Nachweis der Forschungsergebnisse erfolgt derzeit im Rahmen des BMBF-Projektes „IuK-SystemBau“.

Quellen

- [1] Bornmüller, Prof. Dr. G. (Hrsg.): „*Projektmanagement im Auf-Bau, Verbesserungspotentiale in der Auftragsabwicklung zur Steigerung der Ertragsfähigkeit von Bauunternehmen*“, 2. Aufl., hansebuch Verlag, Hamburg Berlin, 2003.
- [2] Eichin, Ch.: „*Entwicklung eines elektronischen Bautagebuches für kleine und mittlere Bauunternehmen*“, Diplomarbeit, TU Dresden, Institut für Baubetriebswesen, 2001.
- [3] Eisenblätter, K.: „*Investigation and Prototype Development for a Personal Digital Assistant for Document Access from Construction Sites*“: Research Report: TU Dresden (in Zusammenarbeit mit: Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA): Dresden, Januar, 2001.
- [4] IAO and VTT Voster Project Team, „*D1.4.1 VO Concept Report*“ (public), VOSTER, EU-Project, IST-2001-32031, March 2003.
- [5] Khneisseh, A.: „*Analyse, Bewertung und Optimierung von Geschäftsprozessen in Bauunternehmen mittels Petri-Netzen*“, Forschungsarbeit: TU Dresden, Institut für Baubetriebswesen, 2003.
- [6] Menzel, K., Eisenblätter, K., Keller, M., Scherer, R. J.: „*Context-sensitive process and data management on mobile devices*“, Proc. of the 4rd ECPPM 2002 at Portoroz, A.A. Balkema, Rotterdam, 2002.
- [7] Reinhardt, J.: „*Konzept zur Informationsrepräsentation für mobile Funknetzcomputer im Baustelleneinsatz*“, Diplomarbeit, TU Dresden, Lehrstuhl für Computeranwendung im Bauwesen, 2000.
- [8] Wiegand, D.: „*Mobile Datenerfassung zur Unterstützung des Mängelmanagements*“, Diplomarbeit, TU Dresden, Institut für Baubetriebswesen, 2002.