Schriftenreihe Bauwirtschaft

III Tagungen und Berichte 6

Herausgegeben vom Institut für Bauwirtschaft an der Universität Kassel

kassel
university
press

Tagungsband des 20. Assistententreffens der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik 01. – 03. April 2009 an der Universität Kassel

Institut für Bauwirtschaft (Hrsg.)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.ddb.de abrufbar

ISBN print: 978-3-89958-652-7
ISBN online: 978-3-89958-653-4
URN: urn:nbn:de:0002-653*

© 2009, kassel university press GmbH, Kassel
www.upress.uni-kassel.de

Umschlag: Heike Arend, Unidruckerei der Universität Kassel
Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel
Printed in Germany

UNIKASSEL
VERSITÄT

Institut für
Bauwirtschaft IBW

20. Assistententreffen

der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik

01. – 03. April 2009

Universität Kassel –
Institut für Bauwirtschaft

www.ibw-kassel.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Racky

Prof. Dr.-Ing. Volkhard Franz

Grußworte der Fachgebietsleiter

Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Universität Kassel
Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Baubetriebswirtschaft

Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Prof. Dr.-Ing. Volkhard Franz
Universität Kassel
Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren

Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Sehr geehrte Damen und Herren,

herzlich willkommen am Institut für Bauwirtschaft (IBW) der Universität Kassel anlässlich des 20. BBB-Assistententreffens! Wir freuen uns sehr, dass nach dem 20. BBB-Professorentreffen im Jahre 2005 nun dieses Jahr auch das 20. Treffen der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik aller deutschsprachigen Technischen Hochschulen und Universitäten von unserem Institut ausgerichtet wird.

Seit 1998 sind die Organisation und Durchführung der baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Lehre in den Studiengängen Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung, Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen sowie die Forschung auf den Gebieten des Baubetriebs und der Bauwirtschaft an der Universität Kassel im IBW gebündelt. Seit 2002 gehören ihm die drei Fachgebiete Baubetriebswirtschaft, Bauorganisation und Bauverfahren sowie Bauinformatik aus dem Fachbereich Bauingenieurwesen und das Fachgebiet Bauwirtschaft/Projektentwicklung aus dem Fachbereich Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung an. Der mit dieser Organisationsform bewusst verfolgte interdisziplinäre Ansatz hebt das IBW von vergleichbaren Einrichtungen vieler anderer Hochschulen ab und ist auch typisch für das Profil der Universität Kassel.

Mit Ihrem Treffen pflegen Sie einen wichtigen Bestandteil guter wissenschaftlicher Praxis: den fachlichen Austausch innerhalb der Wissenschaftsgemeinde mittels Vorträgen, Diskussionen und auch informeller Netzwerkbildung. Dies begrüßen wir ausdrücklich.

Für das mit der Ausrichtung des Treffens verbundene große Engagement danken wir allen daran beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IBW. Unser Dank gilt auch allen Sponsoren und der Gesellschaft zur Förderung der Forschung und Lehre im Institut für Bauwirtschaft der Universität Kassel (GFB) für die finanzielle Unterstützung bzw. für ihr Mitwirken bei der Realisierung und Gestaltung einzelner Programmpunkte der Veranstaltung.

Ihnen allen wünschen wir einen interessanten und erfolgreichen Verlauf des 20. BBB-Assistententreffens sowie einen angenehmen Aufenthalt in Kassel.

Inhaltsübersicht

Prof. Dr.-Ing. Peter Racky, Prof. Dr.-Ing. Volkhard Franz
Grußworte der Fachgebietsleiter VII

Dipl.-Ing. Matthias Bergmann
Innovation in der Lehre – der Darmstädter Baubetrieb-Workshop 1

Dipl.-Ing. Stefan Rathswohl
CAD-basiertes Expertensystem für die Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen aufbauend auf einem Wissensmanagementsystem 11

Dipl.-Ing. Martin Kugler
Prozessdatenmodell für die Simulation im Hochbau 29

Dipl.-Ing. Basel Kordi
CAD-basierte Bauablaufplanung im Hochbau 41

Dipl.-Ing. Jörg Ehgartner
BAUZEIT – Beurteilung der Auswirkungen von Bauzeitfortschreibungen aus gutachterlicher Sicht anhand eines praktischen Beispiels 55

Dr.-Ing. Holger Schopbach, cand. Ing. Claudia Schmidt
Produktionsoptimierung in einem Zimmereibetrieb mit Hilfe innovativer Techniken 75

Dipl.-Ing. Denis Loskant, Dipl.-Ing. Larissa Merkl
Partnering in der Bauwirtschaft – Praxiserfahrungen der deutschen Bauindustrie mit Partnerschaftsmodellen 89

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing Simon-Finn Stolze,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Lars Gonschorek, MBA
Leistungsbild Planung bei PPP-Projekten 107

Dipl.-Ing. Philipp Stichnoth
Entwicklung von Empfehlungen zur Standardisierung von Service-Level-Agreements bei PPP-Schulprojekten 127

Dipl.-Ing. Patrick Altmüller
Funktionsbauverträge im Straßenbau – Stand der Praxis und Analyse der bisherigen Erfahrungen aus Sicht von Auftraggebern und Auftragnehmern..... 149

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sinan Özcan
Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement bei komplexen Straßenbauprojekten 175

Dipl.-Ing. Melanie Schleicher
Komplexitätsmanagement von Geschäftsprozessen dargestellt am Beispiel der Baupreisermittlung im Schlüsselfertigbau..... 195

Dipl.-Ing. Thomas Rinas
Das zwei-dimensionale Kooperationsnetzwerk für die erfolgreiche Marktdurchdringung mit vorgefertigten Betonelementen und -systemen in der Schweiz - Konzeption eines Geschäftsmodells 217

M.Sc. Agnes Kelm, Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Lars Laußat,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anica Meins-Becker
RFID-Technik in der Bau- und Immobilienwirtschaft..... 235

Prof. Dr.-Ing. Peter Jehle, Dipl.-Ing. Stefan Seyffert, Dipl.-Ing. Steffi Wagner,
Dipl.-Ing. Nikolai Michailenko
RFID-IntelliBau – Das intelligente Bauteil..... 273

Dipl.-Ing. Matthias Bergmann

Innovation in der Lehre –
der Darmstädter Baubetrieb-Workshop

Dipl.-Ing. Matthias Bergmann
Technische Universität Darmstadt
Institut für Baubetrieb
El-Lissitzky-Str. 1, 64287 Darmstadt

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 3

1 Ausgangssituation 3

1.1 Baubetrieblehre in Darmstadt 3

1.1.1 Lehrangebot des Baubetriebs im Grund- und Vertiefungsstudium 3

1.1.2 Vorlesungsbegleitende Hörsaalübungen 4

1.1.3 Hausübungen als Studienleistung 4

1.2 Situation an der TU Darmstadt 5

2 Konzept des Baubetrieb-Workshops 6

2.1 Studenten helfen Studenten 6

2.2 Tutorenschulung 6

2.3 Arbeitsräume und Arbeitsmaterialien 6

3 Umsetzung 7

3.1 Erforderliche Ressourcen 7

3.2 Tutorenschulung 7

3.3 Angebot an die Studierenden 7

4 Bewertung 8

4.1 Wissenschaftliche Mitarbeiter und Tutoren 8

4.2 Studierende 9

5 Fazit und Ausblick 10

Literatur 10

Innovation in der Lehre – der Darmstädter Baubetrieb-Workshop

Zusammenfassung

Die Studierenden des Bauingenieurwesens und des Wirtschaftsingenieurwesens mit der technischen Fachrichtung Bauingenieurwesen stehen im Studienfach Baubetrieb vor der Herausforderung, betriebswirtschaftliche, ingenieurtechnische und arbeitswissenschaftliche Aspekte zu kombinieren. Dies spiegelt sich in der Lehre des Instituts für Baubetrieb der TU Darmstadt sowohl bezogen auf die Studien- als auch auf die Prüfungsleistungen wider.

Um die Studierenden bei der Bearbeitung der oftmals komplexen Fragestellungen, für die es keine eindeutige „Musterlösung“ gibt, zu unterstützen, wurde im Wintersemester 2007/2008 ein Baubetrieb-Workshop initiiert. Dort sollen die Studierenden für die Bearbeitung ihrer Hausübungen möglichst optimale Bedingungen vorfinden.

Im Folgenden wird das Konzept des Darmstädter Baubetrieb-Workshops und seiner Randbedingungen erläutert. Zudem erfolgt eine Bewertung dieser Ergänzung der bisherigen Lehre aus Sicht aller Beteiligten.

1 Ausgangssituation

1.1 Baubetriebslehre in Darmstadt

1.1.1 Lehrangebot des Baubetriebs im Grund- und Vertiefungsstudium

Das Institut für Baubetrieb bietet vom fünften bis zum achten Semester des Diplomstudiengangs jeweils eine Vorlesung mit begleitender Hausübung an. Dies entspricht dem fünften und sechsten Semester des Bachelor-Studiengangs sowie dem ersten und zweiten Semester des Master-Studiums. In der ersten Veranstaltung (Baubetrieb A1) werden die Grundlagen der Projektorganisation, des deutschen Vergabe- und Bauvertragsrechts, der Verfahrenstechnik im Hochbau, der Baustellenorganisation, der Termin- und Ressourcenplanung sowie des baubetrieblichen Rechnungswesens einschließlich der Kalkulation und Preisbildung in

Bauunternehmen vermittelt. Im darauf folgenden Semester (Baubetrieb A2) werden diese Kenntnisse um Grundlagen des Bauvertragsrechts und spezielle Bauverfahren im Spezialtiefbau, Brückenbau, Tunnelbau und Fertigteilbau ergänzt. In den Vertiefungsmodulen (Baubetrieb B1 und B2) werden insbesondere die Kenntnisse in der Abwicklung von komplexen Bauvorhaben vertieft. Außerdem werden die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt. Zugleich gehen Lehrbeauftragte und Honorarprofessoren vertieft auf Fragen der Vertragsgestaltung, der Nachträge und weitere Themen wie den Auslandsbau ein.

Darüber hinaus veranstaltet das Institut für Baubetrieb für seine Hauptvertiefungsstudierenden in den beiden letzten Studiensemestern ein Seminar mit den Schwerpunkten Arbeitssicherheit, REFA, Sichtbeton, Unternehmensführung sowie ein Vortrags- und Bewerbungstraining. Als Wahlpflicht-Module werden weiterhin „Bauen im Bestand“ und eine Projektübung angeboten.

1.1.2 Vorlesungsbegleitende Hörsaalübungen

Ergänzt werden die Vorlesungen durch Hörsaalübungen, die von wissenschaftlichen Mitarbeitern abgehalten werden. In diesen werden übungsrelevante Inhalte an konkreten Beispielen diskutiert, wobei auch die Studierenden aktiv in die Lösungssuche mit einbezogen werden. Ziel ist der Transfer des theoretischen Wissens aus der Vorlesung auf die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Problemerkennung und Lösungsfindung im Baubetrieb.

1.1.3 Hausübungen als Studienleistung

Ziel aller Hausübungen ist die praktische Anwendung der Grundlagen und Methoden aus den Vorlesungen und damit auch die Vorbereitung der Studierenden auf die Prüfung im Fach Baubetrieb. Um neben den fachlichen Fähigkeiten der Studierenden auch deren soziale Kompetenz zu stärken, ist die Hausübung im Baubetrieb in Dreiergruppen anzufertigen. Die Aufgabenstellung, Betreuung und Testierung der Baubetriebsübungen erfolgt durch wissenschaftliche Mitarbeiter.

Die Hausübungen in Baubetrieb A1 projizieren alle Vorlesungsinhalte auf ein konkretes Bauvorhaben und festigen so das Verständnis der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Teilaspekten. In Baubetrieb A2 sind dann Fragen zur VOB zu beantworten und die Bauverfahrenstechnik für ein Bauvorhaben im Spe-

zialtiefbau zu planen. Hierbei wird Wert auf eigenständiges Arbeiten bei der Problemidentifikation und Lösungsfindung sowie der Informationssuche gelegt.

Die Hausübungen in Baubetrieb B1 und B2 werden häufig direkt auf Basis von alten Klausuraufgaben erstellt und besitzen im Vergleich zu Baubetrieb A1 und A2 deutlich mehr Freiheitsgrade und Komplexität. Schwerpunkte sind die Bauverfahrenstechnik und die Arbeitskalkulation als Grundlage des Controllings der Baustelle.

1.2 Situation an der TU Darmstadt

Die Komplexität der Hausübungen im Baubetrieb stellt für die Studierenden eine große Herausforderung dar. Hier sind als Schwierigkeiten insbesondere die Vielzahl an Freiheitsgraden bei der Bearbeitung, die Notwendigkeit zum begründeten Entscheiden, die erforderliche eigenständige Informationssuche sowie das Fehlen einer eindeutigen Musterlösung zu nennen.

Dies bereitet vor allem konstruktiv geprägten Studierenden nach vielen Mathematik- und Mechanikübungen mit eindeutigem Lösungsalgorithmus große Schwierigkeiten. Zudem fehlt es vielen Ingenieurstudierenden an Übung beim Formulieren von Texten und Umgang mit Quellen. Erschwerend kommt hinzu, dass für die geforderte Gruppenarbeit von Seiten der Universität zu wenig geeignete Arbeitsplätze zur Verfügung stehen.

Um die Studierenden auch in den neuen Bologna-Studiengängen baubetrieblich zu fordern und gleichzeitig bei der Übungsbearbeitung zu unterstützen, entstand die Idee eines neuen Betreuungskonzeptes. Denn durch die straffe Studiumsorganisation droht sonst eine Verflachung der Inhalte, zumal der Workload der Studierenden streng reglementiert wurde und alle Studienleistungen eng mit den Vorlesungen verzahnt werden müssen.

Schwierigkeiten treten noch stärker bei Masterstudierenden auf, die sich von internationalen Universitäten und deutschen Fachhochschulen rekrutieren. Insbesondere bei den internationalen Studierenden äußert sich dies in geringerem Studienerfolg. *(Heublein, Sommer, Weitz 2004)* Eine international ausgerichtete Universität wie die TU Darmstadt will hier verstärkt Maßnahmen zur Unterstützung dieser Studierenden ergreifen.

2 Konzept des Baubetrieb-Workshops

2.1 Studenten helfen Studenten

Der Baubetrieb-Workshop basiert auf dem Prinzip: Studenten helfen Studenten. Bei dieser Form der Lehre unterstützt ein studentischer Tutor seine jüngeren Kommilitonen bei der Bearbeitung fachlicher Aufgaben. *(Kohl 2004 S.85)* Durch diese Betreuungsform ergibt sich eine Gewinnsituation für alle Beteiligten. Die Studierenden werden von Tutoren unterstützt, die auf derselben Ebene stehen und sich relativ viel Zeit für die Betreuung nehmen können und sollen. Die Tutoren selbst erhalten zusätzliche fachlich-methodische Schulungen und lernen beim Erklären selbst hinzu. Den wissenschaftlichen Mitarbeitern stehen dadurch motivierte Studierende als Multiplikatoren und Ansprechpartner für direktes Feedback zur Verfügung.

2.2 Tutorenschulung

Um die Tutoren auf ihre anspruchsvolle und vielseitige Aufgabe vorzubereiten, sind sie im Vorfeld und während des Semesters methodisch-didaktisch sowie fachlich zu schulen und bezüglich der Übungsinhalte zu unterrichten. Denn auch wenn es sich i.d.R. um erfolgreiche Studierende mit einer Vertiefung im Baubetrieb und guter Sozialkompetenz handelt, ist klar, dass nicht alle Fähigkeiten und alles Wissen vorausgesetzt werden können. *(Klingenberger, Selz, Motzko 2006 S. 8)*

2.3 Arbeitsräume und Arbeitsmaterialien

Den Studierenden ist ausreichend Arbeitsraum zur Gruppenarbeit zur Verfügung zu stellen. Dort sollte auch der Zugang zum Internet und zu gedruckten Fachinformationen möglich sein. Die räumliche Nähe bietet dann auch die Möglichkeit, sich mit Kommilitonen anderer Gruppen auszutauschen, Ideen zu diskutieren und gegebenenfalls kleine Hilfestellungen zu erhalten.

3 Umsetzung

3.1 Erforderliche Ressourcen

Für die Aufrechterhaltung der Workshops und die Vorkorrektur der Übungen werden bei derzeit insgesamt 160 Studierenden acht Tutoren benötigt, die je Semester circa 80 Stunden arbeiten. Der Aufwand beläuft sich also auf 4 Tutorenstunden pro Student und Semester.
Die zur Verfügung gestellten Räume befinden sich am Institut für Baubetrieb. Es handelt sich um einen studentischen Arbeitsraum und den Seminarraum des Instituts, der an allen Nachmittagen genutzt werden kann.

Die eine Lehrveranstaltung begleitenden wissenschaftlichen Mitarbeiter betreuen zusammen mit einem Koordinator die Tutoren, bereiten die Aufgabenstellung vor und verantworten die Korrektur. Der Workshop-Koordinator ist für die reibungslose Zusammenarbeit aller Beteiligten verantwortlich und übernimmt die Vorbereitung und Durchführung der fachlich-methodischen Schulung der Tutoren.

3.2 Tutorenschulung

Zur Tutorenschulung zählt zunächst ein eintägiger Tutorentag, an dem die Ziele der Baubetriebsübung herausgearbeitet, Methoden zur Hilfestellung und Wissensvermittlung erläutert und schwierige Situationen im Alltag eines Tutors simuliert werden. Außerdem werden die jährlich wechselnden Übungsaufgaben von den Tutoren „gegengerechnet“, um Probleme der Aufgabenstellung zu erkennen, einen Lösungsvorschlag zu erarbeiten und die Tutoren mit den Übungsinhalten vertraut zu machen.

Ergänzt werden diese Schulungsmaßnahmen durch wöchentliche Tutorensitzungen während des Semesters, um aktuelle Übungsinhalte aufzufrischen und die Anforderungen bei der Übungskorrektur zu diskutieren. Gleichzeitig ergibt sich hier die Gelegenheit im Plenum auftretende Probleme zu besprechen.

3.3 Angebot an die Studierenden

Für die Gruppenarbeit steht den Studierenden nun neben dem studentischen Arbeitsraum mit einem gut sortierten Literatur- und Materialschrank an fünf halben

Tagen in der Woche der Seminarraum des Instituts für Baubetrieb zur Verfügung. Dort können 60 Studierende gleichzeitig in Gruppen zusammenarbeiten ohne sich allzu stark zu behindern.

Bild 1: Studentischer Tutor beim Erklären

An drei Tagen in der Woche stehen im Workshop jeweils zwei Tutoren bereit, um Hilfestellungen zur Bearbeitung der Hausübungen im Baubetrieb zu geben. Diese reicht von Hinweisen zur Vorgehensweise über die Hinführung der Studierenden zu möglichen Lösungen durch geschicktes Fragen bis zum Verweis auf Quellen.

4 Bewertung

4.1 Wissenschaftliche Mitarbeiter und Tutoren

Für die Wissenschaftlichen Mitarbeiter entsteht ein gewisser zeitlicher Mehraufwand zur Schulung der Tutoren. Es ist erkennbar, dass die Leistung der Studierenden durch die Betreuung verbessert wird. Man kann also davon ausgehen, dass das Konzept, die Tutoren als Multiplikatoren für baubetriebliches Wissen und baubetriebliche Fähigkeiten zu nutzen, gut funktioniert.

Die Tutoren äußern sich positiv über den fachlichen Input seitens der wissenschaftlichen Mitarbeiter und stellen sich auch gerne den Fragen der Studierenden. Zugleich wird ein Verständnis für die Situation der Lehrenden geweckt, wenn die Tutoren selbst in diese nicht immer einfache Rolle wechseln.

4.2 Studierende

Eine Fragebogenumfrage unter Studierenden, die den Baubetrieb-Workshop besuchten, ergab im Jahr 2008, dass die Mehrzahl der Studierenden mit dem Workshop zufrieden war, auch wenn der eine oder andere Kritikpunkt offen blieb. Die prozentuale Verteilung in den sechs Fragekategorien ist in Bild 2 dargestellt.

Besonders positiv bewerten die Studierenden die Betreuung und das Raumangebot sowie den Gesamteindruck des Baubetrieb-Workshops, während die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel öfter als unzureichend kritisiert wurden. Ebenfalls erfreulich aus Sicht der Lehrenden ist, dass die Studierenden mit der erhofften Motivation in den Workshop kommen und ihn nicht etwa als Ersatz für Vorlesungen missverstehen.

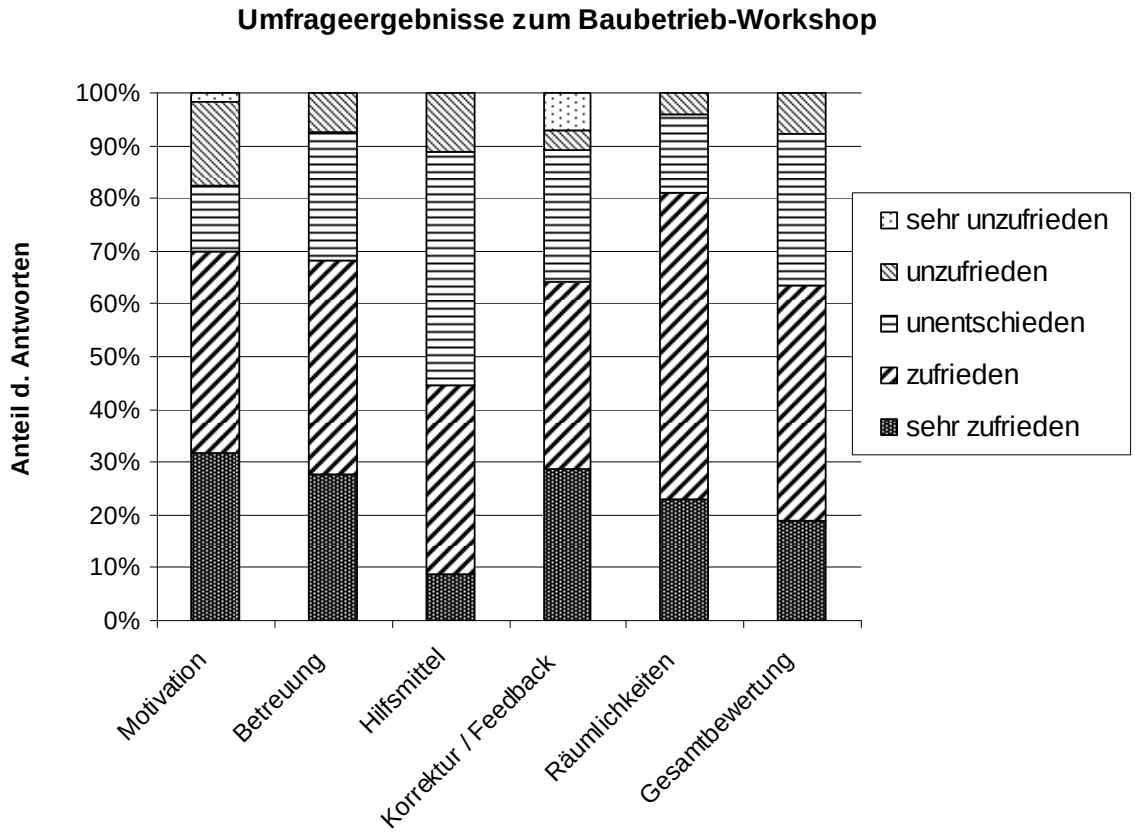


Bild 2: Auswertung der Fragebogen zum Workshop

5 Fazit und Ausblick

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt hat sich der Darmstädter Baubetrieb-Workshop bewährt und wird von den Studierenden rege genutzt. So ist es möglich, bei gleich bleibender Belastung der wissenschaftlichen Mitarbeiter, eine bessere Betreuung und bessere Ergebnisse der Studierenden zu erhalten. Zugleich ist die Einstellung von Tutoren aufgrund der interessanten Aufgaben problemlos möglich.

Weitere Bewährungsproben stehen mit steigenden Studierendenzahlen und der Zunahme von Bachelor- und Masterstudierenden an, wobei man diesen von Seiten des Instituts für Baubetrieb der TU Darmstadt mit eingespielten Abläufen und einem schlüssigen Konzept begegnen wird.

Literatur

Kohl K.E. (2004). „Entwicklung einer Strategie für die didaktische Begleitung von E-Learning-Vorhaben zur Virtualisierung der Hochschullehre am Beispiel des Forschungsprojekts ITO“, Dissertation an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, 2004. URL: http://opus.bsz-bw.de/phlb/volltexte/2004/2148/pdf/dissertation_kohl.pdf (4.2.2009).

Heublein, Sommer, Weitz 2004. „Studienverlauf im Ausländerstudium – Eine Untersuchung an vier ausgewählten Hochschulen“; DAAD 2004.

Klingenberger, Selz, Motzko 2006. „Arbeitsgruppe Planen, Entwerfen und Konstruieren: Interndisziplinäres Lernen, Projektstudium und Studienberatung am Fachbereich 13“ In: Interdisziplinarität in der Umwelt- und Raumplanung; Theorie und Praxis; Festschrift für Professor Hans Reiner Böhm; S. 5-12. Hrsg.: Verein zur Förderung des Instituts WAR der TU Darmstadt. Darmstadt: Eigenverlag 2006. Schriftenreihe WAR, Band 175.

Dipl.-Ing. Stefan Rathswohl

CAD-basiertes Expertensystem für die Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen aufbauend auf einem Wissensmanagementsystem

Dipl.-Ing. Stefan Rathswohl
Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 13

1 Einleitung 13

2 Theoretische Grundlagen 15

2.1 Arbeitsvorbereitung 15

2.1.1 Aufgaben der Arbeitsvorbereitung 17

2.1.2 Ablauf einer Arbeitsvorbereitung 18

2.2 Wissensmanagement 20

2.2.1 Daten, Informationen und Wissen 21

2.2.2 Verschiedene Konzepte im Bereich Wissensmanagement 24

3 Aktueller Arbeitsstand 25

Literatur 27

CAD-basiertes Expertensystem für die Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen aufbauend auf einem Wissensmanagementsystem

Zusammenfassung

Die Aufgaben der Arbeitsvorbereitung einer Bauunternehmung bestehen darin, den Einsatz der Ressourcen für die Bauausführung zu optimieren und Steuerungsinstrumente während der Ausführung bereitzustellen. Dabei wird oftmals auf Aufwandswerte und Arbeitsabläufe zurückgegriffen, die nur unzureichend angepasst und dokumentiert sind. Ziel der Forschungsarbeit ist es, der Arbeitsvorbereitung ein Expertensystem, aufbauend auf einem funktionierenden Wissensmanagementsystem, an die Hand zu geben, welches auf Grundlage von CAD-basierten Daten Lösungsvorschläge zu Aufgaben der Arbeitsvorbereitung macht. Dieser Beitrag liefert einen Überblick über die Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen und über die Grundlagen des Wissensmanagements.

1 Einleitung

„Es ist nicht genug zu wissen, man muss es auch anwenden,
es ist nicht genug zu wollen, man muss es auch tun“ (J.W. von Goethe)

Auf einer Baustelle bearbeiten Menschen mit der Unterstützung von Maschinen Materialien, um daraus ein Bauwerk zu errichten. Damit dieser Fertigungsablauf in geordneten Bahnen verlaufen kann, muss es neben den direkten handwerklichen Tätigkeiten zusätzlich einen zweiten Aufgabenbereich, die Planung und Steuerung der Baustellenausführung, geben. Dieser schafft die Voraussetzung für die fertigungstechnische Umsetzung auf der Baustelle und eine realistische Einschätzung des Zeitaufwandes der Tätigkeiten.

Im Bauwesen ist es im Gegensatz zu der stationären Industrie wesentlich schwieriger, geeignete Zeitaufwandswerte und Abhängigkeiten für die Arbeitsvorbereitung von Projekten zu eruieren, da jedes Bauwerk einen Unikatcharakter mit jeweils neuen Anforderungen besitzt. Es liegen somit zu Beginn der Planung eines Bauprojektes nur relativ ungenaue Daten zu der Art der Ausführung, den Ausführungsdauern, den Abhängigkeitsbeziehungen der Gewerke und den erforderlichen

Ressourcen vor, so dass die Termin- und Arbeitspläne während der Bauausführung fortlaufend angepasst und verbessert werden müssen.

Bei der Auswahl an Aufwandswerten für die Arbeitsvorbereitung kann z.B. auf diverse Angaben in schriftlicher bzw. digitaler Form (z.B. Plümecke, ARH-Tabellen) als auch auf eigene Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Erfahrene Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung in kleinen und mittleren Unternehmungen verfügen meist über eigene Aufwandswerte, die zu realistischeren Planungen als die Literaturwerte führen. Diese Erfahrungswerte werden laut einschlägiger Literatur jedoch kaum oder nur unzureichend firmenintern dokumentiert bzw. angepasst. So kann es vorkommen, dass von unterschiedlichen Arbeitsvorbereitern innerhalb eines Unternehmens verschiedene Aufwandswerte für dieselbe Tätigkeit genutzt werden, da die Aufbereitung des Fachwissens und der einfache Zugriff darauf nur schlecht oder gar nicht organisiert ist.

Ein zusätzliches Problem vieler Bauunternehmungen besteht in der unzureichenden Nachkalkulation abgeschlossener Projekte. Mit einer strukturierten Nachbereitung wäre gewährleistet, dass die wichtigsten Erfahrungswerte in einem System hinterlegt und stets in einem fortlaufenden Lernprozess angepasst werden.

Wais (2006, S78ff.) beschreibt, dass große Bauunternehmungen (z.B. Bilfinger Berger) dieses Problem schon seit Längerem erkannt haben. Sie versuchen alle Literatur- und Erfahrungswerte der Mitarbeiter in einer umfassenden Datensammlung als Wissensmanagementsystem zu speichern und allen Mitarbeitern weltweit zur Verfügung zu stellen. Jedoch entsteht so ein unüberschaubarer und zu umfangreicher Datenpool, der laut Literaturquelle von den eigenen Mitarbeitern kaum genutzt wird.

Ein Teilziel der Forschungsarbeit ist es, den Informationsfluss hinsichtlich der Abhängigkeiten und der Aufwandswerte für die Arbeitsvorbereitung zu untersuchen und darauf aufbauend eine Methode zu entwickeln, um ein an die jeweilige Bauunternehmensgröße angepasstes Wissensmanagementsystem zu implementieren. Anschließend soll ein CAD-basiertes Expertensystem entwickelt werden, welches die Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung unterstützt.

Bei der eigentlichen Arbeitsvorbereitung eines Projektes sind schon hinreichend Informationen über das Bauwerk durch die Angebotsbearbeitung und die Geneh-

migungsplanung in Form von CAD-Zeichnungen und Kalkulationen vorhanden. Das Expertensystem soll auf die Informationen der CAD-Zeichnungen zugreifen können, um die benötigten Daten auszulesen. Fehlende Daten sollen über eine Abfrage vom Nutzer eingegeben werden. Zusätzlich sollen vom Expertensystem Handlungsanweisungen ausgegeben werden. Als Ziel des Expertensystems soll es möglich sein, Lösungen für die verschiedenen Aufgaben der Arbeitsvorbereitung halbautomatisch zu erstellen. Das Expertensystem soll z.B. bei Fragestellungen zur Baustelleneinrichtung (wie z.B. Krananzahl, -standort, Aushub, etc.) helfen können.

Da der Verfasser dieses Berichtes erst am Anfang der Forschungsarbeit steht, geben die nachfolgenden Kapitel nur einen Überblick über die Grundlagen der Arbeitsvorbereitung und des Wissensmanagements in Bauunternehmen. Der Themenkomplex der Expertensysteme wird zu diesem Zeitpunkt noch nicht näher betrachtet. Zusätzlich wird der aktuelle Arbeitsstand der Forschungsarbeit beschrieben.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Arbeitsvorbereitung

Ein wesentlicher Bestandteil der Arbeitsvorbereitung ist die Planung und die Koordinierung der Geräte und Maschinen sowie die Auswahl geeigneter Bauverfahren. Fehler, die während des Planungsprozesses in der Arbeitsvorbereitung gemacht werden, haben häufig Auswirkungen auf den Bauablauf während der gesamten Bauzeit und sind oft im Nachhinein nicht mehr zu korrigieren. Daher leistet die Arbeitsvorbereitung einen großen Beitrag für einen reibungslosen Ablauf auf der Baustelle. Die konkreten Aufgaben einer Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen werden im Kapitel 2.1.1 näher erläutert.

Die Planungsaufgaben des Bauherrn bestehen im Wesentlichen aus der zeitlichen Koordinierung der Vorbereitungs- und Planungshandlungen, mit dem Ziel, einen störungsfreien Bauablauf zu gewährleisten. Dessen Planung ist demnach eine Generalplanung, die der Überwachung des Bauvorhabens von der Konzeption der Idee bis zur Inbetriebnahme des Bauwerks dient. Im Gegensatz dazu beschränkt

sich die Planungsaufgabe des Bauunternehmers auf die eigentliche Bauproduktion. Es ist eine Betriebsplanung für die Ausführung der Bauarbeiten.

Diese Betriebsplanung wird in der Baupraxis als Arbeitsvorbereitung bezeichnet. Ziel der Arbeitsvorbereitung ist es, den Einsatz der Ressourcen für die Bauausführung zu optimieren und Steuerungsinstrumente für die Ausführungsphase bereitzustellen, um die definierten und in der Arbeitskalkulation dokumentierten Ziele hinsichtlich der geforderten Qualität, der kalkulierten Kosten und der gesetzten Termine zu erreichen. Diese Ziele stehen häufig im Konflikt miteinander.

Die meisten Bauwerke besitzen einen Unikatcharakter und sind somit durch verschiedene Eigenschaften gekennzeichnet. Sie werden am Ort der Nutzung errichtet und können nicht vollständig unter fabrikähnlichen Umständen hergestellt werden. Die topografischen, geologischen, verkehrstechnischen und nachbarlichen Bedingungen sind bei jedem Bauwerk individuell. Außerdem besitzt fast jedes Bauwerk eine individuelle Architektur und Baustoffkombination und es gibt je nach Region unterschiedliche Bau- und Umweltgesetze. Letztlich unterscheiden sich auch die individuelle Vertragsgestaltung, Bauherrenorganisation und Projektabwicklungsformen der Vertragspartner.

Girmscheid (2006) beschreibt, dass diese Unikatcharakteristik den Bauproduktionsprozess beeinflusst und gestaltet. Jedes Bauwerk muss individuell geplant werden, um eine technisch wie ökonomisch optimale Abwicklung zu erreichen. Dies unterscheidet den Bauproduktionsprozess von fast allen anderen Produktionsprozessen in stationären Produktionsanlagen mit Massen- und kundenindividuellen Produkten.

Der Bauherr kann und möchte in fast allen Phasen des Bauprozesses seine individuellen Bedürfnisse und Vorstellungen in den Prozess integrieren. Dies ist nur durch eine starke Interaktion zwischen den Vertragspartnern möglich. Bei einem individuellen Industrieprodukt spezifiziert der Kunde seine technischen sowie Qualitäts- und Leistungsanforderungen und überlässt dem Hersteller die Gestaltung und Produktion des Produkts, ohne sich um die Details zu kümmern. Bei einem Bauwerk jedoch müssen die individuellen Wünsche des Bauherrn bzw. Architekten, die sich im Verlauf des Bauprozesses ändern können, vom Bauunternehmen integriert werden. Dies reicht von der funktionalen und architektonischen Gestaltung bis zur Auswahl der Farben für den Außenputz oder Form und Größe der

Keramikplatten. Jede im Leistungsverzeichnis ausgeschriebene Bauleistung hat in gewissem Umfang immer noch einen relativ hohen Immaterialitätsgrad. Diese Besonderheit muss ein Bauunternehmen im Rahmen des Ausführungsmanagements berücksichtigen, um die Bauausführung positiv abschließen zu können.

2.1.1 Aufgaben der Arbeitsvorbereitung

Eine der wesentlichen Aufgaben der Arbeitsvorbereitung besteht in der Analyse von verfahrenstechnischen Aspekten eines Bauvorhabens. Auf dieser Grundlage werden Risiken ermittelt und bewertet, um daraus Maßnahmen vorzuschlagen bzw. Strategien abzuleiten. Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Risiken eines jeden Bauprojekts und deren Folgen möglichst gering zu halten oder ganz zu vermeiden, sowie Chancen zur Verbesserung des Unternehmenserfolgs zu nutzen. Zusätzliches Ziel ist es, den Bauproduktionsprozess durch mechanisierte Abläufe, Einsatz von Bauhilfssystemen und Vorfertigung von Bauteilen zu rationalisieren, um somit die Arbeitsvorgänge so zu gestalten, so dass möglichst wenig Lohnstunden entstehen.

Die Aufgaben der Arbeitsvorbereitung kann man nach *Girmscheid (2002)* in zwei Phasen aufteilen:

Erste Phase: „Vorbereitung der Arbeitsvorbereitung“

- Vertrag prüfen
- Baustellenleitung bestimmen
- Baustelle begehen
- Gespräche mit Bauherren und Behörden führen

Zweite Phase: „Hauptphase der Arbeitsvorbereitung“

- Auswahl eines geeigneten und wirtschaftlichen Bauverfahrens
- Planung des Ablaufs und Schalungseinsatzes
- Erstellung eines Logistikkonzepts
- Leistungsberechnung zur Bestimmung des notwendigen Potenzials an Produktionsfaktoren (Arbeitskräfte, Geräte, Material etc.)
- optimale Gestaltung der Arbeitsbedingungen für Arbeitskräfte und Maschinen

- Planung der Baustelleneinrichtung
- Planung der Disposition der Ressourcen (Arbeitskräfte, Geräte, Schalung, Material)

Girmscheid (2006, S.592) beschreibt, dass eine Arbeitsvorbereitung bei allen Baumaßnahmen sinnvoll und notwendig ist. Jede Arbeit läuft reibungsloser, sicherer und wirtschaftlicher ab, wenn vorher die bestmöglichen technischen Lösungen gesucht, Arbeitsverfahren, Betriebsmittel und Arbeitsbedingungen aufeinander abgestimmt und alles für die Ausführung der Arbeiten Notwendige bereitgestellt wird. Die Bauunternehmen sollten einen schnellen Baustellenbeginn nicht durch eine reduzierte Ausführungsvorbereitung erkaufen. So kann man bei mittelständischen Bauunternehmen hören, dass nur wenig Zeit für eine ausführliche Arbeitsvorbereitung zur Verfügung steht und sofort mit einer improvisierten Ausführung begonnen werden müsse. Dadurch wird im Regelfall jedoch nur ein Pseudovorteil erreicht, der sich über die gesamte Bauzeit nachteilig auswirken kann. Die zusätzlichen Kosten durch nicht optimal gewählte Bauverfahren, unzureichende oder zu große Ressourcen heben die ersten Vorteile sehr schnell auf und kehren sie im Regelfall sogar ins Gegenteil.

2.1.2 Ablauf einer Arbeitsvorbereitung

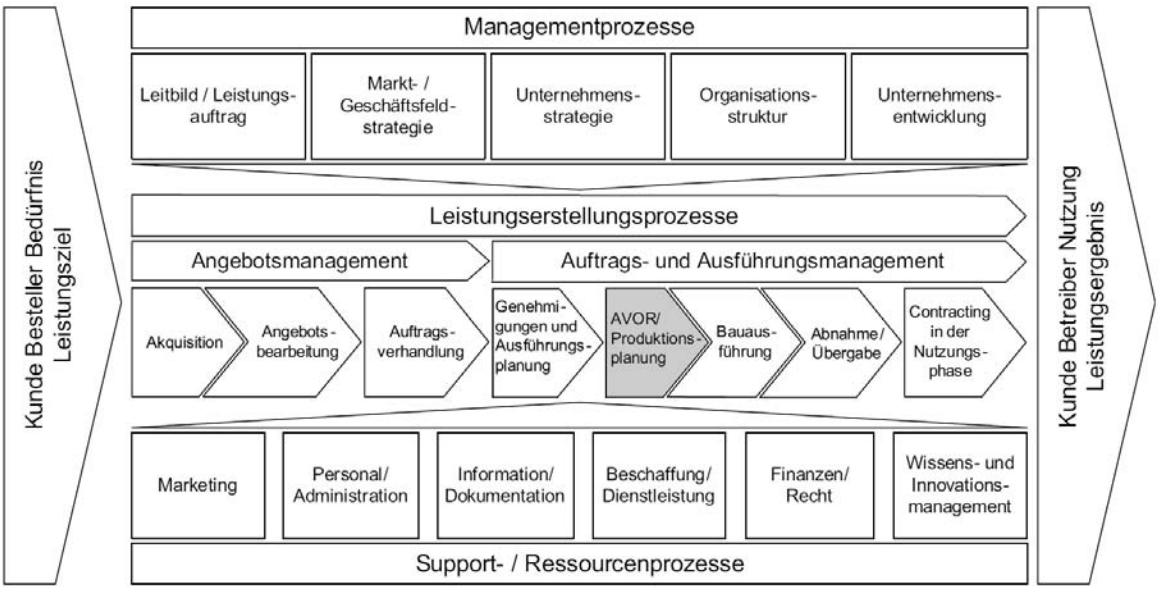


Bild 1: Die Prozesse in einem Bauunternehmen *(Girmscheid 2006, S.583)*

Vor Beginn des Planungsprozesses müssen der Arbeitsvorbereitung verschiedene Unterlagen und Informationen aus dem Leistungserstellungsprozess „Angebotsmanagement“ und den vorhergehenden Genehmigungsplanungen zur Verfügung gestellt werden:

- die Beschreibung der zu erbringenden Leistung in Form eines Leistungsverzeichnisses oder Leistungsprogramms
- der Bauvertrag und der Schriftverkehr zwischen Auftraggeber und Bauunternehmer (wichtig sind dabei auch zusätzliche Vertragsbedingungen des Auftraggebers wie Ausführungsfristen, Rahmenterminpläne oder Vertragsstrafen)
- die Baubeschreibung und Ausführungszeichnungen (sofern schon vorhanden)
- die Angebotskalkulation
- Auflagen von Behörden
- Standortbedingungen der Baustelle, wie z.B. mögliche Lagerflächen bzw. Verkehrsflächen, Zufahrtsmöglichkeiten, Anschlüsse für Energie und Wasser
- weitere Randbedingungen, die für die Planung und Auswahl eines wirtschaftlichen Bauablaufs von Bedeutung sind, wie z.B. Boden- und Grundwasserverhältnisse, verfügbare Ressourcen der Baufirma etc.

Eine Grundvoraussetzung für die kostengünstige Herstellung eines Bauwerks ist ein gleichmäßiger und geordneter Bauablauf. Dieser ist jedoch nur dann möglich, wenn der Ablauf im Voraus detailliert geplant und bis in alle Einzelheiten vorausgedacht wird. Das Hauptziel dabei ist es, die nie ganz zu vermeidenden Improvisationen auf der Baustelle auf ein Minimum zu reduzieren.

Aus der Ablaufplanung ergeben sich sowohl die Termin- als auch die Ressourcenplanung, die beide in einem engen Zusammenhang stehen. Nur auf der Grundlage einer detaillierten Terminplanung können Arbeitskräfte und Maschinen am richtigen Ort zur Verfügung gestellt und Materialien zur richtigen Zeit für den nächsten Bauabschnitt abgerufen werden.

Der Ausführungsablauf ist nach dem Prinzip der Arbeitszerlegung zu gliedern und in technologisch und zeitlich unabhängige Arbeitsschritte zu organisieren. Dazu muss vor der detaillierten Bauproduktionsplanung ein Bauablaufkonzept aufge-

stellt werden, in dem die Ausführungsaufgabe in folgende Schritte (Bild 2) untergliedert werden kann:

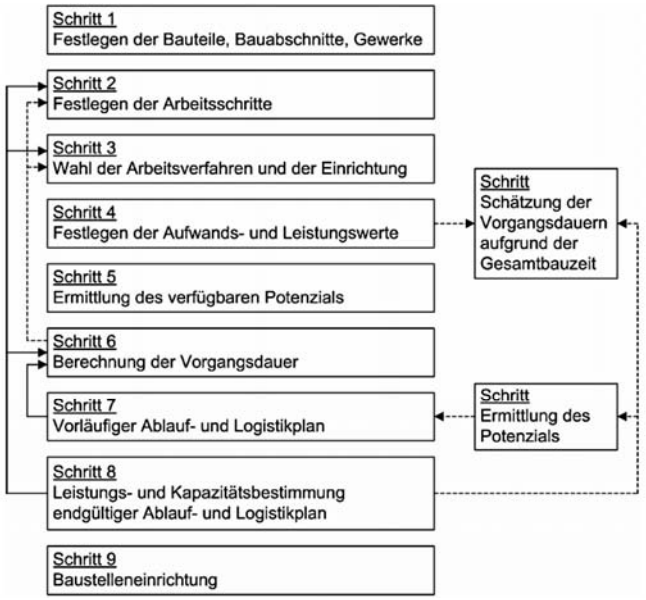


Bild 2: Interaktive Arbeitsschritte der Arbeitsvorbereitung *(Girmscheid, S.598)*

2.2 Wissensmanagement

Die grundlegende Fragestellung der vorliegenden Forschungsarbeit zum Thema Wissensmanagement lautet: „Wie muss ein Wissensmanagement ausgestaltet sein, um die Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen zu unterstützen?“. Um diese allgemeine Frage im weiteren Forschungsprozess beantworten zu können, sollte sie in weitere Teilfragen aufgeschlüsselt werden. Es sollte überlegt werden, welche allgemeinen und organisatorische Randbedingungen (wie Strukturen und Prozesse) in einem Bauunternehmen für ein Wissensmanagementsystem benötigt werden und wie ein Wissensmanagementsystem in die Unternehmensstrategie verankert werden kann, so dass es im Unternehmen gelebt wird.

Der Begriff „Wissensmanagement“ versteht sich hier als begriffliches Dach für eine Vielzahl wissensbezogener Thematiken und Probleme. Die zunehmende Zahl von Veröffentlichungen und Konzepten zu diesem Thema zeigt die Vielfältigkeit der damit angesprochenen Probleme und Lösungen auf (siehe dazu Kapitel 2.2.2).

Die ansteigende Daten- und Informationsflut im Bauwesen macht es schwierig, wichtige von unwichtigen Informationen zu trennen. Somit nimmt die Halbwertszeit des Wissens stetig ab. In vielen Firmen liegt das Wissen der Mitarbeiter der ver-

schiedensten Unternehmensstufen noch weitgehend brach, weil der Austausch des Fachwissens und der schnelle Zugriff darauf schlecht oder gar nicht organisiert sind. Eine Aussage von Herrn Heinrich von Pierer, Vorstandsvorsitzender der Siemens AG, passt dazu sehr gut: *„Wenn Siemens wüsste, was Siemens alles weiß“*.

Abhilfe verspricht ein Wissensmanagement-System. Es macht sich die Identifikation aller relevanten Wissenspotenziale und deren systematische Verwendung durch Optimierung der Wissensflüsse entlang der unternehmerischen Kernprozesse zur Aufgabe. Dadurch sollen die Innovationsfähigkeit verstärkt, Reaktionszeiten verkürzt sowie die Kundenzufriedenheit und Produktivität gesteigert werden.

2.2.1 Daten, Informationen und Wissen

Die Begriffe Daten, Informationen und Wissen werden häufig mit großen Überlappungen und beinahe schon synonym verwendet. Erst bei näherer Betrachtung dieser drei Begriffe wird deutlich, dass es sich um komplett verschiedene Bereiche handelt. Je nach Betrachtungsweise sind die Begriffe unterschiedlich geordnet.

Zwischen den Daten, Informationen und dem Wissen besteht ein hierarchisches Verhältnis. Informationen bestehen aus Zeichen und Daten. Erst die Bewertung von Informationen, aufgrund von Erfahrungen, Ausbildungen und Erziehung schafft das eigentliche Wissen (siehe Bild 3). Wissen beinhaltet damit Erkenntnisse und Regeln über Sach- und Wirkungszusammenhänge aus beliebig engen oder weiten Wissensgebieten. Ziel des Wissensmanagements ist es, dem Anwender das nötige Wissen auf eine Art und Weise zur Verfügung zu stellen, dass er dies anwenden kann und somit zur letzten Stufe „Knowledge in Action“ kommen kann. *(Wais, 2006, S.8)*

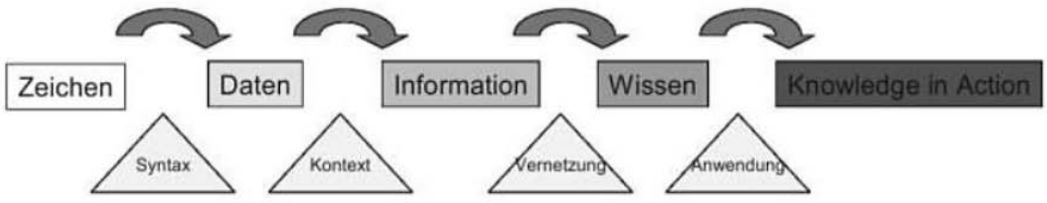


Bild 3: Die Hierarchische Wandlung vom Zeichen zum Wissen *(Wais, S.9)*

In der Literatur wird der Wissensbegriff unterschiedlich systematisiert. *Girmscheid (2006)* beschreibt, dass eine häufig verwendete Systematisierung die Strukturierung in begriffliche Gegensatzpaare wie implizit/explizit oder individuell/kollektiv ist. Eine klassische Differenzierung des Wissensbegriffs beschreibt die Verbalisierbarkeit des Wissens und geht auf *Polany (1967)* zurück. Er unterscheidet zwischen implizitem und explizitem Wissen (siehe Bild 4)

- Implizites Wissen ist schwierig verbalisierbar und versteht sich als Wissen, das eine Person aufgrund ihrer Erfahrung und ihrer Praxis als „Know-how" besitzt. Dieses Wissen wird in der Regel personalisiert transferiert.
- Explizites Wissen ist dagegen ein formuliertes, verbalisiertes oder dokumentiertes (kodiertes) Wissen, das beispielsweise in Handbüchern oder Arbeitsanweisungen enthalten ist.

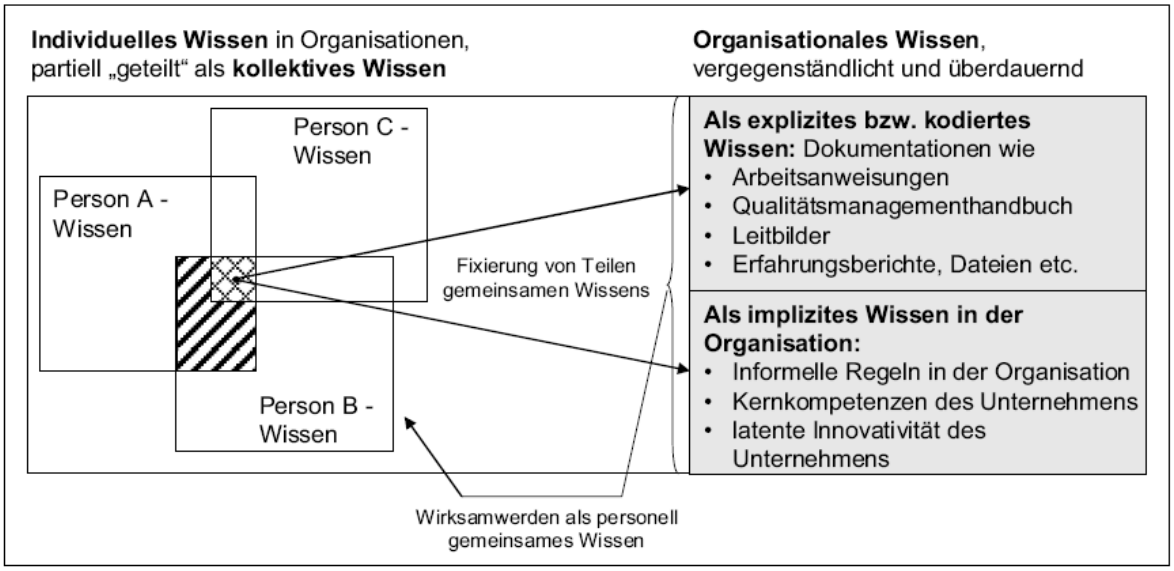


Bild 4: Handlungswissen von Individuen, Gruppen und Organisationen *(Hacker)*

Im Bereich des Wissensmanagements gibt es laut *Wais (2006, S.18ff.)* bei der Unterscheidung zwischen explizitem und implizitem Wissen drei grundlegende Strategien:

- Das explizite Wissen einer Organisation sollte durch die Unterstützung mittels der Informations- und Kommunikationstechnologie für jeden zugänglich sein.
- Die Transformation vom implizitem zum explizitem Wissen durch die Mitarbeiter einer Organisation muss bestmöglich unterstützt und gefördert werden.

- Die Verteilung von nicht transformierbarem impliziertem Wissen soll durch den persönlichen Kontakt zwischen Wissensträger und Wissensempfänger unterstützt werden.

Bei der Planung eines Wissensmanagementsystems ist zwischen der normativen, strategischen und operativen Geschäftsebene zu unterscheiden. Auf normativer und strategischer Ebene stehen die Entwicklung neuer Geschäftsfelder und die Existenzsicherung des Unternehmens im Vordergrund. Das operative Geschäft in Unternehmen der Bauwirtschaft umfasst die Abwicklung von Bauprojekten und bildet zeitlich und inhaltlich den Schwerpunkt der Mitarbeitertätigkeit.

Aus dieser Gegenüberstellung lässt sich erkennen, dass je nach Sichtweise unterschiedliche Anforderungen an ein Wissensmanagementsystem gestellt werden müssen. Auf operativer Ebene soll Wissensmanagement ein Beitrag zur Optimierung von Bauprojekten (Qualität, Zeit, Kosten) leisten; auf strategischer Ebene ist in Bezug auf das Leistungsangebot eher der Überblick über im Unternehmen vorhandene bzw. erforderliche Kompetenzen von Bedeutung.

Die Auswirkungen der nicht ausreichend fundierten Entscheidungen können in unnötigen und wiederholten Fehlern, größerem Zeitaufwand, unnötigen Kostenüberschreitungen und unzufriedenen Kunden bestehen und den wirtschaftlichen Erfolg eines Bauprojekts maßgeblich gefährden. *Girmscheid (2006)* schlägt vor, dass eine Optimierung der zur Verfügung stehenden Entscheidungsgrundlagen z.B. durch

- systematische Analyse der Kundenbedürfnisse in der Projektfrühphase,
- Dokumentation und Austausch von Projekterfahrungen zur Vermeidung gleicher Fehler innerhalb des Unternehmens,
- gegenseitige Kenntnis von parallelen Projekten mit ähnlichen Problemstellungen,
- Minimierung der Informationsüberflutung und verbesserte Informationsqualität,
- interne Bekanntmachung entwickelter Verfahren oder Technologien,
- verbesserte Kenntnis der Fähigkeiten und Kompetenzen der Mitarbeiter,
- vermehrten Austausch wettbewerbsentscheidenden Wissens (über Kunden, Markt, Konkurrenz, Verfahren etc.) zwischen verschiedenen Abteilungen,

- verbesserten Überblick über extern verfügbares Wissen (Lieferanten, Unternehmer, Planer etc.)

erreicht werden kann.

Das große Potenzial von Projektorganisationen als Quelle des Lernens ist durch mehrere Kriterien gekennzeichnet. Zum einen ergibt sich aus der hohen Komplexität und Andersartigkeit eines Bauwerkes ein Lernprozess für die Projektmitglieder und eine Anreicherung ihrer Erfahrungen. Die Teammitglieder bringen verschiedene Erfahrungen mit ein, ergänzen sich und lernen voneinander. Zum anderen ist oft ein hoher Zeitdruck vorhanden, der zu Problemlösungsdruck führt. Die Teammitglieder sind gezwungen, sich mit den gestellten Aufgaben fokussiert auseinander zu setzen. Durch einen hohen Grad an Autonomie und Flexibilität der Mitarbeiter ergeben sich umfangreiche Freiräume, die ein besonders lernförderndes Umfeld darstellen. In diesem Kontext entstehen Kreativität und Innovation. Zusätzlich führt eine flache Hierarchie zu einer erhöhten Interaktionsdichte der Mitarbeiter und damit zu einem verstärkten Lernprozess.

Aufgrund des in den meisten Unternehmen gehemmten Wissenstransfers wird das in der Projektarbeit gewonnene Wissen häufig nicht in die Organisation übertragen. Nach dem Projektende werden die Mitarbeiter meist in neue Projekte integriert, und die gesamten Projekterfahrungen sind oft nur noch schwer zugänglich. Hinzu kommt, dass das Wissensmanagement durch den bestehenden Zeitdruck von den Mitarbeitern unterpriorisiert wird. Aufgrund des Unikatcharakters der Projekte im Bauwesen wird vielfach unterschätzt, dass das Projektwissen auf Folgeprojekte und -aufgaben übertragbar gemacht werden soll, damit ähnliche Teilaufgaben schneller und effizienter bearbeitet werden können.

2.2.2 Verschiedene Konzepte im Bereich Wissensmanagement

Im Laufe der Forschungen im Bereich des Wissensmanagements wurden verschiedene Ansätze und Konzepte zur Verwirklichung von Wissensmanagement-Maßnahmen entwickelt *(Wais, 2006, S21ff)*.

Im deutschsprachigen Raum ist das am häufigsten angewendete Konzept das „Bausteine des Wissensmanagements“- Konzept von Probst, Raub, Romhardt. Dort wurden in der Zusammenarbeit mit verschiedenen Unternehmen vorgefunde-

ne Probleme zu größeren Problemkategorien zusammengefasst. Als Resultat dieser Systematisierung ergaben sich die sogenannten Kernprozesse des Wissensmanagements. Zwischen den einzelnen Kernprozessen bestehen mehr oder weniger enge Verbindungen und Zusammenhänge. Aufgrund dieser Zusammenhänge haben Interventionen in einzelnen Prozessen immer Auswirkungen auf andere Prozesse. Somit kann eine einzelne Betrachtung eines Elementes nicht zielführend sein, sondern es muss ganzheitlich betrachtet werden. Diese Kernprozesse sind u.a. die Wissenidentifikation, -bewahrung, und -nutzung.

Andere Wissensmanagement-Modelle sind u.a. das „Münchener Modell“ von Reimann-Rothmeier, das „Modell des integrativen Wissens“ von Reihardt und Pawlowski, das „Wissensmarkt-Konzept“ von North und viele andere. Dabei spiegelt jedes Konzept die fachliche Herkunft der Autoren wieder. Es werden jedoch keine Schritte von der theoretischen Anschauung zur praxisorientierten Umsetzung vollzogen. Auf jeden Fall sind in den verschiedenen Konzepten viele zu beachtende Punkte und Sichtweisen dargestellt, die für eine Entwicklung eines Wissensmanagements für die Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmungen zu beachten sind.

3 Aktueller Arbeitsstand

Die Bearbeitung der Forschungsarbeit erfolgt im Wesentlichen in drei Phasen:

Zunächst wird ein umfangreiches Literaturstudium durchgeführt, um den Themenkomplex des Wissensmanagements, CAD-basierten Expertensystems und der Arbeitsvorbereitung unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes im Bereich Baubetriebswirtschaft beleuchten zu können.

In einer zweiten Phase werden empirische Untersuchungen mit geeigneten Bauunternehmen durchgeführt. Sie dienen zur Eruierung, wie die Arbeitsvorbereitung und gegebenenfalls ein schon implementiertes Wissensmanagement gehandhabt werden. Es wird recherchiert, ob und wie das vorhandene Wissen gespeichert wird und ob es von den Mitarbeitern auch verwendet bzw. umgesetzt wird. Dazu wurde ein standardisierter Kurzumfragebogen mit Fragen zur Arbeitsvorbereitung entwickelt. Die Adressaten der Umfrage sind ausgesuchte Bauunternehmen aus dem Bereich Rohbau und Ausbau. Der Fragebogen wird per Email verschickt und kann direkt am PC ausgefüllt werden. Er ist so konzipiert, dass er innerhalb von

wenigen Minuten von einem involvierten Mitarbeiter ausgefüllt werden kann. So wird eine hohe Akzeptanz und ein hoher Rücklauf ausgefüllter Fragebögen erwartet. Anhand der Auswertung wird in einem späteren Verlauf ein neuer, erweiterter Fragenkatalog aufgestellt. Dieser richtet sich an die Unternehmen, die sich bereit erklärt haben, für weitere Umfragen zur Verfügung zu stehen. Er setzt sich expliziter mit dem Thema der Arbeitsvorbereitungs-Durchführung und dem Wissensmanagement innerhalb der befragten Bauunternehmen auseinander. Die erweiterte Umfrage wird in einem persönlichen Gespräch mit den Mitarbeitern durchgeführt.

In der dritten Phase werden unter Berücksichtigung der Befragungen Vorschläge zur Implementierung eines Wissensmanagements zur Unterstützung der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen erarbeitet. Dies soll dazu dienen, die erforderlichen Daten im Unternehmen zu speichern, so dass sie von den Mitarbeitern genutzt werden können und in angewendetem Wissen umgewandelt werden. Als weiterer Schritt wird eine Implementierung eines CAD-basierten Expertensystems für die Arbeitsvorbereitung angestrebt. Dieses Expertensystem soll die Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung unterstützen, indem es vorhandene CAD-Daten dafür nutzt, der Arbeitsvorbereitung wichtige Schritte abzunehmen. So soll das Expertensystem anhand der CAD-Zeichungen z.B. Bauverfahren vorschlagen bzw. ausschließen, genaue Arbeitskalkulationen, wie z.B. Ressourcenplanungen aufstellen, und Vorschläge zur Baustelleneinrichtung machen können.

Literatur

Wais, A. (2006). „Wissensmanagement zur Unterstützung von Baustellen in Bauvertragsfragen“, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Books on Demand GmbH, 2006.

Girmscheid, G. (2006). „Strategisches Bauunternehmensmanagement“, Springer-Verlag Berlin – Heidelberg, 2006.

Girmscheid, G. (2002). „Bauproduktionsprozesse des Tief- und Hochbaus“, Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich, Zürich, 2002.

Hofstadler, C. (2007). „Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

Böttcher, P. und Neuenhagen, H. (1997). „Baustelleneinrichtung – Betriebliche Organisation“, Bauverlag GmbH, 1997.

Hacker, W.: (1998). „Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten“. Verlag Hans Huber, Bern, 1998.

Polanyi, M. (1967). “The tacit Dimension”, Routledge & Kegan-Paul, London, 1967.

Dipl.-Ing. Martin Kugler

Prozessdatenmodell für die Simulation im Hochbau

Dipl.-Ing. Martin Kugler
Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 31

1 Einleitung 31

2 CAD-basierte Datenerfassung für die Simulation im Bauwesen 33

3 Integration von Prozess- und Gebäudemodell 33

4 Prozessdatenmodell für die Hochbausimulation 35

5 Prototypische Implementierung 36

5.1 CAD-Umgebung 36

5.2 Anwenderoberfläche zur Datenerfassung 37

6 Zusammenfassung 38

Literatur 39

Prozessdatenmodell für die Simulation im Hochbau

Zusammenfassung

Die Simulation hat sich in vielen Industriezweigen als Hilfsmittel zur Planung von Produktionssystemen bewährt. Doch trotz eines sehr hohen Kostendrucks, der in der Regel den Einsatz innovativer, kostensenkender Methoden begünstigt, findet die Simulation in der Bauablaufplanung bisher kaum Anwendung. Probleme bereitet vor allen Dingen der hohe Modellierungsaufwand für die Abbildung des Baugeschehens. Die Heterogenität der Bauwerksgrundrisse, die Vielzahl der Beteiligten und die Dynamik des Baugeschehens machen eine adäquate Modellierung des Bauprozesses fast unmöglich.

In einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschungsvorhaben wird am Institut für Bauwirtschaft (IBW) der Universität Kassel an einem Simulationssystem gearbeitet, welches den Modellierungsaufwand für Simulationsmodelle im Hochbau erheblich senken soll. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die Projektinformationen, die im CAD-Datenformat vorliegen, für die Simulation nutzbar gemacht. Zusätzlich wird das CAD-System um Anwendungsfenster erweitert, mit denen weitere simulationsrelevante Daten erfasst werden können. In diesem Artikel werden das Prozessdatenmodell und die zugehörigen Anwendungsfenster des Simulationssystems vorgestellt.

1 Einleitung

Für die Simulation bietet sich in der Bauablaufplanung im Hochbau ein breites Anwendungsspektrum. Der mit der Arbeitsvorbereitung betraute Ingenieur kann anhand von Simulationsstudien Verfahrensvergleiche durchführen, verschiedene Bauablaufvarianten auf ihre Wirtschaftlichkeit und Störungsanfälligkeit untersuchen, Logistikkonzepte überprüfen sowie Platzierungen von Baustelleneinrichtungselementen testen. Aufgrund der hohen Anzahl variabler Parameter ist das Baugeschehen schwer vorhersagbar. Insbesondere bei fehlenden Erfahrungswerten können Simulationsstudien als Methodik zur Prognose des Bauablaufs eingesetzt werden.

Dass sich die Simulation bisher im Bauwesen dennoch nicht durchsetzen konnte, hat verschiedene Gründe. So handelt es sich bei den meisten Bauprojekten um Unikatfertigungen, d. h. dass sich Gebäudegrundrisse, die fertigungsrelevanten Randbedingungen, wie z.B. die Baugrundverhältnisse, und weitere projektrelevante Parameter von Bauprojekt zu Bauprojekt unterscheiden. Die große Anzahl der verschiedenen variablen Parameter führt im Vorfeld der Simulationsexperimente zu einem hohen Datenerfassungsaufwand.

Hajjar und AbouRizk (1998) nennen als Hauptgründe für die schleppende Einführung der Simulation in der Baupraxis die Komplexität der meisten Bauprozesse sowie den hohen Aufwand, der mit der Erstellung eines Modells verbunden ist. Sie fordern daher den Einsatz visueller Modellierungskomponenten und einer für einen bestimmten Anwendungsfall integrierten Simulationsumgebung (special purpose simulation, SPS). An der Universität Alberta wurde zu diesem Zweck die bausteinorientierte Simulationsumgebung „Simphony“ entwickelt, die den Anwender in die Lage versetzt, eigene SPS-Simulatoren für Erdbauprojekte zu implementieren *(Chahrour 2007)*.

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es daher, die Anwenderoberfläche eines CAD-Systems als visuelle Entwicklungsoberfläche für Simulationsmodelle im Hochbau zu benutzen. Die im CAD-System verfügbaren Gebäudemodelle enthalten viele fertigungsrelevante Informationen, wie z.B. Koordinaten und Abmessungen der Bauteile, die für die Modellierung von Simulationsmodellen bisher nicht genutzt werden. Eine Nutzung der CAD-Daten verspricht den Datenerfassungsaufwand von Simulationsstudien im Hochbau erheblich zu verringern. Das CAD-System wird gleichzeitig zu einem Simulationseditor weiterentwickelt, mit dem Simulationsmodelle in einer anwenderfreundlichen Entwicklungsumgebung erstellt werden können.

Um auf Grundlage eines Gebäudemodells Simulationsmodelle zu generieren, muss das Gebäudemodell aber zusätzlich mit weiteren fertigungsrelevanten Daten verknüpft werden. Die Verknüpfung soll so angelegt werden, dass diese Daten für zukünftige Projekte wiederverwendet werden können.

2 CAD-basierte Datenerfassung für die Simulation im Bauwesen

CAD-Daten als Eingabeparameter für Simulationsmodelle wurden bereits in der Arbeit von *Chahrour (2007)* verwendet. Sie hält in ihrer im Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren der Universität Kassel verfassten Dissertation die generelle Verfügbarkeit von Simulationsexperten in der Bauindustrie für problematisch.

Anhand einer prototypischen Implementierung zeigt sie, dass eine Integration eines Simulators für Erdbauprozesse in eine CAD-Umgebung möglich ist. Die im CAD-Entwurf hinterlegten Daten können für die Simulation nutzbar gemacht werden. Die Simulation von Erdbauprozessen kann durch die Integration in die CAD-Umgebung und die anwenderfreundlichen Erfassungsfenster auch ohne simulationsspezifisches Expertenwissen durchgeführt werden.

Von *Weber (2006)* wurde ein prototypisches Simulationssystem für die Betrachtung von Materialfluss-Strategien bei allgemeinen Hochbauwerken entwickelt, welches für die Parametrisierung des Simulationsmodells Bauteildaten aus einem 3D Gebäudemodell verwendet. Das Simulationsmodell wurde in dem bausteinorientierten Simulationsprogramm „Enterprise Dynamics“ implementiert. Die CAD-Daten werden über eine Schnittstelle in einer eigenen Datenbank gespeichert und von dort in das Simulationsmodell eingelesen.

Sowohl Weber wie auch Chahrour zeigen, dass eine durchgängige Nutzung der Daten zwischen den Projektphasen der Entwurfsplanung und der Simulation von Bauablaufvarianten in der Phase der Ausführungsplanung sinnvoll und möglich ist.

3 Integration von Prozess- und Gebäudemodell

Um gültige Simulationsabläufe für den Hochbau generieren zu können, ist es notwendig, die CAD-Daten mit den Bauprozessdaten zu verknüpfen. Die geometrischen Informationen in den CAD-Daten können genutzt werden, um eine Reihung der Vorgänge zu erreichen. Einen Überblick über verschiedene Forschungsansätze, die CAD-Daten mit einem Prozessmodell verbinden, geben *Fischer und Aalami (1996)*. Sie spezifizierten außerdem eine Bauverfahrensmodell-Vorlage (Construction Method Model Template - CMMT) zur formalen Beschreibung der Vorgänge eines Bauverfahrens *(Aalami und Fischer 1998)*. Jeder Vorgang besteht aus

einem sogenannten <CARS>-Tupel, welches die beteiligten Bauteile <C>, Aktionen <A>, Ressourcen <R> und Abhängigkeitsbeziehungen <S> spezifiziert (siehe Bild 1). Auf Basis des CMMT wurde von Fischer und Aalami ein Bauverfahrensmodellierer (Construction Method Modeler - CMM) implementiert, mit dem ein 4D-Produktionsmodell erstellt werden kann. Der CMM kann hierzu eine IFC V. 1.5 kompatible Zeichnungsdatei laden, für die ein Planer unter Verwendung der Informationen aus dem CMMT geeignete Bauverfahren auswählen kann. Der CMM generiert und sequenziert die benötigten Vorgänge danach automatisch. Darauf aufbauend ist es möglich, 4D-Visualisierungen, Netzpläne, Balkendiagramme oder Ressourcen-Histogramme zu erstellen.

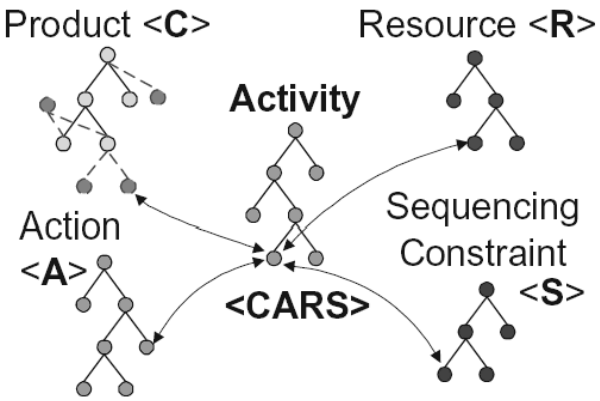


Bild 1: <CARS>-Tupel der Bauverfahrensmodellvorlage nach *Fischer et al. (1999)*

Eine formale Beschreibung des Bauprozesses auf Bauteilebene liefern *Huhnt und Enge (2007)*. Sie beschreiben den Bauprozess als Folge von Vorgängen und Bauteilzuständen.

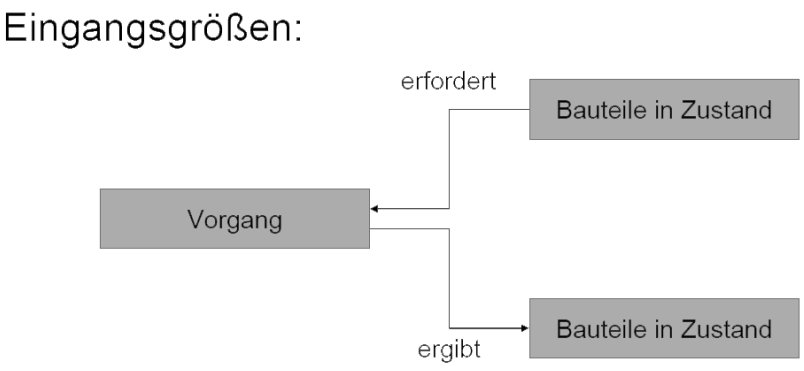


Bild 2: Vorgang mit Voraussetzungen und Ergebnissen *(Huhnt u. Enge 2007)*

Die Ausführung eines Vorgangs setzt als zwingende Voraussetzung einen bestimmten Bearbeitungszustand eines anderen Bauteils voraus. Ein ausgeführter Vorgang liefert wiederum als Ergebnis einen Bauteilzustand, der die Voraussetzung für nachfolgende Vorgänge darstellt (siehe Bild 2). Vorgänge und Bearbeitungszustände werden so in eine feste Relation zueinander gesetzt. Der Bauprozess lässt sich auf diese Weise als gerichteter, azyklischer Graph darstellen. Den Vorgängen ordnen Huhnt und Enge außerdem Personen und den Bearbeitungszuständen der Bauteile Equipment zu, um so den Ressourcenbedarf der Vorgänge mit zu berücksichtigen.

4 Prozessdatenmodell für die Hochbausimulation

Das entwickelte Prozessdatenmodell führt die Reihung der Vorgänge auf Grundlage der von *Huhnt und Enge (2007)* beschriebenen Form der Prozessmodellierung durch. Zusätzlich wurde das Prozessmodell noch um Bauverfahren, Teilvorgänge und Bauteileigenschaften erweitert (siehe Bild 3). Vom Anwender kann ein Bauverfahren definiert werden, das in fester Beziehung zu einem Bauteiltyp steht. Das Verfahren wiederum besteht aus einer beliebigen Anzahl an Vorgängen. Für jeden Vorgang wird ein Ergebnis sowie beliebig viele Voraussetzungen und Teilvorgänge beschrieben. Die Voraussetzungen bestehen aus den Ergebnissen anderer Vorgänge, die im Gebäudemodell durch einen bestimmten Bearbeitungszustand eines Bauteils dokumentiert werden. In die Formulierung der Voraussetzungen werden außerdem noch geometrische Informationen mit aufgenommen. So kann definiert werden, ob sich die Voraussetzung auf das Ergebnis eines Vorgangs im gleichen, im vorhergehenden oder im nachfolgenden Bauabschnitt bezieht. Auf die gleiche Weise werden die Etagen des Gebäudes mit einbezogen. Dadurch ist es möglich, eine Fertigungsrichtung für die Vorgänge zu beschreiben.

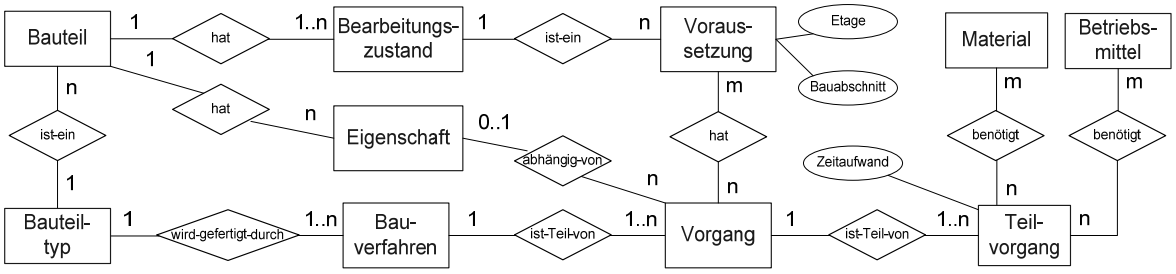


Bild 3: Entity-Relationship Modell der prozessrelevanten Daten

Ob ein Vorgang an einem Bauteil tatsächlich ausgeführt wird, kann von selbstdefinierbaren Bauteileigenschaften abhängig gemacht werden. Dadurch lässt sich eine größere Menge von Bauteilen (z.B. das Außenmauerwerk) zu einem Bauteiltyp zusammenfassen. Nur wenn eine Eigenschaft auf ein Bauteil eines Bauteiltyps zutrifft, wird der mit der Eigenschaft verknüpfte Vorgang auch tatsächlich ausgeführt.

Jeder Vorgang lässt sich zusätzlich in beliebig viele Teilvorgänge zergliedern. Mit den Teilvorgängen lässt sich der konkrete Ressourcenbedarf (Materialien, Betriebsmittel und Zeitaufwandswerte) bezogen auf eine gefertigte Mengeneinheit des Bauteiltyps verknüpfen.

5 Prototypische Implementierung

5.1 CAD-Umgebung

Als CAD-Umgebung für die Prozessdatenerfassung wurde die für das Bauwesen entwickelte Anwendung Architecture (früher: Architectural Desktop (ADT)) der Firma Autodesk ausgewählt *(Kugler und Franz 2008)*. Architecture verfügt über ein 3-dimensionales bauteilorientiertes Gebäudemodell, auf das über verschiedene APIs (Application Programming Interface, dt.: Programmierschnittstelle) zugegriffen werden kann.

Als API für die Programmierung der Anwendungsfenster für die Prozessdatenerfassung wurde die VBA-IDE (Visual Basic for Applications – Integrated Development Environment) von ADT ausgewählt *(Suthpin 2005)*. VBA bietet gegenüber anderen in Architecture verfügbaren APIs (wie ObjectARX und AutoLISP) die Vorteile einer höheren Geschwindigkeit bei der Programmausführung, einer hohen Benutzerfreundlichkeit, der Kompatibilität mit Windows und anderen Microsoft Anwendungen (z.B. MS Office) und der Möglichkeit einer schnellen Prototypenerstellung *(AutoCAD 2007)*. Unter Verwendung der ActiveX-Automatisierung ist es in der VBA-Entwicklungsumgebung außerdem möglich, auf die Eigenschaften und Methoden der Elemente einer ADT-Zeichnung zuzugreifen. Dadurch können für die Bauteile auch neue Eigenschaften erzeugt und manipuliert werden.

5.2 Anwenderoberfläche zur Datenerfassung

Die Daten des Prozessmodells werden über die in der CAD-Umgebung integrierten Anwenderoberflächen erfasst und in einer vom CAD-System unabhängigen SQL-Datenbank gespeichert. Beim Start des Anwendungsfensters „Verfahrensauswahl“ werden automatisch alle Bauteiltypen des Gebäudemodells ermittelt.

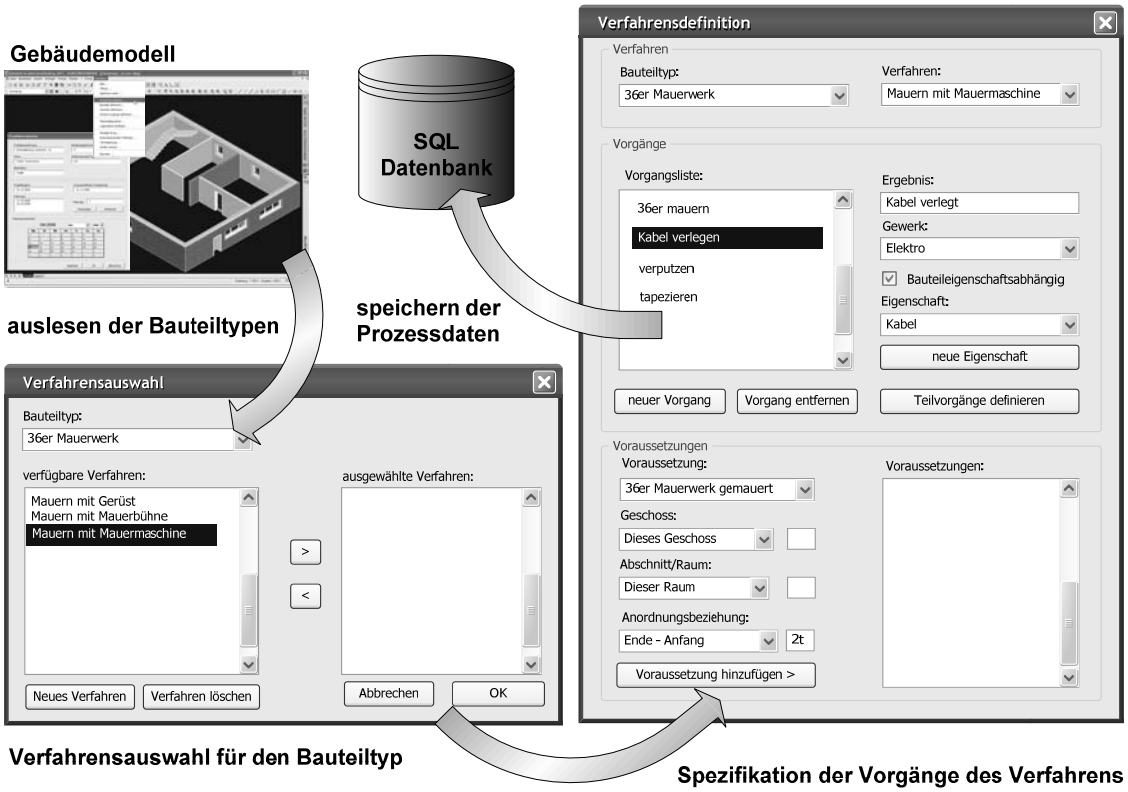


Bild 4: Anwendungsfenster zur Verfahrensauswahl und Verfahrensdefinition

Mit diesen Bauteiltypen können im Anwendungsfenster zur Verfahrensauswahl bestehende oder neu generierte Bauverfahren verknüpft werden (siehe Bild 4). In einem separaten Anwendungsfenster werden anschließend die Vorgänge der Verfahren spezifiziert. Für jeden Vorgang lässt sich ein Ergebnis und ein Gewerk festlegen. Außerdem kann die Ausführung des Vorgangs in Abhängigkeit zu einer Bauteileigenschaft gesetzt werden. Für die Bauteiltypen lassen sich zusätzlich neue Eigenschaften erzeugen. Jeder Vorgang besteht außerdem aus einer beliebigen Anzahl von Teilvorgängen.

In einem zusätzlichen Anwendungsfenster können über den Schalter „Teilvorgänge definieren“ die Eigenschaften der Teilvorgänge festgelegt werden. Den Teilvor-

gängen können dort konkrete Ressourcen, wie z.B. Materialien und Betriebsmittel, zugewiesen werden.

Für die Definition der Voraussetzungen der Vorgänge stehen als Basis die Ergebnisse aller Vorgänge zur Verfügung (siehe Bild 4). Um eine Fertigungsrichtung vorzugeben, kann außerdem das Geschoss und der Abschnitt/Raum definiert werden, auf den sich das Ergebnis bezieht. Als Auswahl stehen zur Verfügung:

- dieses Geschoss (oder Abschnitt/Raum)
- n-tes vorhergehendes Geschoss (oder Abschnitt/Raum)
- n-tes nachfolgendes Geschoss (oder Abschnitt/Raum)

In der Textbox neben dieser Angabe kann die Anzahl der folgenden oder vorhergehenden Geschosse angegeben werden. Außerdem ist es möglich, die Anordnungsbeziehung (Anfang-Anfang, Ende-Anfang, Anfang-Ende, Ende-Ende) zwischen der Voraussetzung und dem Vorgang festzulegen.

6 Zusammenfassung

Die Verknüpfung von Prozess- und CAD-Daten verspricht nicht nur im Rahmen von Simulationsstudien zur Betrachtung des Bauablaufs Zeit- und damit Kostenersparnisse. Auch für die Belange der Terminplanung lassen sich CAD-Daten in Verbindung mit Prozessinformationen nutzen, um z.B. Bauablaufpläne computerunterstützt zu generieren. Daten, die in der Phase der Entwurfsplanung festgelegt werden, wie z.B. Bauteilkoordinaten (Gebäudegeometrie) und Mengen, können durchgängig weiterverwendet und um fertigungsrelevante Informationen ergänzt werden. Verknüpfungen von Terminplänen und CAD-Daten können außerdem genutzt werden, um sogenannte 4D-Modelle zu erstellen. Für die 4D-Modellbildung existieren bereits eine Reihe von CAD-Systemen, die Terminpläne und CAD-Daten für die Animation des Baugeschehens verbinden (z.B. ViCon von Hochtief). Diese Modelle stellen jedoch meist eine rein visuelle Animation des Baugeschehens dar, in denen der Baufortschritt in Form eines 3D-Gebäudemodells diskret zu verschiedenen Zeitpunkten dargestellt wird.

Eine besondere Herausforderung stellt in diesem Zusammenhang die Wiederverwendbarkeit der Prozessinformationen dar. In dem vorgestellten Ansatz wird das Gebäudemodell und der Bauprozess modularisiert, um die freidefinierbaren Modu-

le (Vorgänge und Bauteiltypen) in verschiedenen Projekten einsetzen zu können. Die Vorgänge werden mit den Bauteiltypen des Gebäudemodells fest verknüpft. Um eine schnellere Generierung des Bauablaufs und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, können Vorgänge in einem Bauverfahren zusammengefasst werden. Die Verknüpfung der Vorgänge mit Eigenschaften der Bauteile garantiert eine gewisse Flexibilität, indem die mit einem Bauteiltypen verknüpften Vorgänge nicht zwangsläufig an einem konkreten Bauteil ausgeführt werden müssen.

Wir danken der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) für die finanzielle Unterstützung dieses Forschungsprojektes.

Literatur

Aalami, F.; Fischer, M. (1998). "Joint product and process model elaboration based on construction method models." In: Björk B-C and Jägbeck A. (eds.) The life-cycle of IT innovations in construction – Technology transfer from research to practice, Proc. CIB W78 conference, June 3-5, Stockholm, Royal Institute of Technology, Dept. of Construction Management, Stockholm, pp. 1-11.

AutoCAD (2007). Entwicklerhilfe von AutoCAD 2007, Entwicklerhandbuch für ActiveX und VBA.

Chahrour, R. (2007). „Integration von CAD und Simulation auf Basis von Produktmodellen im Erdbau." Schriftenreihe Bauwirtschaft, Institut für Bauwirtschaft (Hrsg.), kassel university press GmbH, Kassel.

Fischer, M.; Aalami, F. (1996). "Scheduling with Computer-Interpretable Construction Method Models." In: Journal of Construction Engineering and Management, ASCE 122 (1996) 4, pp. 337-347.

Fischer, M.; Aalami, F.; Kuhne, C.; Ripberger, A. (1999). "Cost-loaded production model für planing and control." Proc. 8th Int. Conf. on Durability of Building Materials and Components, CIB W78 Workshop, Vancouver, Canada 1999, pp. 2813-2824.

Hajjar D., AbouRizk S.M. (1998). "A framework for applying simulation in construction." *Canadian journal of civil engineering."* Ottawa, 25 (3): S. 604-17.

Huhnt, W.; Enge, F. (2007). „Simulationsmodelle für die Ausführung von Bauleistungen.“ In: Franz, V. (Hrsg.): Tagungsband des 1. IBW-Workshop Simulation in der Bauwirtschaft, September 2007. kassel university press , Kassel, S. 29-50.

Kugler, M.; Franz, V. (2008). „Einsatz der Simulation zur Effizienzsteigerung von Produktionsprozessen im Bauwesen“, In: Markus Rabe (Hrsg.): „Advances in Simulation for Production and Logistics Applications“, Tagungsband der 13. ASIM-Fachtagung, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2008, S. 151-160.

Suthpin, J. (2005). AutoCAD 2006 VBA – A Programmer´s Reference. Apress 2005.

Weber J. (2006). „Simulation von Logistikkonzepten auf Baustellen.” *Tagungsband der 12. ASIM Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik,* Universität Kassel, September 2006, S. 571-580.

Dipl.-Ing. Basel Kordi

CAD-basierte Bauablaufplanung im Hochbau

Dipl.-Ing. Basel Kordi
Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 43

1 Einleitung 43

1.1 Motivation 43

1.2 Zielsetzung 45

2 Lösungsstruktur 46

2.1 Modellierungskonzepte in der Literatur 46

2.2 Modellierungskonzept 47

3 Prototypische Implementierung 52

4 Ausblick 53

Literatur 54

CAD-basierte Bauablaufplanung im Hochbau

Zusammenfassung

Die Planung ist der erste Schritt in jedem Projekt. Da die Bauprojekte Unikate sind, ist eine Standardisierung der Planungsprozesse für alle Projekte sehr schwer zu erreichen. Bei der Planung von Bauprojekten müssen vorrangig die Anfangs- und Endtermine sowie die Kosten und die benötigten Ressourcen für alle Vorgänge ermittelt werden. Die Optimierung des Planungsprozesses von Bauprojekten ist Gegenstand von vielen Forschungsvorhaben. Dabei werden verschiedene Ansätze verfolgt. In diesem Beitrag wird ein neuer Ansatz vorgestellt mit dem Ziel einer möglichst automatisierten Bauablaufplanung. Dabei soll das Gebäudemodell als CAD-Zeichnung zu Grunde gelegt werden.

Dieser Beitrag ist Gegenstand des Forschungsansatzes, den ich im Rahmen meiner Dissertation ausführlich bearbeiten werde.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Ein fehlerfreier Terminplan ist die wichtigste Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung eines Bauprojektes. Doch ist die Erstellung und die Überprüfung der Terminpläne im Hochbau, insbesondere im Ausbau, mit viel Aufwand verbunden. Bei großen Bauprojekten ist die Anzahl der Vorgänge sowie die Anzahl der an dem Bauprojekt Beteiligten sehr groß, so dass auch ein erfahrener Planer leicht den Überblick verlieren kann. Dadurch können folgende Fehler auftreten:

- Die Dauer der Vorgänge kann falsch erfasst bzw. eingeschätzt werden.
- Die Anordnungsbeziehungen und Reihenfolge zwischen den Vorgängen können falsch zugeordnet werden.
- Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen können fehlerhaft definiert werden oder sogar ganz vergessen werden.
- Gegenseitige Behinderung der Gewerke bei den Ausbauarbeiten können während der Planung nicht vorhergesehen werden.

Fehler in der Planung führen zu Verzögerungen bei der Ausführung der Vorgänge. Diese Verzögerungen werden in der Regel mit Steuerungsmaßnahmen ausgeglichen. Trotz dieser Steuerungsmaßnahmen kann der Endtermin meistens nicht mehr eingehalten werden. Auch hat dies in der Regel Auswirkung auf die Kosten. Sie werden - abgesehen von den eventuell vereinbarten Vertragsstrafen - wegen der Steuerungsmaßnahmen steigen. Fehler in der Planung haben darüber hinaus negative Auswirkungen auf die Ausführungsqualität, denn sie setzen die Mitarbeiter zeitlich unter Druck.

Die maßgebenden Schwachstellen des Planungsprozesses von Bauprojekten hat *Erdell (2006)* in seiner Dissertation im Rahmen einer Untersuchung aus der Praxis vorgestellt. Hierbei wurden drei Schwächen in dem Planungsprozess festgestellt:

- Unstrukturierter Planungsprozess: Die Untersuchung hat gezeigt, dass oftmals keine ausreichende Strukturierung des Planungsprozesses festzustellen war und dass der Planungsprozess meist auf der Erfahrung von Vorgängerprojekten basiert.
- Fehlende Organisation der Zusammenarbeit mit externen Planern: Durch die Untersuchungen wurde eine Schwachstelle bei der Organisation des Planungsprozesses festgestellt. Problematisch war der Informationsfluss zwischen den Planern.
- Zu geringe Planungstiefe: Die Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass oft ohne eine entsprechende Detailplanung gebaut wird. Dies ist nach *(Erdell 2006)* auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Vergütung dieser Planungsleistung dem tatsächlichen Aufwand nicht entspricht oder dass dem Planer das notwendige Know-How fehlt. Dieses Problem wirkt sich auf die Bauqualität aus. Die auftretenden Mängel hat *Erdell (2006)* auf unmittelbare (z. B. falsche Einschätzung von komplexen Abhängigkeiten bei der Planung) und mittelbare (z. B. die Planung genügt den Anforderungen der Ausführung nicht) Ursachen zurückgeführt.

Eine weitere Herausforderung bei der Bauablaufplanung im Hochbau ist die Integration des Baulogistikkonzeptes in den Terminplan. Hierzu ist die frühzeitige Festlegung der Transportwege und der Lagerflächen innerhalb der Etagen erforderlich, so dass es zu keinen Umlagerungen von Materialen oder gegenseitigen Behinde-

rungen beim Transport der Materialien im Bauprozess kommt. Je größer das Bauvorhaben ist, desto schwieriger wird es, ein geeignetes Baulogistikkonzept zu entwerfen.

Die Zuordnung der Ressourcen zu den Vorgängen ist bei einer großen Anzahl der Vorgänge keine leichte Aufgabe, denn es muss bei jeder Zuordnung überprüft werden, ob die Ressourcen zu dem gewünschten Zeitpunkt auch verfügbar sind.

Zur Bewältigung dieser Probleme wird in der Baupraxis Projektmanagement-Software eingesetzt. Sie soll die Planer bei der Erstellung der Terminpläne und bei der Einplanung der Ressourcen unterstützen. Die Funktion der ersten Projektmanagement-Software war auf die reine Erstellung von Terminplänen beschränkt. Die Möglichkeiten und die Funktionen dieser Software wurden mit der Zeit wesentlich erweitert, so dass diese Software auch eine Kostenberechnung und eine Ressourcenplanung ermöglicht. Heute kann man zwischen zwei Arten von Projektmanagement-Software unterscheiden:

- Software für die Planung einzelner Projekte.
- Webbasierte Software, für die Planung mehrerer Projekte eingesetzt werden kann. Mit dieser Software ist es möglich, Projekte projektübergreifend innerhalb eines Bauunternehmens oder eines örtlich verteilten Bauteams zu planen.

Trotz aller Erweiterungen der Funktionalität stößt diese Software bei großen Bauvorhaben an ihre Grenzen, denn sowohl die Vorgänge wie auch die Ressourcen müssen vom Planer definiert, und dann per Hand eingegeben werden. Des Weiteren sind die Abhängigkeiten auch vom Planer festzulegen und per Hand einzugeben. Dadurch können wegen der großen Zahl der Vorgänge und Abhängigkeiten Fehler auftreten.

1.2 Zielsetzung

Aus den in der Einleitung erwähnten Problemen ist die Idee entstanden, ein Softwaretool zu entwickeln, das eine möglichst automatisierte Bauablaufplanung im Hochbau ermöglicht und den Planer - sowohl Erfahrene als auch Einsteiger - bei der Erstellung der Terminpläne im Hochbau unterstützt. Zur Implementierung dieses Systems soll eine Schnittstelle zwischen einem CAD-System und einem Projektmanagement-System entwickelt werden. Mit diesem Tool soll dann ein Ter-

minplan erstellt und die Ressourcen eingeplant werden. Die Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen sollen nach bestimmten Kriterien klassifiziert und automatisch aus den CAD-Zeichnungen erfasst werden.

2 Lösungsstruktur

2.1 Modellierungskonzepte in der Literatur

In der Literatur sind zahlreiche Prozessmodellierungsansätze vorhanden, welche für die Terminplanung im Hochbau eingesetzt werden können. Beispielhaft sei hier der Modellierungsansatz von *(Huhnt und Enge 2007)* genannt. Dabei wurde das Gebäude in Bauteile zerlegt. Die Bauteile nehmen im Verlauf des Bauprojektes Zustände an. Die Bauteile werden dann typisiert. Zu einem Bauteiltyp gehören die Bauteile, die dieselben Zustände in derselben Reihenfolge annehmen. Eine Aktivität, die einem Bauteil von einem Zustand in dem nächsten Zustand versetzt, stellt einen Vorgang dar. Die Abhängigkeiten sind vom Anwender vorzugeben. Anschließend können die Vorgänge Ressourcen zugeordnet werden, um einen Terminplan erstellen zu können. Mit diesem Ansatz können keine Abhängigkeiten automatisch ermittelt werden; dies stellt den Hauptnachteil dieses Modellierungskonzepts dar. Ferner ist diese Methode bei der Ermittlung der Vorgänge durch die Definition der Zustände der Bauteile bei Ausbauarbeiten nur begrenzt einsetzbar. *Kugler und Franz (2008)* erweiterten den oben beschrieben Ansatz, indem sie Herstellungsverfahren definiert haben. Jeder Bauteiltyp kann dann einem oder mehreren Herstellungsverfahren zugeordnet werden. Dadurch lassen sich die Ausbauarbeiten besser modellieren. Die Ermittlung der Vorgänge wird dadurch erleichtert und teilweise automatisiert. Die Abhängigkeiten sollen jedoch auch hier vom Anwender definiert werden. Außerdem sind bei diesem Modellierungskonzept nur zwingende Abhängigkeiten definierbar. Das kann für die Rohbauarbeiten ausreichend sein, für die Ausbauarbeiten jedoch nicht. *Beißert und Bargstädt (2008)* haben im Rahmen eines Forschungsprojektes einen Simulationsansatz entwickelt, mit dem verschiedene Strategien zur Bauausführung verfolgt werden können. Es wird dabei zwischen zwei Arten der Abhängigkeiten unterschieden. Die erste Art bezieht sich auf die zwingenden Abhängigkeiten, z. B. die technologischen Abhängigkeiten oder Sicherheitsabstände. Diese Art der Abhängigkeiten wurde Hard

Constraints genannt. Die zweite Art bezieht sich auf die zweckmäßigen Abhängigkeiten. Diese Art wurde Soft Constraints genannt. Die Ausführungsstrategien werden anhand von vier Planungsaspekten unterteilt. Tabelle 1 zeigt Beispiele:

Tabelle 1: Ausführungsstrategien *(Beißert und Bargstädt 2008)*

Strukturelle Aspekte	**Räumliche Aspekte**	**Produktivitäts-aspekte**	**Qualitätsaspekte**
Verschmutzung vermeiden, Zerstörung vermeiden, Störungen vermeiden.	Nähe, Distanz, Nachbarschaft, Orientierung.	Taktfertigung, Beanspruchung, Dimensionen.	Qualität.

Mit diesem Ansatz ist es möglich, zweckmäßige Abhängigkeiten in der Ausbauphase zu berücksichtigen, um verschiedene Ausführungsvarianten zu untersuchen. Die Ermittlung der Abhängigkeiten erfolgt auch in diesem Ansatz nicht automatisch. Es ist sogar mehr Aufwand notwendig, denn jeder Vorgang muss zusätzlichen Parametern zugeordnet werden, beispielsweise dem Verschmutzungsgrad.

Aus den vorhandenen Modellierungsansätzen lässt sich feststellen, dass die ersten Versuche, CAD-Systeme bei der Entwicklung von Simulationsmodellen einzusetzen, schon vorhanden sind, wobei der Integrationsgrad von CAD-Systemen in der Terminplanung noch klein ist. Die Erstellung der Terminpläne direkt von CAD-Zeichnungen ist nur im begrenzten Umfang vorhanden, z. B. bei 4D-Systemen. Bei diesen Systemen werden die 3D-Zeichnungen einem neuen Parameter (Zeit) zugeordnet, hierbei handelt es sich jedoch nur um die Visualisierung des Bauablaufs.

2.2 Modellierungskonzept

Ältere CAD-Systeme ermöglichen nur das Erstellen von Zeichnungen mit Linien. Mit den neuen CAD-Systemen ist es möglich, das Gebäudemodell direkt mit Bauteilen zu erstellen. Bauteile sind z. B. Wände, Stützen, Decken, usw. Die Bauteile

verfügen sogar über Eigenschaften, die mit Schnittstellen ausgelesen werden können.

Da heutzutage die Zeichnungen für Bauprojekte fast ausschließlich mit CAD-Programmen erstellt werden, sollen diese Zeichnungen als Basis für die Bauablaufplanung genutzt werden, so dass alle in den CAD-Zeichnungen gespeicherten geometrischen und materialbezogenen Daten und die anhand der CAD-Zeichnungen zusätzlich zu ermittelnden zeitbezogenen Daten und Abhängigkeiten bei der Terminplanung verwendet werden können. Der Einsatz von CAD-Systemen, die ein bauteilorientiertes Gebäudemodell besitzen, hat einen eindeutigen Vorteil bei einer CAD-basierten Bauablaufplanung, weil dadurch die Erfassung von Bauteilen leichter automatisiert werden kann. Auf Grund der großen Anzahl an Gewerken genügt eine bauteilorientierte Modellierung jedoch nicht, denn durch diese Art der Modellierung sind gegenseitige Behinderungen der Gewerke nicht zu ermitteln. Beispiel: Wenn zwei Gewerke an zwei Bauteilen gleichzeitig in einem Raum arbeiten dürfen, kann die gegenseitigen Behinderungen anhand der bauteilorientierten Betrachtung nicht untersucht werden. Darüber hinaus sind die Transportwege sowie die Lagerflächen der Materialien innerhalb der Etagen nicht deutlich erkennbar. Deshalb sollen neben den Bauteilen Räume und Transportwege in den CAD-Zeichnungen definiert werden. Für jeden Raum sollen mehrere Herstellungsverfahren definiert werden, je nachdem welche Ausbauarbeiten für die Bauteile in diesem Raum ausgeführt werden. In jedem Raum wird angenommen, dass nur ein Gewerk arbeiten darf, deshalb werden die Räume einem Zustandsstatus zugeordnet; dieser Zustandsstatus gibt an, ob ein Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt „besetzt“ oder „frei“ ist.

Das zu entwickelnde System soll über eine in das CAD-System integrierte Benutzeroberfläche verfügen. Vorgesehen ist ferner eine Datenbank für das Modell, in der die von den CAD-Zeichnungen ausgelesenen Daten sowie die durch den Anwender angegebenen Daten gespeichert werden. Außerdem soll die Datenbank allgemeine Daten enthalten, die bei der Erstellung von Terminplänen für jedes Bauprojekt benötigt werden können.

Beispiele für in der Datenbank gespeicherte Daten :

- Von den CAD-Zeichnungen ausgelesene Daten: Geometrische Daten der Bauteilelemente oder die geometrischen Daten der Räume.
- Von den Anwendern angegebene Daten: Abhängigkeiten zwischen Vorgängen, Anzahl der Arbeiter jedes Gewerkes, usw.
- Allgemeine Daten: Arbeitszeitrichtwerte oder Erfahrungswerte, die zur Berechnung der Vorgangsdauern nötig sind. Regeln, nach denen die Terminplanung erfolgen soll.

Die Hauptaufgaben einer Terminplanung sind die Definition der Vorgänge, die Erfassung aller Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen und die Berechnung der Vorgangsdauern. Um eine hohe Automatisierung dieser drei Hauptaufgaben bei der Terminplanung zu erreichen, sollen mit Hilfe dieses neuen Systemansatzes die CAD-Daten mit einer Terminplanungssoftware verknüpft werden. Nachfolgend wird das Integrationspotential von CAD-Systemen in die drei Aufgaben der Terminplanung zusammengefasst:

1. Definition der Vorgänge. Die Definition der Vorgänge wird hier anhand des Modellierungsansatzes von *Huhnt und Enge (2007)* erfolgen. Jeder Vorgang stellt eine Aktivität dar, die ein Bauteil von einem Zustand in den nächsten versetzt. Die Zustände eines Bauteiltyps und die sich daraus ergebenden Vorgänge werden durch die Definition und die Zuordnung von Bauverfahren festgelegt *(Kugler und Franz, 2008)*. Der Detaillierungsgrad des Terminplanes ist dann davon abhängig, mit welcher Genauigkeit die Herstellungsverfahren beschrieben sind. Bei dieser Aufgabe sollen die CAD-Zeichnungen die Basis für die Definition der Bauteile anbieten. Mit den aktuellen CAD-Systemen wird mit Bauteilen gezeichnet, dadurch lassen sich die Bauteile mit wenig Aufwand automatisch definieren. Durch die Eigenschaften, die Bauteile in den neuen CAD-Systemen besitzen, lassen sich auch die Herstellungsverfahren teilweise automatisch ermitteln.
2. Erfassung der Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den Vorgängen: Diese Aufgabe ist die schwierigste Aufgabe bei der Terminplanung, denn trotz der systematisierten Erfassung und Erkennung von Abhängigkeiten können Fehler bei einer großen Anzahl der Vorgänge auftreten. In der Literatur sind zahlrei-

che Ansätze zur Erkennung und Klassifizierung von Abhängigkeiten in Bauprojekten vorhanden. *Nagel (1990)* und *Racky (1997)* unterscheiden zwischen zwingenden Abhängigkeiten (z. B. tragende vor aufliegenden Konstruktionselementen) und zweckmäßigen Abhängigkeiten (z. B. nach der Regel „Beschädigung vermeiden“). *Echeverry D., Ibbs W., Kim S. (1991)* haben die Vorgänge aus den Herstellungsverfahren der Bauteile abgeleitet und die Abhängigkeiten auf ihre physikalische Ursache zurückgeführt. Die folgende Tabelle stellt Beispiele für die physikalischen Beziehungen zwischen den Bauteilen dar.

Tabelle 2: Physikalische Beziehungen zwischen den Bauteilen

Beziehungsart	**Beispiel**
unterstützt von	Die Decke ist unterstützt von den Stützen.
bedeckt von	Eine Mauerwerkswand ist bedeckt von Putz.
eingebettet in (mit tragender Funktion)	Die Bewehrung ist in einem Ortbeton-Bauteil eingebettet.
eingebettet in (nicht tragende Funktion)	Stromleitungen sind in einer Wand eingebettet.

Diese physikalischen Beziehungen stellen eigentlich die zwingenden Abhängigkeiten dar. Die Autoren *(Echeverry D., Ibbs W., Kim S.)* haben auch die zweckmäßigen Abhängigkeiten nach von ihnen definierten Kriterien klassifiziert. Beispiele für die Kriterien: die relative Entfernung der Bauteile zum Zugang, Verfügbarkeit von Ressourcen, Vermeidung von Zerstörung, Arbeitssicherheitsaspekte.

In diesem Systemansatz ist zwischen drei Arten der Abhängigkeiten zu unterscheiden. Die erste Art bezieht sich auf die Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen eines Bauteiltyps. Diese Art ist von dem Herstellungsverfahren abhängig und deshalb einfach zu ermitteln. Beispiel: Bei der Herstellung einer Decke sind die Tätigkeiten in der folgenden Reihenfolge: „schalen – bewehren – betonieren – ausschalen“ festgelegt. Die zweite Art bezieht sich auf die Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Bauteiltypen. In der Rohbauphase ist diese

Art der Abhängigkeiten meistens auf technologische Gründe zurückzuführen, deshalb sind diese Abhängigkeiten wie die erste Art projektunabhängig und einfach zu ermitteln. Beispiel: Die Herstellung der Wände geht der Herstellung der Decke voraus. Bei den Ausbauarbeiten unterliegt diese Art der Abhängigkeiten unterschiedlichen Einflussfaktoren. Es sind sowohl zwingende als auch zweckmäßige Abhängigkeiten festzustellen. Beispiele: Decken können hergestellt werden erst nachdem die Stützen hergestellt worden sind (zwingend). Die Teppichbodenarbeiten sind nach den Malerarbeiten in einem Raum durchzuführen (zweckmäßig). Die dritte Art bezieht sich auf die projektbezogenen Abhängigkeiten. Es handelt sich dabei um Abhängigkeiten zwischen Bauteiltypen, die durch verschiedene projektabhängige Rahmenbedingungen definiert werden, deshalb sollen die Abhängigkeiten dieser Art von dem Anwender angegeben werden. Beispiel: Die Herstellung der Stahlbetonwände kann nicht auf einmal geschehen, da nicht genug Schalungssätze vorhanden sind, deshalb sollen die Stahlbetonwände in zwei Gruppen hergestellt werden.

Die CAD-Zeichnungen werden zur automatischen Ermittlung der Abhängigkeiten der ersten und zweiten Arten eingesetzt. Außerdem soll durch die Definition von Räumen und Transportwegen in dem CAD-System die Sequenzierung der Vorgänge erleichtert werden. Dabei soll der Zustandsstatus des Raums („frei“ oder „besetzt“) eingesetzt werden. Dieser Zustandsstatus stellt eine terminierende Abhängigkeit dar, die keine „normale“ Abhängigkeit ist. Wenn der Zustandsstatus „besetzt“ ist, dann darf keine Tätigkeit, die in diesem Raum ausgeführt wird, anfangen bis zu dem Zeitpunkt, wenn der Zustandsstatus „frei“ wird. Bei der dritten Art wird die Erfassung der Abhängigkeiten auf Grund der grafischen Darstellung deutlich verbessert. Die Ermittlung der einzuhaltenden technologischen Zwangspausen ist in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren für jeden Bauteiltyp möglich. Diese Pausen können in der Datenbank gespeichert werden.

3. Berechnung der Vorgangsdauern. Für die Berechnung der Vorgangsdauern werden drei Arten von Daten benötigt. Es müssen zunächst die Arbeitszeitrichtwerte vorhanden sein. Diese überbetrieblichen Werte oder andere eigenständig ermittelten Werte können in einer Datenbank gespeichert werden und bei Bedarf ausgelesen werden. Außerdem müssen die Mengen berechnet

werden. Hierzu können die CAD-Zeichnungen herangezogen werden, denn nachdem das Gebäude in Bauteile zerlegt wurde, lassen sich die Mengen der Bauteile automatisch ermitteln. Die dritte Art der erforderlichen Daten ist der Ressourcenbedarf. Unter Ressourcen ist das einzusetzende Personal, Geräte sowie Materialen zu verstehen. Zu jedem Vorgang müssen die benötigten Ressourcen zugeordnet werden. Bei Ressourcenengpässen können sich die Vorgangsdauern verlängern.

Ein Logistikkonzept kann in den CAD-Zeichnungen integriert werden, so dass die Lagerflächen sowie die Transportwege innerhalb des Gebäudes und die Gerätestandorte gezeichnet und berücksichtigt werden.

3 Prototypische Implementierung

Eine erste prototypische Schnittstelle zwischen einem CAD-System (AutoCAD Architecture 2008) und einem Projektmanagement-System (Ms Project 2007) wurde entwickelt und implementiert *(Kordi 2008)*. Als Programmiersprache für diese Schnittstelle wurde VBA (Visual Basic for Application) verwendet. Diese Schnittstelle verfügt über eine in das CAD-System integrierte Benutzeroberfläche, mit deren Hilfe die Daten aller in einer CAD-Zeichnung vorhandenen Bauteile ausgelesen werden können. Daraufhin werden diese Daten in einer Datenbank strukturiert gespeichert. Für die Erstellung des Terminplans benötigte ergänzende Daten können von dem Anwender eingegeben werden und dann in der Datenbank gespeichert werden. Anschließend werden die Vorgänge und ihre Abhängigkeitsbeziehungen in eine neue Datei in Ms Project gespeichert. Dabei werden auch die Mengen berechnet. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Aufwandsrichtwerte in der Datenbank hinterlegt sind, ist die Berechnung der Vorgangsdauern zurzeit nicht möglich. Die Räume werden in der prototypischen Implementierung keinem Zustandsstatus („besetzt“ oder „frei“) zugeordnet, da dies für Rohbauarbeiten nicht nötig ist. Eine automatische Erfassung der Abhängigkeiten ist mit dieser Schnittstelle zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

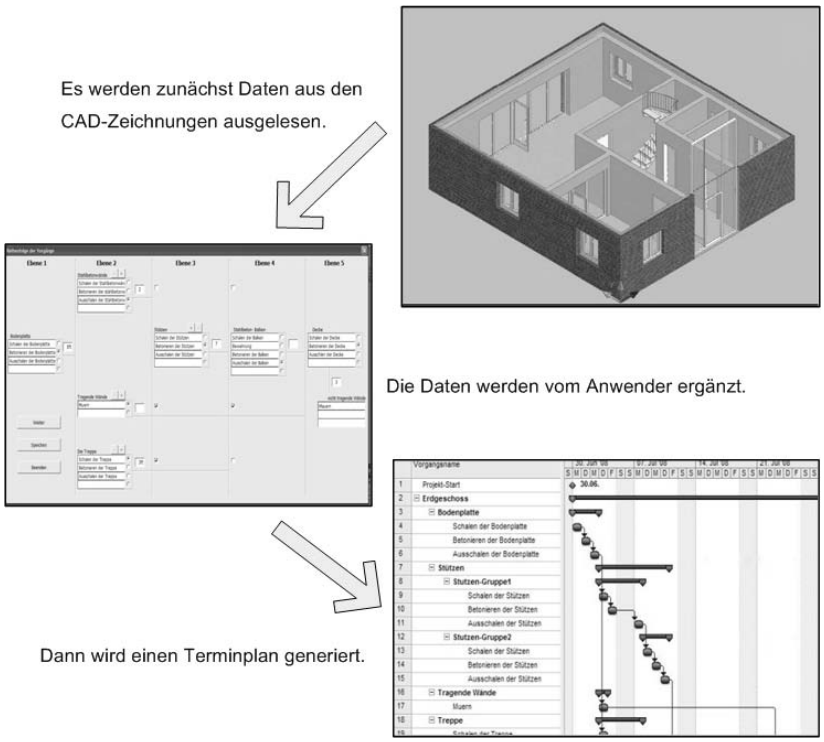


Bild 1: Vorgehensweise einer CAD-basierten Terminplanung

4 Ausblick

Die erste prototypische Implementierung zeigt, dass die CAD-Zeichnungen eine sehr gute Basis für die Terminplanung der Rohbauarbeiten sind. Die zukünftige Arbeit soll sich auf die Modellierung der Ausbauarbeiten konzentrieren. Schwerpunkt ist die Klassifizierung von Abhängigkeiten der Ausbauarbeiten, so dass eine automatische Erfassung auf Basis der CAD-Zeichnungen erfolgen kann. Die terminierenden Abhängigkeiten, die sich aus dem Zustandsstatus der Räume ergeben, sollen bei der Terminplanung auch berücksichtigt werden.

Des Weiteren soll das angestrebte System in einem Simulationssystem integriert werden, das im Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren an der Universität Kassel im Rahmen eines Forschungsprojektes entwickelt wird.

Literatur

Beißert, U.; Bargstädt, H.: „Simulation von Ausführungsstrategien mit Hilfe von Soft Constraints und lokaler Suche“, In: Markus Rabe (Hrsg.): „Advances in Simulation for Production and Logistic Applications“, Tagungsband der 13. ASIM-Fachtagung, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2008.

Echeverry, D., Ibbs, W., Kim, S.: „Sequencing Knowledge for Construction Scheduling”, In „Journal of Construction Engineering and Management” Vol. 117, No 1, 1991, S. 106-177.

Erdell, E.: „Methodenanwendung in der Hochbauplanung – Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse“, Dissertation an der TU München, 2006.

Huhnt, W.; Enge, F.: „Simulationsmodelle für die Ausführung von Bauleistung“. In: Franz, V. (Hrsg.): Tagungsband des 1. IBW-Workshop Simulation in der Bauwirtschaft, September 2007, kassel university press, Kassel.

Nagel et al.: „Ausbauprozess“, 1. Auflage, Berlin: Verlag für Bauwesen, 1990.

Kordi, B.: „Entwicklung einer Schnittstelle zwischen CAD- und Projektmanagement-Softeware”, Diplomarbeit am Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren, Universität Kassel, 2008.

Kugler, M.; Franz, V.: „Einsatz der Simulation zur Effizienzsteigerung von Produktionsprozessen im Bauwesen“, In: Markus Rabe (Hrsg.): „Advances in Simulation for Production and Logistic Applications“, Tagungsband der 13. ASIM-Fachtagung, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2008.

Racky, P.: „Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform“, Dissertation an der TU Darmstadt, 1. Auflage, Düsseldorf: VDI Verlag, 1997.

Dipl.-Ing. Jörg Ehgartner

BAUZEIT - Beurteilung der Auswirkungen von Bauzeitfortschreibungen

Dipl.-Ing. Jörg Ehgartner
Technische Universität Wien
Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Bereich für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Karlsplatz 13/234, 1040 Wien

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 57

1 Einleitung 57

2 Grundlagen 58

2.1 Begriffe der Terminplanung 58

2.1.1 Allgemeine Begriffe der Terminplanung 58

2.1.2 Sonstige Begriffe 59

2.2 Arten der Darstellung 60

2.2.1 Terminliste 60

2.2.2 Liniendiagramme / Zeit-Weg-Diagramm 60

2.2.3 Balkendiagramm 60

2.2.4 Bauphasenplan 61

2.2.5 Netzplan 61

3 Projektabwicklung 61

4 Darstellung einer Mehrkostenforderung (MKF) 63

4.1 Feststellen einer Verzögerung und der Kausalität zwischen Ursache und Auswirkung 63

4.2 Grundvoraussetzung für eine MKF 65

4.2.1 Anspruchsgrundlage 65

4.2.2 Dokumentation 66

4.3 Berechnung 67

4.3.1 Bauzeitfortschreibung 67

4.3.2 MKF der Höhe nach 68

5 Résumé 72

Literatur 73

BAUZEIT - Beurteilung der Auswirkungen von Bauzeitfortschreibungen

Zusammenfassung

Die Bauzeit spielt im Claim-Management[1] sehr oft eine zentrale Rolle. Durch Behinderungen, daraus folgende Verzögerungen, zusätzliche Leistungen usw. steht dem Auftragnehmer (in der Folge AN genannt) eine verlängerte Bauzeit zu. Dies gilt aber nur, wenn die Ursachen dafür der Sphäre des Auftraggebers (in der Folge AG genannt) zuzuteilen ist.

Dazu werden im nachfolgenden Beitrag in Kapitel 2 die Grundlagen angeführt und in Kapitel 3 die Projektabwicklung erklärt. Das Kapitel 4 befasst sich dann mit der Darstellung von Mehr- oder Minderkostenforderungen (in der Folge MKF genannt) aus dem Titel „Bauzeitverlängerung“ und geht neben der erforderlichen Anspruchsgrundlage und Dokumentation auch auf die Bauzeitfortschreibung und Berechnungsmethoden näher ein.

1 Einleitung

Im deutschsprachigen Raum ist vermehrt zu beobachten, dass im Baugewerbe bauwirtschaftliche Themen intensiver behandelt und immer öfter so genannte Claim-Manager auf Baustellen eingesetzt werden. Ziel ist es, Baustellenergebnisse für die Verantwortlichen zu optimieren.

Diese Entwicklung ist aber nicht nur bei Großkonzernen zu beobachten, auch kleinere, mittelständische Betriebe ziehen nach und intensivieren das Claim-Management. Ausnahmen bilden Firmen, die über einen Produktvorsprung verfügen oder Nischenprodukte anbieten und im Wettbewerb weniger Konkurrenzdruck verspüren. Diese verzichten zumeist auf aktives Claim-Management, da der Preis auskömmlich scheint. Für viele andere scheint der Weg der Zuziehung von bauwirtschaftlichen Beratungen und/oder Gründung von Claim-Managementabteilung-

[1] Gegenstand des Claimmanagements sind die geordneten, zielgerichteten Aktivitäten zur Behandlung von Claims bei der Abwicklung von Aufträgen, bezogen auf die Institutionalisierung, Wirkungsbereiche, Verfahrensweise und Hilfsmittel/Werkzeuge *(Gölles, Link, 2003, S. 14)*

en, der richtige zu sein. Eine MKF ist laut *ÖNORM[2] B 2110 (2009)* als „Forderung eines Vertragspartners auf terminliche und/oder preisliche Anpassung des Vertrages“ definiert. Die vertraglich vereinbarte Bauzeit ist hierfür die Basis für die Darstellung des kausalen Zusammenhangs zwischen Ereignis und Bauzeitverzögerung sowie für die Bauzeitfortschreibung und Erstellung der MKF.

2 Grundlagen

2.1 Begriffe der Terminplanung

2.1.1 Allgemeine Begriffe der Terminplanung[3]

Terminplanung: „Die Terminplanung ist die Dauer- und Ablaufplanung von Bauvorgängen bzw. eines Projektes mit dem übergeordneten Ziel der wirtschaftlichen Tätigkeit und der Einhaltung der Terminziele (vertragliche Abhängigkeiten).“

Terminplan: „Zeitplan, in dem alle Zeitpunkte durch Kalenderdatum und/oder Uhrzeit beschrieben sind *(Oberndorfer, Jodl, 2001, S. 143)*.“

Ablaufplanung: „Die Ablaufplanung im Baubetrieb ist die Zeitplanung und Kapazitätenplanung für den Ablauf von Bauvorgängen mit den übergeordneten Zielen der Koordination und Strukturierung aller am Projekt Beteiligten.“

Vorgang: „Zeiterforderndes Geschehen mit definiertem Anfang und Ende. Arbeitsabläufe können terminbestimmend (i.W. kritischer Weg), nicht terminbestimmend oder unabhängig sein.“

Kapazitätenplanung: „Personal, Gerät und Finanzen; Die vorhandenen Kapazitäten sind den Vorgaben des Bauzeitplanes anzupassen.“

Aktivität: Aktivitäten sind definierte Einzelvorgänge von Ausführungsarbeiten, für die die Zusammensetzung der Produktionsmittelgruppe, die Menge und die Leistung in der Zeiteinheit zu bestimmen sind.

---

[2] In den folgenden Zitaten wird ÖNORM mit ÖN abgekürzt.

[3] Kropik, 2008, S. 1 und 2.

2.1.2 Sonstige Begriffe

Meilenstein: „Schlüsselereignis, Ereignis mit besonderer Bedeutung“ *(ÖN A 6770, Pkt. 6.2.7)*; z. B: Einreichung des Bauantrags, Vorliegen der Fachplanung, der Baugenehmigung.

Pufferzeiten: „Zeitspanne, um die ein Ereignis bzw. Vorgang verschoben oder ausgedehnt werden kann. Vorgänge mit Pufferzeiten weisen einen zeitlichen Spielraum auf *(Kropik, 2008, S. 30)*.“ Der Gesamtpuffer ist die Summe mehrerer Einzelpuffer.

Kritischer Weg: „Ein kritischer Vorgang ist ein Vorgang, dessen früheste Lage gleich seiner spätesten Lage ist.“ *(ÖN A 6770, 1980, Pkt. 11.5)* „Der kritische Weg ist die Aufeinanderfolge ausschließlich kritischer Vorgänge. Sämtliche kritische Vorgänge liegen am kritischen Weg eines Projekts und bestimmen daher die Gesamtdauer des Projekts. Ein Verschieben eines Vorganges am kritischen Weg würde den Endtermin ebenfalls nach hinten verschieben *(Oberndorfer, Jodl, 2001, S. 153 und 156).“*

Einsatzmitteloptimierung und Zeit-Kosten Optimierung: „Einsatzmitteloptimierung ist die möglichst gleichmäßige Verteilung von Einsatzmitteln über die einzelnen Bauabschnitte. Unter Zeit-Kosten-Optimierung wird die maximale Reduktion der Bauzeit bei gleichzeitig minimalen Mehrkosten gegenüber einem definierten Ausgangszustand verstanden *(Kropik, 2008, S. 36).“*

Leistungsumfang BAU - SOLL: „Alle Leistungen des Auftragnehmers (AN), die durch den Vertrag, z. B. bestehend aus Leistungsverzeichnis, Plänen, Baubeschreibung, technischen und rechtlichen Vertragsbestimmungen, unter den daraus abzuleitenden, objektiv zu erwartenden Umständen der Leistungserbringung, festgelegt werden *(ÖN B 2110[4], 2009-01-01, Pkt 3.8).“*

BAU – IST: tatsächlicher Leistungsfortschritt

BAU – SOLLTE: „Der SOLLTE Terminplan ist der nach Kenntnis der Leistungsänderung aufgestellte, vertraglich bindende Terminplan. Dieser berücksichtigt die bis dahin bekannten Massenänderungen sowie die zusätzliche und geänderten Leistungen *(Kropik, Krammer, 1999, S. 340).“*

[4] In weiterer Folge wird die aktuelle ÖNorm B 2110 in der Fassung 2009-01-01 zitiert.

2.2 Arten der Darstellung

2.2.1 Terminliste

Der Bauablauf wird in der Terminliste tabellarisch dargestellt und dient im Baugewerbe vor allem der Fertigteilfertigung. In der Baustellenabwicklung findet diese Darstellungsvariante keine Anwendung.

2.2.2 Liniendiagramme / Zeit-Weg-Diagramm

Im Liniendiagramm werden einzelne Tätigkeiten durch Linien (bei Fließfertigung) oder durch Blöcke dargestellt. Auf der vertikalen Darstellungsachse wird in der Regel die Zeit aufgetragen, auf der horizontalen der Weg (Linienbaustellen wie Tunnel, Straßen, Kanäle, Stollen) bzw. der Raum (Schornsteine, Hochhäuser). Zusätzlich kann über der horizontale Achse das Bauobjekt, ähnlich wie bei einem Bauphasenplan, zur Veranschaulichung graphisch dargestellt werden.

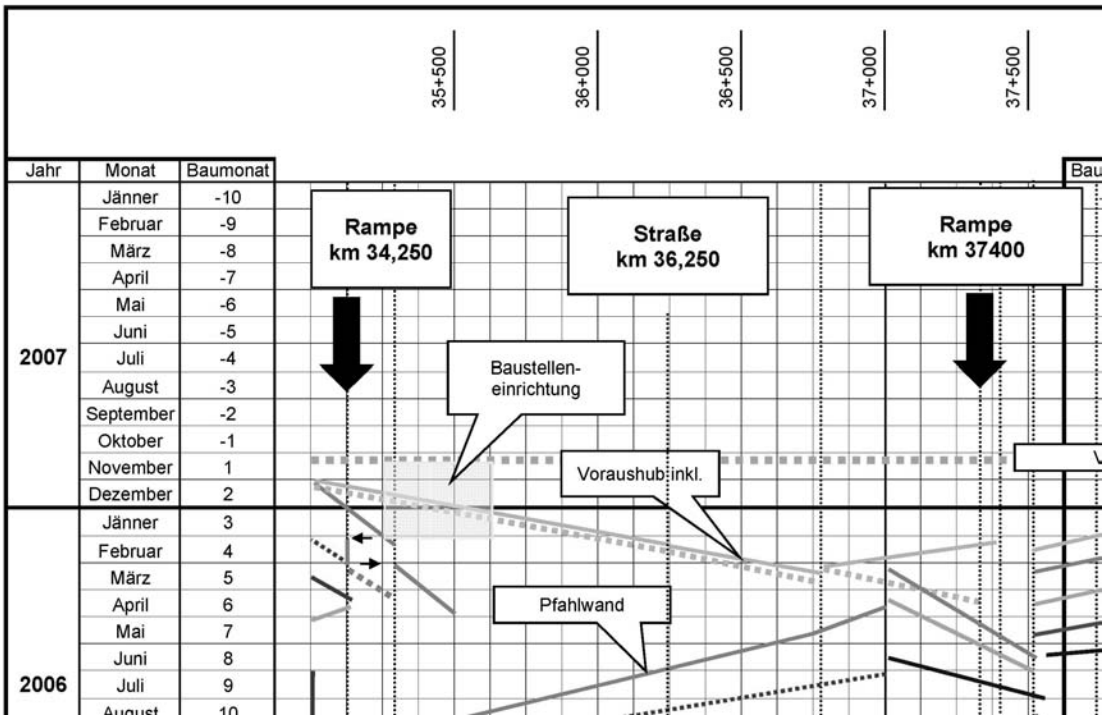


Bild 1: Beispiel eines Liniendiagramms

2.2.3 Balkendiagramm

Das Balkendiagramm ist die am weitesten verbreitete Darstellungsart. Horizontal wird die Zeit und vertikal werden Bauvorgänge in beliebiger Feinheit (Informati-

onen, wie Bezeichnung des Vorganges, Anfangs- und Endtermins und Dauer) aufgetragen.

2.2.4 Bauphasenplan

Der Bauphasenplan ist ein Hilfsmittel, um den logischen Ablauf eines Bauvorhabens mit technischen Einzelheiten grafisch darzustellen (Tunnel-, Brückenherstellung, Bauarbeiten an Verkehrsträgern unter Betrieb).

2.2.5 Netzplan

Ein Netzplan stellt die Vorgänge der Terminplanung als Netz dar. Es wird dabei zwischen dem Vorgangspfeil-Netzplan und dem Vorgangsknoten-Netzplan unterschieden. Eine Darstellung im Bauwesen ist schwierig, da der Netzplan die Vorgänge nicht über eine Zeitachse darstellt und so die Übersicht fehlt.

3 Projektabwicklung

Der Bauherr als öffentlicher Auftraggeber (z. B. Straßenfinanzierungsgesellschaft, österreichische Bundesbahnen, Bund oder Länder), als Unternehmen (z. B. verarbeitende Betriebe, Immobiliengesellschaften oder Warengeschäfte) oder als private Person hat das **Leistungsziel** vorzugeben. Das Leistungsziel kann dabei nicht auf einen Erfüllungsgehilfen übertragen werden. Eine Machbarkeitsstudie durch Analyse des Standorts oder des Nutzungskonzeptes kann hierfür als Hilfe dienen und an externe Berater vergeben werden. In der ersten Projektentwicklungsphase müssen die Faktoren Standort, Projektidee und Kapital zusammengeführt und aufeinander abgestimmt werden.

Nach der Definition des **Leistungszieles** ist als nächster Schritt der **Projektzeitplan** zu erstellen. Dieser kann vom Bauherrn oder von einem Erfüllungsgehilfen geplant werden. Als zentraler Aspekt eines Projekts gelten der Fertigstellungszeitpunkt und die daraus folgende Nutzung. Die Fertigstellung kann durch fixierte Termine für Veranstaltungen, Messen und Konzerten, aber auch durch Renditeüberlegungen oder Kapitalkosten, beeinflusst werden. Daraus ergeben sich die für die Ausschreibung erforderlichen Beginn- und Fertigstellungstermine.

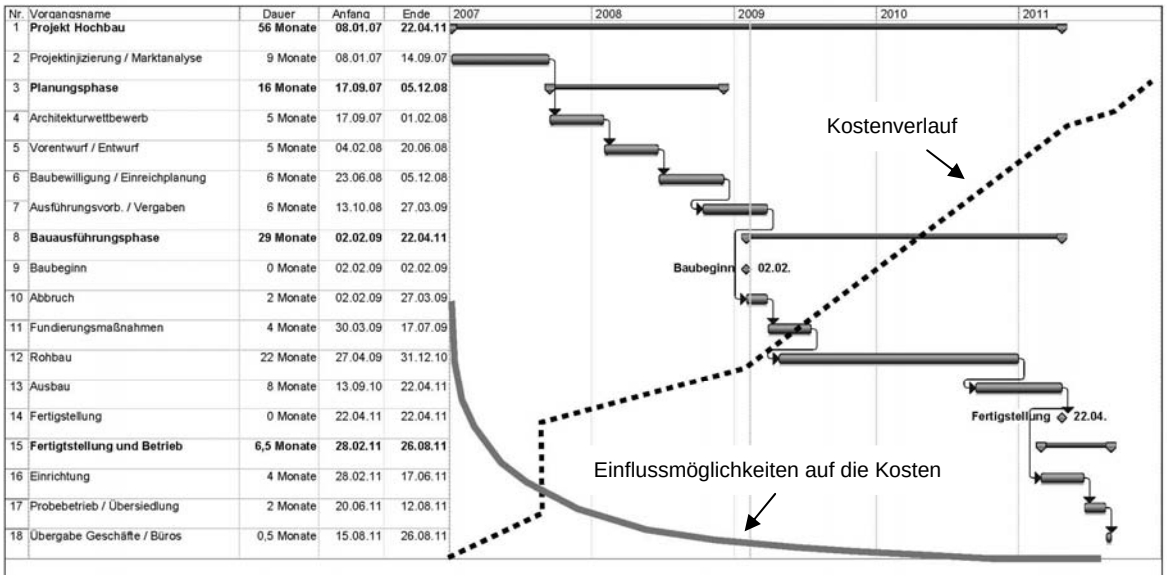


Bild 2: Beispiel eines Projektzeitplans inklusive Kostenverlauf und einer Darstellung der Einflussmöglichkeiten auf die Kosten

Mit dem festgelegten Beginn- und Endtermin ist ein Detailbauzeitplan mit Zwischenterminen zu erarbeiten, nach dem eine Bauzeitverfolgung durchgeführt werden kann. Die Ausführungsphase (siehe Bild 2) stellt die kostenintensivste Phase der Projektabwicklung dar (Kosten–Zeit-Abhängigkeit). Aus diesem Grund gilt es dieser Phase das Hauptaugenmerk in der Terminplanung zu schenken.

Die vom AG ausgeschriebenen Termine (Baubeginn, Bauende, Zwischentermine) werden Vertragstermine, wenn sie vertraglich explizit als solche vereinbart werden. Ein Bauzeitplan, der ohne Aufforderung abgeben wird (z. B. mit dem Angebot) muss nicht zum Vertragsterminplan führen. Trotzdem sind Bauzeitpläne häufig Vertragsbestandteil. Urheber ist entweder der Bauherr, der einen Bauzeitplan der Ausschreibung beilegt oder der Bieter, der aufgefordert wird, einen Bauzeitplan dem Angebot anzufügen. Das bedeutet, dass entweder der Ausschreibungsbauzeitplan des AG oder der Bauzeitplan des AN (Bestandteil des Angebots) Vertragsterminplan wird. Voraussetzung ist dafür eine Prüfung durch den AG und der Zuschlag für den Bieter. Hier sei angemerkt, dass laut *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 4.2.1.3)*, „alle Umstände, die für die Ausführung der Leistung und damit für die Erstellung des Angebotes von Bedeutung sind, als Bestandteil der Ausschreibung dem Bieter übermittelt werden müssen." Terminfestlegungen zählen laut ÖN zu diesen Umständen. Die örtliche Bauaufsicht bzw. die Bauüberwachung, die Projektsteuerung oder der Bauherr selbst haben die Möglichkeit, die Vorgaben aus

dem vertraglich vereinbarten Zeitplan mit den tatsächlichen Ausführungen auf der Baustelle zu vergleichen und den AN auf Verzögerungen oder Versäumnisse aufmerksam zu machen. „Ein Verzug liegt vor, wenn eine Leistung nicht zur gehörigen Zeit, am gehörigen Ort oder auf die bedungene Weise erbracht wird.“ (*ÖN B 2110 2009, Pkt. 6.5.1)*

Da bei Nichteinhaltung dieser Termine ein Schaden nachzuweisen ist, ist in der *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 6.5.3)* eine Vertragsstrafe (= Pönale) vorgesehen, die allerdings gesondert vertraglich vereinbart werden muss. Sie wird unter Zugrundelegung von Kalendertagen berechnet und darf 5 % der ursprünglichen Auftragssumme nicht überschreiten. Die Besonderheit an einer Vertragsstrafe ist, dass der Schaden nicht nachgewiesen werden muss und es sich daher um eine pauschalierte Schadenersatzsumme (Pönale) handelt. Die Pönale schließt eine zusätzliche Schadensersatzforderung nicht aus, die Nachweispflicht liegt aber beim Kläger.

4 Darstellung einer Mehrkostenforderung (MKF)

4.1 Feststellen einer Verzögerung und der Kausalität zwischen Ursache und Auswirkung

Bevor Mehrkosten durch eine Bauzeitverzögerung gefordert werden können, sind alle Umstände, die Abweichungen zum Vertrag belegen, darzulegen. Die „Störung der Leistungserbringung“ *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 3.7.2)* ist eine „Leistungsabweichung, deren Ursache nicht aus der Sphäre des Auftragnehmers (AN) stammt und die keine Leistungsänderung ist. Beispiele sind vom Leistungsumfang abweichende Baugrundverhältnisse sowie Vorleistungen oder Ereignisse, wie Behinderungen, die der Sphäre des Auftraggebers (AG) zugeordnet werden.“ Aus einem Ereignis können eine geänderte Leistung und möglicherweise eine Bauzeitverlängerung resultieren. Dabei gilt es nachzuweisen, welcher Sphäre (Bereich AG oder AN) das Ereignis zuzuteilen ist. Die Bauzeitverlängerung muss außerdem in einem kausalen Zusammenhang mit dem Ereignis stehen. Äußere Einflüsse, wie z. B. Streik, Straßensperren, Beeinflussungen durch die Umwelt usw. können zu den Ursachen der Bauverzögerungen zählen. Aber auch geänderte Bodenverhältnisse oder beigestellte Stoffe, fehlende Planunterlagen, archäologische Funde, Anordnungen für Änderungen und zusätzliche Leistungen des Auftraggebers und ähnli-

ches können Ausgangsgrundlage für eine MKF und eine Anpassung der Bauzeit sein.

Um von vergütungsfähigen Mehrkosten zu sprechen, sind mögliche Ursachen einer Sphärenzuteilung zu unterziehen. Natürlich stehen dem AN nur Mehrkosten zu, wenn die Ursache der neutralen Sphäre zuzurechnen ist. Die *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 7.2.1)* legt bei der Zuordnung der Sphäre folgendes fest: „Alle vom AG zur Verfügung gestellten Unterlagen (z. B. Ausschreibungs-, Ausführungsunterlagen), verzögerte Auftragserteilung, Stoffe (z. B. Baugrund, Materialien, Vorleistungen) und Anordnungen (z. B. Leistungsänderungen) sind der Sphäre des AG zugeordnet.“ Bezüglich der Witterung sieht die *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 7.2.2)* folgendes vor: „Ist im Vertrag keine Definition der Vorhersehbarkeit von außergewöhnlichen Witterungsverhältnissen oder Naturereignissen festgelegt, gilt das 10-jährliche Ereignis als vereinbart.“ Hingegen sind das Kalkulationswagnis und die Dispositionen des AN der Sphäre des AN zuzuordnen.

Liegt nun ein Ereignis und eine Bauzeitverzögerung vor, ist nachzuweisen, dass ein kausaler Zusammenhang besteht. Das heißt, dass die Verzögerung durch eine Änderung oder durch ein Ereignis verursacht wurde. Wenn beispielsweise bei einem Tunnelvortrieb die Tunnelbohrmaschine aufgrund eines geologischen Verbruchs für eine gewisse Anzahl von Arbeitstagen zum Stillstand kommt, lässt sich die kausale Verknüpfung leicht darstellen. Entstehen durch mehrere Ursachen wie z. B. Planverzug, Behinderungen durch andere Auftragnehmer, zusätzliche Leistungen usw., Verzögerungen, kann eine Darstellung zwischen den Ereignissen und den Auswirkungen komplexer sein. Im zweiten Fall muss auch ein möglicher Kalkulationsfehler des AN untersucht werden sowie die vertraglich vereinbarte Leistungsbereitschaft des AN überprüft werden (kalkulierte Geräte und Mannschaft).

An dieser Stelle ist auch auf die Prüf- und Warnpflicht der *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 6.2.4)* zu verweisen, nach deren Intention der AN die ihm beigestellten Ausführungsunterlagen, Anweisungen, Materialien und Vorleistungen zu prüfen hat, die daraus resultierenden Konsequenzen aufzuzeigen und dem AG schriftlich mitzuteilen hat. Dem AG soll dabei die Entscheidungsmöglichkeit bleiben, eine geänderte Ausführung anzuordnen, um mögliche Mehrkosten zu vermeiden. Weiters besagt die *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 7.4.3)* bezüglich Anspruchsverlust: „Bei einem

Versäumnis der Anmeldung tritt Anspruchsverlust in dem Umfang ein, in dem die Einschränkung der Entscheidungsfreiheit des AG zu dessen Nachteil führt.“ Aus dem „*Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch (ABGB)*[5] folgt, dass dem AG die Möglichkeit vom Vertrag zurückzutreten genommen wird, wenn beträchtliche Mehrkosten nicht angemeldet sind *(§ 1170a, Abs. 2)*.“

Zusammenfassend wird festgehalten, dass eine geänderte Leistung oder ein Ereignis mit möglichen Auswirkungen darzulegen ist. Weiters ist der kausale Zusammenhang zwischen der geänderten Leistung oder dem Ereignis und den möglichen zeitlichen und monetären Auswirkungen nachzuweisen.

4.2 Grundvoraussetzung für eine MKF

4.2.1 Anspruchsgrundlage

Die Voraussetzungen laut *ÖN B 2110 (2009, Pkt 7.3)* für den Anspruch auf Anpassung der Leistungsfrist und/oder des Entgelts sind, dass der AN die Forderung auf Vertragsanpassung angemeldet hat und der AN die MKF (Zusatzangebot) in prüffähiger Form vorgelegt hat. Eine Dokumentation ist beizulegen. Außerdem wird auf einen weiteren Punkt der *ÖN B 2110 (2009, Pkt 7.3)* verwiesen, wonach der Anspruch auf Anpassung der Leistungsfrist und/oder Entgelt vor Ausführung der Leistung dem Grunde nach nachweislich anzumelden ist, wenn der Anspruch nicht offensichtlich ist. Erkennt der Vertragspartner, dass eine Störung der Leistungserbringung (z. B. Behinderung) droht, hat er dies dem Vertragspartner ehestens mitzuteilen sowie die bei zumutbarer Sorgfalt erkennbaren Auswirkungen auf den Leistungsumfang darzustellen.

Anpassungsregeln, wie Fristen für die Anmeldung dem Grunde und der Höhe nach, werden bei vielen Bauprojekten im Vertrag geregelt.

Der AN hat dem AG ehestmöglich schriftlich dem Grunde nach eine Verzögerung sowie Mehrkosten bekanntzugeben. Der AG hat seine Zustimmung zu erteilen bzw. dem Grunde nach dem AN stattzugeben. Folgend hat der AN ein Zusatzangebot zu stellen und dem AG einen neuen Terminplan, einen SOLLTE-

[5] In Deutschland hat das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) Gültigkeit, das dem ABGB aber nicht gleichzusetzen ist.

Bauzeitplan, zu übermitteln. Dieser Fortschreibungsbauzeitplan ist vor dem Beginn der Leistung einvernehmlich zwischen dem AG und dem AN als angepasster Vertragsterminplan zu vereinbaren.

Nicht unerwähnt sollen die Pflichten des AG bleiben: *ÖN B 2110 (2009, Pkt. 6.2.4 und 6.2.5)* Pkt. 6.2.4.4: „Innerhalb einer zumutbaren Frist hat der AN im Rahmen seiner fachlichen Möglichkeiten Hinweise oder Vorschläge zur Behebung oder Verbesserung zu machen. Der AG hat seine Entscheidung rechtzeitig bekannt zu geben." Pkt. 6.2.4.5: „Unterlässt der AN die Mitteilung oder trifft der AG keine Entscheidung, haftet jeder für die Folgen seiner Unterlassung." Pkt. 6.2.5: „Der AG ist verpflichtet, für das ordnungsgemäße Zusammenwirken seiner AN zu sorgen und insbesondere ihren Einsatz zu koordinieren."

4.2.2 Dokumentation

Eine immer bedeutendere Rolle kommt bei der Darstellung und dem Nachweis einer MKF der Dokumentation zu. Grundlage für einen Nachweis kann z. B. ein SOLL-IST Vergleich sein, der aber nur einen Hinweis für eine mögliche Abweichung darstellt. Eine Leistungsänderung wird dadurch noch nicht aufgezeigt. Mögliche Erklärungen, ob die Arbeitsleistung genügend oder die Kalkulation ausreichend ist, sollten dabei nicht vergessen werden. Zu einer ausreichenden und umfassenden Dokumentation zählen unter anderem:

- Aufmaße und Abrechnung,
- Polier- und Bautagesberichte,
- Baubucheintragungen,
- Besprechungsprotokolle,
- Planeingangslisten,
- IST-Bauzeitplan,
- allgemeiner Schriftverkehr und Behinderungsanzeigen,
- Fotodokumentation,
- Vergleich der ausgewiesenen Kosten (IST-Kosten) und der SOLL-Kosten,
- Vergleich von Angebots- und Ausführungsplänen usw.

4.3 Berechnung

4.3.1 Bauzeitfortschreibung

Bevor Mehrkosten aufgrund von Bauzeitverzögerungen berechnet werden können, ist eine Bauzeitfortschreibung durchzuführen und die SOLLTE-Bauzeit zu ermitteln.

Dabei wird zwischen folgenden Punkten unterschieden:

- Sphäre des AN: Verzögerungen, welche der AN zu vertreten hat, bleiben in der Betrachtung unberücksichtigt.
- Sphäre des AG: Leistungsänderungen bzw. Leistungsstörungen aus der Sphäre des AG werden als Bauzeitverlängerung in die Betrachtung der Bauzeitfortschreibung miteinbezogen. Auf Basis des Vertragsbauzeitplanes werden diese zeitlich erfasst und die betroffenen Vorgänge entsprechend verlängert oder zusätzliche Vorgänge ergänzt.
- Beispiel: Abbruch Fundament laut Vertrag 100 m^3 in 4 Arbeitstagen; laut Aufmaß 175 m^3; Dauer für die Fortschreibung: 175 / 100 x 4 = 7 Arbeitstage. Die Vorgangsdauer für den Fortschreibungsbauzeitplan ist über das Verhältnis der Ausschreibungs- / Abrechnungsmassen sowie der Dauer des Vertragsterminplans zu berechnen.
- Andere Auftragnehmer: Eine wesentliche Rolle spielen Vorgänge und Leistungen, die von anderen Auftragnehmern durchzuführen sind und auf deren Dauer und Art der Ausführung der AN keinen Einfluss nehmen kann. Daher wird bei Bauzeitverzögerungen der tatsächliche Zeitaufwand für die Bauzeitfortschreibung herangezogen. Ursachen für Verzögerungen durch andere Auftragnehmer werden generell der Sphäre des AG zugerechnet.
- Zusätzliche Leistungen: Die Basis für die Bauzeitermittlung stellen die vom AG genehmigten Nachträge bzw. Kalkulationen dar. Durch zusätzliche Leistungen besteht die Möglichkeit, dass für den AN Mehrkosten und zusätzlicher zeitlicher Mehraufwand entstehen. Sind die Vorgänge dieser zusätzlichen Leistungen am kritischen Weg, haben diese auch bauzeitverlängernde Wirkung und sind somit in der Bauzeitfortschreibung mit zusätzlichen Zeitdauern einzuarbeiten.

Nach der Einarbeitung der Änderungen, wie beispielsweise Ausdehnung oder Ergänzung von Vorgängen, sind eventuell vorhandene Puffer zu kontrollieren. Werden diese aufgelöst, ist zu überprüfen, ob sich die Kapazitäten ändern. Bei einer Erhöhung der Kapazitäten ist zu prüfen, ob diese dem AN zumutbar ist. Puffer stehen i. d. R. dem AN zu und können für das Aufholen von Rückständen, einer früheren Fertigstellung oder für unvorhergesehene Ereignisse auf Seiten des AN verwendet werden. Der AN schuldet die Ausführung mit einer Kapazitätsauslastung laut Vertragsbauzeitplan. Daher ist gegebenenfalls der Fortschreibungsbauzeitplan derart anzupassen, dass die Beginntermine der Vorgänge im Verhältnis zueinander wieder an denen im Vertragsbauzeitplan angepasst werden.

4.3.2 MKF der Höhe nach

Um eine Kostenermittlung durchführen zu können, sind die Kosten in Gemein- und Einzelkosten sowie in Lohn-, Geräte-, Fremdleistungskosten und sonstige Kosten aufzugliedern. Zu den Gemeinkosten zählen Einmalkosten wie Baustelleneinrichtung und Baustellenräumung bzw. zeitgebundene Gemeinkosten. Die allgemeinen zeitgebundenen Kosten sind leistungsunabhängig - man bezeichnet diese auch als fixe Kosten. Dazu zählen, im Unterschied z. B. zu Leistungsgeräten, unter anderem: Bauleiter, Baukaufmann, Polier, Magazineur, Kran, Magazin, Baustellenbüros und sonstige Gerätevorhaltungen.

Nachstehend werden die Arten der Gemeinkosten angeführt und die möglichen Berechnungsmethoden erläutert:

Zeitgebundene Gemeinkosten: Diese Kosten betragen rund 8 – 12 % an den Gesamtkosten (= Einzelkosten + Gemeinkosten ohne Gesamtzuschlag) und sind zumeist in eigenen Positionen laut Leistungsverzeichnis für eine bestimmte Zeiteinheit (Tag, Woche, Monat) oder als Pauschale zu kalkulieren. Wirkt eine Behinderung oder zusätzliche Leistungen bauzeitverlängernd, erstrecken sich die zeitgebundenen Kosten ebenfalls über diesen Zeitraum. Beispiel: Sind die zeitgebundenen Kosten je Kalendertag mit 1.500 € beauftragt und ergibt die Bauzeitfortschreibung eine Bauzeitverlängerung von 12 Kalendertagen, sind Mehrkosten zusätzlich zur ausgeschriebenen Menge wie folgt zu vergüten:

1.500,00 € x 12 [d] = 18.000,00 €.

Aus der Detailkalkulation der K7-Blätter sind jene Kosten herauszufiltern, die nicht zeitgebunden sind und in die Position „zeitgebundene Kosten“ nur umgelegt wurden (z. B. Prüfkosten).

Einmalige Gemeinkosten: Einmalige Gemeinkosten, wie die Baustelleneinrichtung, verursachen aufgrund einer Bauzeitverlängerung generell keine Mehrkosten.

Sonstige Gemeinkosten: z. B. „Verkehrserschwernisse“, „Herstellung, Unterhaltung und Rückbau einer Baustraße“ oder „Wasserhaltung“. Die Gemeinkosten dieser Art sind zumeist als Pauschalen zu kalkulieren. Am Beispiel der Baustraße sind die Herstellung und der Rückbau laut Detailkalkulation abzuziehen und das verbleibende Delta (Unterhaltung) auf die vertragliche Bauzeit umzurechnen und so die zeitgebundenen Kosten zu ermitteln.

Sekundärkosten: Eine verlängerte Bauzeit kann auch Mehrkosten bei Bauzinsen und für das verlängerte Zurückhalten des Deckungsrücklasses verursachen.

Leistungsabhängige Kosten (Darstellung eines Produktivitätsverlustes und einer Leistungsverdünnung anhand von Fallbeispielen):

VARIANTE 1: Die Arbeiten werden tatsächlich in einem längeren Zeitraum erbracht, wobei Leistungen zur Ausführung gelangen, für die ursprünglich ein kürzerer Zeitraum vorgesehen war. Daraus resultiert eine Fehlvergütung der kalkulierten Kosten (Leistungslohnkosten und Leistungsgerätekosten), weil die Vergütung über die mengenmäßige Abrechnung nach Einheitspreisen gleich bleibt, die zeitgebundenen Kosten der Leistungspositionen jedoch in einem längeren als ursprünglich kalkulierten Zeitraum anfallen. Es entsteht eine Fehlvergütung, da es sich bei Gerät und Personal um eine unteilbare Produktionsgruppe handelt und es keine Kostenelastizität gibt. Umsatzdefizite durch Leistungsentfall oder Behinderung führen zunächst nur dann zu Nachteilen, wenn dieser Umsatz nicht anderwärtig generiert werden kann (z. B. Zusatzaufträge).

Die vorgesehenen Abrechnungsmengen sind zusammenzufassen, auf die monatlichen Kosten umzurechnen und mit einer Kostenübersicht auf Basis von zugrundeliegenden Kalkulationsformblättern die Anteile Gehälter, Lohn, Material, Subunternehmer usw. zu ermitteln. Mit einer Kalkulations- und Abrechnungssoftware kann ein Leistungsverzeichnis mit den Abrechnungsmengen für einen bestimmten

Bereich erstellt werden und so die oben angeführten Kostenanteile ermittelt werden. Es sind jene Kosten für Lohn und Eigengeräte zu berücksichtigen, welche für die Berechnung als zeitgebundene unteilbare Produktionsmittelgruppe zu sehen sind.

Zu berücksichtigen sind jene Phasen, wie z. B. Stillstandszeiten oder Zeiträume, in denen mit stark verminderten Kapazitäten gearbeitet wird. Bezüglich Stillstandskosten gibt die ÖN B 2110 (2009, Pkt. 8.2.5.1) folgende Regelung vor: „Wurden für die Stillliegezeiten keine Preise vereinbart, sind 75 % der Abschreibungs- und Verzinsungskosten für die normale Arbeitszeit zuzüglich 25 % der Instandhaltungs-/Reparaturkosten für die Pflege und Wartung der Geräte unter Hinzurechnung des Gesamtzuschlages gemäß ÖNORM B 2061 zu vergüten.“ Wenn gegenüber der Kalkulation mit reduziertem Personal und Gerät gearbeitet wird, sind die jeweiligen Kostenanteile abzumindern oder die vorgesehenen Abrechnungsmengen zu verringern. Wenn zusätzliche Arbeiten ausgeführt wurden oder vertraglich vereinbarte Leistungen zur Ausführung gelangten, die zu einem anderen Zeitpunkt zu leisten gewesen wären, sind diese Leistungen in die Massen mit aufzunehmen.

VARIANTE 2: Über einen geplanten SOLL-Umsatz pro Arbeitskraft und Stunde kann mit den tatsächlich geleisteten Stunden ein kalkulierter Umsatz für den Anteil „Lohn“ errechnet werden. Der SOLL-Umsatz ermittelt sich über die Lohnsumme und den Mittellohn. Die IST Stunden werden aus Polier- oder Bautagesberichten ermittelt. Dieser kalkulierte Umsatz kann mit dem tatsächlich vergüteten Umsatz laut Abrechnung verglichen werden. Der Anteil „Lohn“ für den Produktivitätsverlust ist bauwirtschaftlich gesehen gerechtfertigt, während eine Forderung für den Deckungsbeitrag aus dem Anteil „Sonstiges“ rechtlich nur aus dem Titel des Schadenersatzes[6] geltend gemacht werden kann.

Abschließend wird festgehalten, dass für die Berechnung eines Produktivitätsverlustes die zeitliche Abgrenzung bzw. das Festlegen eines Stichtages die Voraussetzung für eine korrekte Ermittlung ist.

[6] Die Rechtssprechung spricht nicht erlöste Deckungsbeiträge nur aus dem Titel des Schadenersatzes zu (OGH 14.12.1960, 6 Ob 448, 449 = EvBl 1961/97; OGH 253.1987, 1 Ob 687/86, 688/86 = JBl 1987, 524).

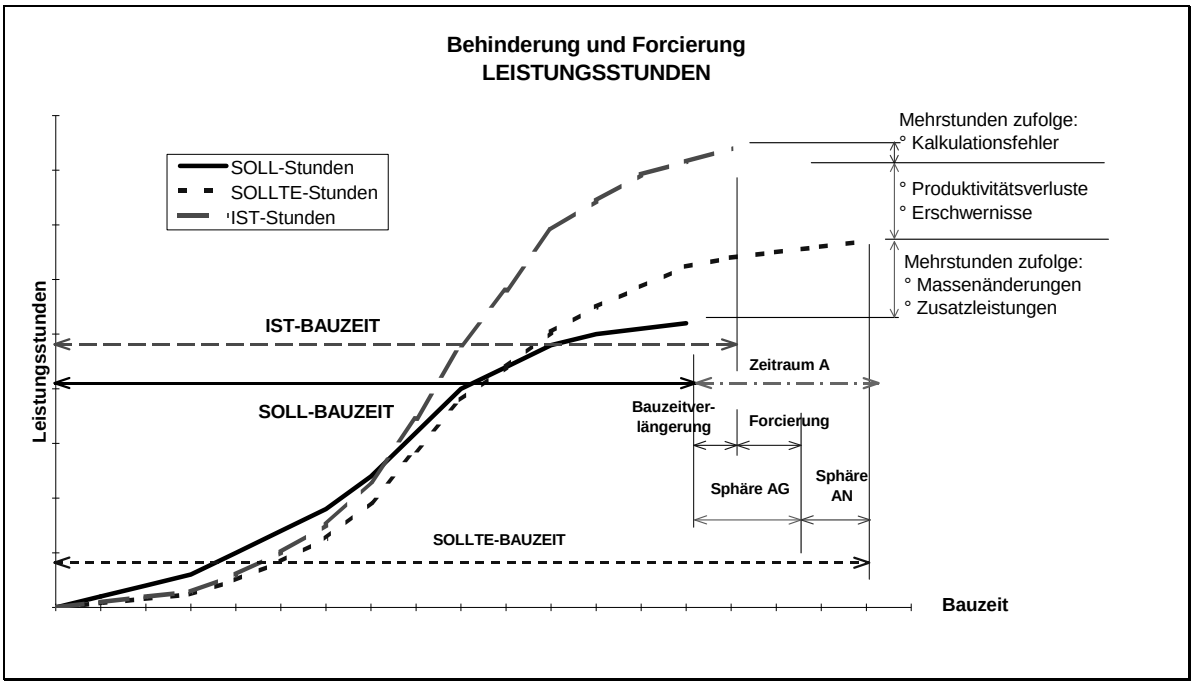


Bild 3: Behinderung und Forderung dargestellt nach Stunden *(Kropik, Krammer, 1999, S. 302)*

Sonstige Forderungen:

Produktivitätsverlust vorgehaltener Kapazitäten: Umsatzdefizite durch Leistungsentfall oder Behinderung führen zunächst nur dann zu Nachteilen, wenn dieser Umsatz nicht anderwärtig generiert werden kann. Dazu müssen Nachweise vorliegen. Außerdem ist festzuhalten, dass die Forderung rechtlich ebenfalls aus dem Titel des Schadenersatzes geltend gemacht werden müsste.

Mehrkosten durch geänderte Art der Leistungserbringung: Durch Änderungen und Umstellung der Arbeitsabläufe durch Bauzeitverlängerung kann es zu Mehrkosten aus baubetrieblicher Sicht kommen.

Forcierung: Wenn es die Kapazitäten zulassen, kann eine Bauzeitverlängerung mit einer Forcierung kompensiert werden (siehe Bild 4). Zur Ermittlung der Mehrkosten sind die Dauer der Forcierung, die betroffenen Bereiche, die Kapazitäten laut SOLL und SOLLTE und baubetriebliche Mehraufwendungen durch die Forcierung zu ermitteln.

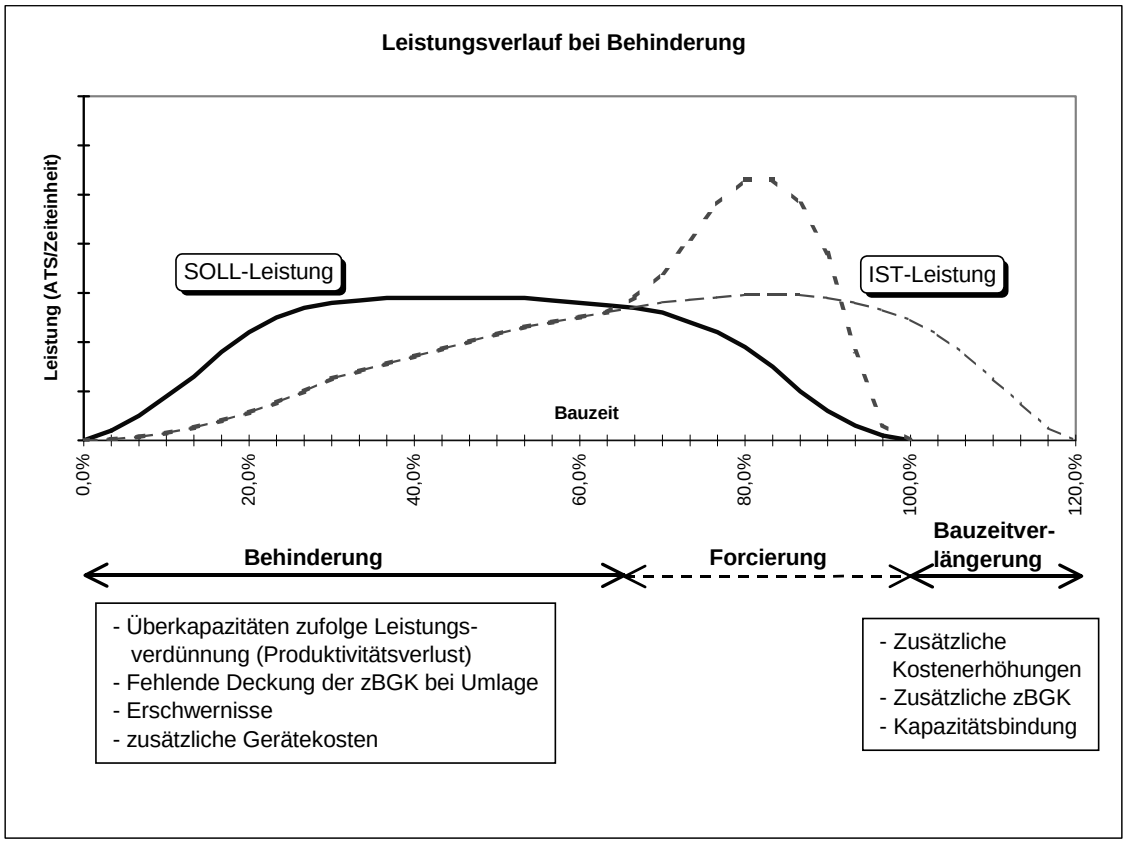


Bild 4: Leistungsgebirge bei Behinderung *(Kropik, Krammer, 1999, S. 294)*

5 Résumé

Es steht außer Frage, dass dem AN, in vielen Fällen dem Grunde nach, Mehrkosten aufgrund einer Bauzeitverlängerung zustehen. Sehr oft werden Mehrkosten unterschiedlichster Art (z. B. Avalprovisionen oder entgangener Gewinn) ohne Nachweise gefordert. Der AN muss sich ins Bewusstsein rufen, dass er bei einer MKF als Geschädigter die Nachweispflicht trägt. Die Darstellung und der Nachweis einer MKF wird für den AN erleichtert, wenn ein Terminplan und eine Detailkalkulation vor Beginn der Ausführung offen gelegt und auch zum Vertragsbestandteil werden. Eine umfassende Baustellen-Dokumentation ist hierfür ebenfalls unerlässlich.

Aus dem Titel „Bauzeitverzögerung“ kann der AN, wenn die Ursachen nicht in seiner Sphäre liegen, Mehrkosten aus zeitgebundenen Kosten, sonstigen Gemeinkosten, leistungsabhängigen Gemeinkosten (Produktivitätsverlust, Leistungsverdünnung) und Forcierung lukrieren. Hingegen sind ein Produktivitätsverlust vorge-

haltener Kapazitäten oder Mehrkosten durch „entgangenen Gewinn“ nur sehr schwer nachweisbar.

Literatur

Gölles, Link (2003). „Mehrkostenvergütung bei Bauaufträgen – Claimmanagement gemäß ONR 22117“, Österreichisches Normungsinstitut, Ausgabe Dezember 2003.

Kropik (2008). „Management und Abwicklung von Bauvorhaben“, VO – Skriptum TU Wien, 2008.

Oberndorfer, Jodl, (2001). „Handwörterbuch der Bauwirtschaft“, 2., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Ausgabe August 2001.

Kropik, Krammer, (1999). „Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag – Ansprüche aus Leistungsänderungen, ihre Geltendmachung und Abwehr“, 1.Auflage, Wien, Österreichischer Wirtschaftsverlag, 1999.

ÖNORM A 6770 (Ausgabe 1980-12-01). „Struktur- und Zeitplanung mittels Netzplantechnik; Benennungen und Definitionen“, Österreichisches Normungsinstitut, 1980-12-01.

ÖNORM B 2110 (Ausgabe 2009-01-01). „Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen“, Österreichisches Normungsinstitut, 2009-01-01.

Dr.-Ing. Holger Schopbach

cand. Ing. Claudia Schmidt

Produktionsoptimierung in einem Zimmereibetrieb mit Hilfe innovativer Techniken

Dr.-Ing. Holger Schopbach
Bundesbildungszentrum Kassel
Lehrbeauftragter der Universitäten
Kassel und Leipzig
Werner-Heisenberg-Str. 4, 34123 Kassel

cand. Ing. Claudia Schmidt
Diplomandin der Universität Leipzig
Vertiefungsrichtung Holzbau
A. d. Trift 2, 01979 Lauchhammer

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 77

1 Einleitung 77

2 Arbeitssystemuntersuchung und Produktionsoptimierung 78

3 Der untersuchte Betrieb 79

4 Das beobachtete Bauvorhaben 80

5 Die Videoaufnahmen 81

6 Die Auswertung mit der Software „TimeStudy T1“ 83

7 Schlussbetrachtung / Erste Ergebnisse 84

Literatur 87

Produktionsoptimierung in einem Zimmereibetrieb mit Hilfe innovativer Techniken

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag behandelt Zwischenergebnisse einer Diplomarbeit mit der Thematik „Produktionsoptimierung bei Fertigung und Montage im Holzrahmenbau mit Hilfe innovativer Techniken“. Die REFA-Methodenlehre des Arbeitsstudiums ist für die Probleme der Rationalisierung und Arbeitsvorbereitung im Bauwesen allgemein bekannt und bildet damit die Grundlage der Untersuchung. Die hier verwendete innovative Software „TimeStudy T1“ zur Untersuchung von Arbeitsprozessen war ein wichtiger Bestandteil. Mit Hilfe von Videoaufnahmen der zu untersuchenden Prozesse können detailliert Zeitauswertungen vorgenommen werden, mit denen dann im Anschluss gezielt eine Schwachstellenanalyse durchgeführt und Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden können. Des Weiteren werden Vor- und Nachteile der Software gezeigt und erste Ergebnisse vorgestellt.

1 Einleitung

Unter dem Aspekt einer besonders ökologischen, energiesparenden und nachhaltigen Bauweise hat sich die Holzrahmenbauweise in den zurückliegenden Jahren mehr und mehr etabliert und, gerade im Bereich der Ein- und Mehrfamilienhäuser, gegen die vorherrschende Mauerwerksbauweise behaupten können.

So werden mittlerweile nahezu 20% der realisierten Einfamilienhäuser in Holzrahmenbauweise errichtet. Die Bauweise, ursprünglich aus Nordamerika stammend, wurde vom Bund Deutscher Zimmermeister auf die in Deutschland geltenden Anforderungen übertragen. Damit war es möglich, dass neben den industriell geprägten Fertighausherstellern zahlreiche mittelständige Zimmereibetriebe ein neues Betätigungsfeld gefunden haben. In Folge der hohen Planungsflexibilität können in modernen Holzbaubetrieben, mit Unterstützung kapitalintensiver, aber bedienungsarmer und durchsatzstarker Fertigungssysteme, individuelle und kostengünstige Bauobjekte im Wohnungsbau angeboten werden.

2 Arbeitssystemuntersuchung und Produktionsoptimierung

Für ein zukunftsorientiertes Unternehmen ist es notwendig, eine permanente Anpassung an die aktuellen Anforderungen der Märkte und damit der Kunden vorzunehmen. Vor diesem Hintergrund muss gerade im Bauwesen jedes Unternehmen bestrebt sein, sich im immer härter werdenden Verdrängungswettbewerb zu behaupten und zu etablieren.

Der handwerkliche Holzrahmenbau in Deutschland hat durch sein relativ kurzes Bestehen und seiner wachsenden Beliebtheit einen sehr großen Bedarf an Innovationen. Beobachtungen lassen aber erkennen, dass noch ein hohes Einsparpotenzial in der Herstellung und Montage von Holzrahmengebäuden besteht.

Die Beobachtung des Marktes zeigt, dass ein ganzes Bündel an Entwicklungen und Innovationen das Verhalten der Käufer stark beeinflusst und eine Verkürzung der Produktionszyklen verlangt. Die Unternehmen sind aus betriebswirtschaftlichen Gründen gezwungen, nach immer höherer Flexibilität und immer kürzeren Durchlaufzeiten zu streben. Gerade in kleinen und mittleren Betrieben wird dieser Kosten- und Wettbewerbsdruck zunehmend zum Problem.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Leipzig sollte die angesprochene Thematik in einem mittelständigem Zimmereibetrieb in Nordhessen untersucht werden.

Die REFA-Methodenlehre des Arbeitsstudiums [1], [2] ist für die Optimierung der Rationalisierung und Arbeitsvorbereitung im Bauwesen allgemein bekannt. Der Grundgedanke und damit die Ziele des Arbeitsstudiums stehen im Vordergrund, so zum Beispiel die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes, Verbesserung der Rentabilität, Produktivitätssteigerung oder Verbesserung der Arbeitsstruktur. Schwerpunkt ist hierbei die Analyse des Arbeitsablaufes, um Schwachstellen aufzudecken und eine optimierte Gestaltung vornehmen zu können.

Der wichtigste Aspekt bei der Betrachtung des Arbeitsstudiums ist die Ermittlung von Daten. Diese Datenermittlung ist jedoch wesentlich umfangreicher als das bloße Messen von Zeiten. Arbeitszeiten dürfen nicht isoliert erfasst, sondern müssen vielmehr als eine von vielen Einflussgrößen behandelt werden. Als Daten werden in diesem Zusammenhang Zeiten, Bezugsmengen und weitere Kenngrößen bezeichnet. Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Betrachtung des Arbeitsstu-

diums ist es, neben dem Menschen, den Betriebsmitteln, der Tätigkeit an sich und der Zeit auch das Arbeitssystem zu sehen und in die Untersuchungen mit einzubeziehen. Arbeitssysteme dienen der Erfüllung von Arbeitsaufgaben. Hierbei wirken jedoch Mensch, Betriebsmittel und die äußeren Einflüsse zusammen. Es ergibt sich daraus, dass alle Beteiligten (Mensch, Maschine, Umwelt) eines Arbeitsprozesses in der Untersuchung berücksichtigt werden müssen, um Schwachstellen aufzudecken und diese analysieren zu können.

Bislang wurden qualifizierte Studien im Bauwesen vorwiegend mit Hilfe von Multimomentaufnahmen gemacht. Die Multimomentaufnahme ist ein Zählvorgang, bei dem Ablaufabschnitte oder Ablaufarten zu bestimmten Zeitpunkten stichprobenartig erfasst, gezählt und statistisch überprüft werden. Aus den erfassten Daten und den n-Beobachtungen schließt man dann auf die prozentuale Häufigkeit des Vorkommens im gesamten Arbeitsablauf.

Die Multimomentaufnahme ist an klar vorgegebene Schritte gebunden, welche teilweise jedoch sehr aufwändig sind. So muss grundsätzlich der gesamte Fertigungsablauf genauestens vom Betrachter studiert werden. Beobachtungszeitpunkte werden nach vorgegebenen Richtlinien „zufällig“ gewählt und es muss im Vorfeld ein Rundgangsplan festgelegt werden. Das Arbeitsstudium ist mit dieser Methode sehr aufwändig und erfordert ein hohes Maß an Vorarbeit. Das Streben, diese Schritte zu vereinfachen, führte zu der hier vorgestellten Diplomarbeit mit dem Ziel, das Arbeitsstudium mit innovativen Mitteln zu untersuchen.

3 Der untersuchte Betrieb

Für die Untersuchungen wurden unterschiedliche Arbeitssysteme und -prozesse im Fertigungs- und Montagebereich eines mittelständigen Zimmereibetriebes mit Schwerpunkt Holzrahmenbau und ca. 40 Mitarbeitern erfasst und strukturiert. Dies geschah vorrangig mit Hilfe von Videoaufnahmen, die anschließend mit der Software „TimeStudy T1“ [3], basierend auf der REFA-Methodenlehre, ausgewertet wurden. Anhand der gewonnenen Daten sollten weiterhin Einsparpotenziale und Optimierungsmöglichkeiten diskutiert werden.

Die Produktion der Wand- und Deckenelemente erfolgte an vier Arbeitsplätzen in den Produktionshallen des Betriebes. Der erste Arbeitsplatz war der Zuschnitt. An

einer Abbundanlage der Fa. Hundegger wurden die Hölzer entsprechend dem Elementplan zugeschnitten, bearbeitet, bezeichnet und zu einem Paket verpackt. Danach wurde das Paket zwischengelagert oder direkt zum zugehörigen Arbeitsplatz gebracht. Bei den Außenwänden wurde zunächst das tragende Holzskelett an einem Bearbeitungstisch zusammengefügt und mit Holzwerkstoffplatten (OSB) einseitig beplankt. Auf die Holzwerkstoffplatten wurde danach die Lattung der Installationsebene aufgebracht, die Rahmenhölzer für Anschlusswände und die Löcher für die spätere Flockung mit Zellulosefasern gesägt. Die zweite Beplankung folgte auf der anderen Tischseite des Schmetterlingstisches. Beplankt wurde dort, abhängig vom Wandaufbau, entweder mit einem bauaufsichtlich zugelassenen Wärmedämmverbundsystem aus Holzweichfaserplatten oder mit einer zementgebundenen Spanplatte. Die Zellulosedämmung wurde anschließend an einer Flockungsanlage eingeblasen. Damit war die Fertigung der Außenwandelemente abgeschlossen.

Die Innenwände wurden ähnlich gefertigt, jedoch erfolgte nur eine einseitige Beplankung mit Holzwerkstoffplatten (OSB), da der Innenausbau bauseits erfolgen sollte. Die Elemente der sichtbaren Holzbalkendecke wurden nach dem gleichen Schema gefertigt. Zunächst wurden die Balken ausgelegt und anschließend mit einer Holzwerkstoffplatte (Massivholzplatte) beplankt. Als letztes Bauteil wurden die Nivellierschwellen in der Produktionshalle gefertigt.

4 Das beobachtete Bauvorhaben

Bei dem beobachteten und untersuchten Bauvorhaben handelt es sich um ein klassisches Einfamilienhaus in Holzrahmenbauweise mit Doppelgarage, welches in Nordhessen errichtet wird. Das Haus hat eine Grundfläche von ca. 100 m² bei einer Höhe von 7,5 m. Die Baustelle liegt in einer Neubausiedlung und verfügte bereits über alle notwendigen Versorgungsleitungen.

Der komplette Zuschnitt, die Elementierung und Fertigung der Innen- und Außenwände (EG und OG), der Deckenelemente und der Schwellen erfolgte in den Produktionshallen der untersuchten Zimmerei innerhalb von sechs Arbeitstagen. Das Verlegen der Schwellen sowie das Richten des kompletten Gebäudes erfolgte innerhalb von zwei Arbeitstagen.

Bild 1: Fotografie eines weitgehend identischen Bauvorhabens

5 Die Videoaufnahmen

Im Verlauf der Fertigung der Wand- und Deckenelemente für das beobachtete Bauvorhaben wurden während des Beobachtungszeitraums exemplarisch einzelne Elemente für die Videoauswertung ausgewählt. Als Grundlage dienten die vorhandenen Elementpläne und das allgemein bekannte Ablaufschema des Produktionsablaufes. Es wurden im Vorfeld Protokolle auf Grundlage der REFA-Methodenlehre erstellt, mit denen die Videoaufzeichnung aktiv unterstützt wurde. Für die Aufzeichnungen ist eine handelsübliche digitale Videokamera mit Stativ als Grundausstattung ausreichend.

Zunächst wurde eine Videoaufnahme des zu untersuchenden Arbeitsprozesses erstellt. Dafür ist es im Vorfeld erforderlich, sich mit dem Arbeitsablauf des Untersuchungsobjektes vertraut zu machen. Der nächste wichtige Aspekt besteht darin, eine möglichst optimale Kameraposition während der Aufnahme zu finden. In Abhängigkeit vom Untersuchungsgegenstand (Mensch oder Betriebsmittel) muss gewährleistet sein, dass sich das Untersuchungsobjekt zu jedem Zeitpunkt in der Aufnahmeperspektive befindet. Sollten räumliche Gegebenheiten dies nicht ermöglichen (das Betriebsmittel liegt außerhalb des Arbeitssystems, der Mitarbeiter

verlässt die Produktionshalle etc.), so ist dringend anzuraten, parallel ein Aufnahmeprotokoll zu führen, das bei der späteren Auswertung unterstützend hinzugezogen werden kann. Ebenfalls sollten Umgebungseinflüsse (Witterungsverhältnisse, Lärmbelästigung etc.) und bestimmende Kenndaten von Mitarbeitern (Alter, Routine der ausgeführten Tätigkeit) erfasst werden.

Anschließend erfolgt die Videoaufzeichnung des gesamten Arbeitsprozesses - vom ersten bis zum letzten Handgriff am Element.

Bild 2: Montage der Außenwände im Februar 2009

Bei der Montage gestalteten sich die detaillierten Filmaufnahmen als schwierig. Da mindestens vier Mitarbeiter beim Richten tätig waren und häufig parallel an verschiedenen Bauteilen arbeiteten, war es nahezu unmöglich, eine genaue Abgrenzung der Tätigkeiten zu definieren. Damit kann für dieses Bauvorhaben nur eine allgemeine Untersuchung vorgenommen werden. In zukünftigen Untersuchungen muss eine Beschränkung auf einen Mitarbeiter oder ein auf ausgewählte Element hergestellt werden. Alternativ müssen mehrere Kameras zum Einsatz kommen.

Nach der Erstellung der Videoaufnahmen erfolgt das Auswerten der erstellten Filmaufnahme unter Berücksichtigung des Aufnahmeprotokolls.

6 Die Auswertung mit der Software „TimeStudy T1“

TimeStudy T1 [3] ist eine relativ einfach zu handhabende Software zur Realisierung von Zeitstudien in einem Unternehmen oder Fertigungsprozess. Das Programm unterstützt die Durchführung von Zeit- und Verteilzeitaufnahmen nach der REFA-Methodenlehre.

Bild 3: Benutzeroberfläche der Software „TimeStudy T1“ mit dem zu untersuchenden Arbeitsprozess als Videoaufzeichnung

Die Videodatei wird in das Programm eingelesen; eventuell sind zuvor Konvertierungsarbeiten erforderlich (abhängig vom Aufnahmeformat der Videokamera). Anschließend kann mit der Analyse des Arbeitsprozesses begonnen werden. Der gesamte Arbeitsprozess wird dafür in Teilarbeitsschritte eingeteilt und jeder einzelne Abschnitt zeitlich und mit der Art der Tätigkeit (Haupttätigkeit, Nebentätigkeit, Unterbrechung, etc.) definiert. Die aufgenommenen Zeitdaten werden mit einer Genauigkeit von 1/100 Minute („Industrieminute“) gespeichert und zum späteren abgesicherten Nachweis der korrekten Durchführung der Zeitstudie in einem Urprotokoll gespeichert, welches durch den Anwender nicht modifiziert werden kann. Mehrstellenarbeit ist ebenso möglich, da mit der Software ohne weiteres bis

zu fünf Arbeitssysteme bzw. Betriebsmittel gleichzeitig untersucht werden können. Die analysierten Daten können zyklisch oder nach Ablaufabschnitten statistisch ausgewertet werden. Die Auswertung erfolgt in vorgegebenen Formatvorlagen. Diese Formatvorlagen sind jedoch nicht in jedem Fall auf das Ziel der Untersuchung ausgerichtet. Während der Untersuchungen zeigte sich, dass die einzelnen Zeitdaten aufwendig nachbearbeitet werden mussten, da sich die Exportfunktion der Software als nur bedingt geeignet erwiesen hat. Um auf die Bedürfnisse individueller Untersuchungen von Bauprozessen flexibel eingehen zu können, ist hier seitens der Software noch Entwicklungsbedarf festzustellen.

Der besondere Vorteil an der Arbeit mit Videoaufzeichnungen ist zum einen, dass die Aufnahmen beliebig oft gesichtet werden können und zum anderen, dass die Feingliederung in Abhängigkeit von den Bedürfnissen der Untersuchungen unterschiedlich und mehrfach definiert werden kann. Die nach REFA-Standardprogramm festgelegten starren Komponenten wie Rundgangsplan, Rundgangszeitpunkte und n-Beobachtungen können damit praktisch entfallen. Die Studien sind damit, abgesehen von der Videoaufnahme an sich, wesentlich unabhängiger als die Multimomentaufnahme. Um ein Durchschnittsergebnis zu erhalten ist es sinnvoll, mehrere Aufnahmen des gleichen Arbeitsprozesses zu untersuchen und auszuwerten.

7 Schlussbetrachtung / Erste Ergebnisse

Die Zwischenergebnisse dieser Untersuchung machen deutlich, dass noch zahlreiche Optimierungsansätze bestehen, die Fertigungszeit im Produktionsprozess und bei der Montage auf der Baustelle erheblich zu reduzieren. Durch den starken Wettbewerb, der gerade im Bereich des Wohnhausbaus besteht, stellt dies für jeden Betrieb ein zusätzliches Einsparpotenzial dar.

Die hier verwendete Technik in Form von Videoaufnahmen und der Software „TimeStudy T1“ bietet eine innovative Möglichkeit Fertigungsprozesse zu untersuchen. Jedoch ist der Aufwand an Vorarbeit nicht zu unterschätzen. Zum einen muss die Struktur des Betriebes und des Fertigungsprozesses detailliert analysiert werden und zum anderen müssen die örtlichen Gegebenheiten eine Untersuchung ermöglichen (Filmaufnahme des Fertigungsprozesses müssen vor Ort realisierbar sein).

Im folgenden Auswertungsprozess müssen die Videoaufnahmen analysiert und bearbeitet werden, was wiederum mit einem hohen Zeitaufwand verbunden ist. Die Grundfunktionen der Software sind sehr benutzerfreundlich, jedoch besteht auch hier im Hinblick auf die untersuchten Bauprozesse ein Verbesserungspotenzial, um einen einfacheren und effizienteren Umgang zu ermöglichen.

Je nach festgelegtem Ziel können die gewonnenen Daten ausgewertet werden. So können die Daten zur Schwachstellenanalyse und damit Kostenoptimierung eingesetzt werden oder aber Grundlage einer ergonomischen Untersuchung sein, um die Arbeitsplatzsituation für die Mitarbeiter optimaler zu gestalten. Im Besonderen können folgende Auswertungsziele genannt werden:

- Zeitanalyse
- Weganalyse
- Ergonomie
- Materialaufkommen
- Spezielle Vorgaben

Das Ziel der Untersuchungen besteht darin, wertschöpfende Prozesse zu optimieren und wertmindernde Prozesse möglichst zu minimieren bzw. zu eliminieren. Um dieses zu erreichen ist es notwendig, eine Schwachstellenanalyse zu betreiben. Es muss nach Gründen gesucht werden, warum Nebentätigkeiten einen hohen Zeitaufwand haben. Beispiele hierfür können sein, dass die Lagereinteilung im Unternehmen nicht optimal ist, oder dass der entsprechende Mitarbeiter zu weite Wege zurückzulegen hat. Des Weiteren können Kenngrößen für die Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Nachkalkulation abgeleitet und entwickelt werden.

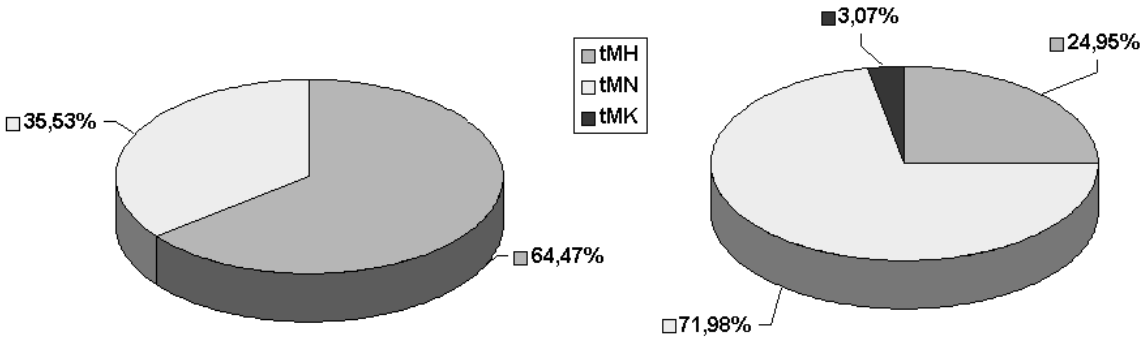


Bild 4: Grafische Darstellung von zwei Produktionszyklen einer Außenwandfertigung (Beplankung mit Holzwerkstoffplatten) (tMH: Haupttätigkeit Mensch, tMN: Nebentätigkeit Mensch, tMK: Störung)

Deutlich sind in Bild 4 die unterschiedlichen Verhältnisse der Tätigkeiten bei zwei beobachteten Produktionszyklen zu erkennen. Im schlechtesten Fall der Auswertungen lag das Verhältnis von Haupt- und Nebentätigkeiten an der Gesamtarbeitszeit bei dem untersuchten Fertigungsabschnitt bei etwa: 1:3, im besten Fall ein anzustrebendes Verhältnis von 3:1. Hieran lässt sich der große Unterschied der weitgehend handwerklichen zur industriellen Fertigung erkennen: Im industriellen Bereich gelten heute durchschnittlich 10% Verteilzeit (Nebentätigkeit), davon 5% persönliche und 5% sachliche Verteilzeit. Je nach Organisationsgrad (Bereitstellung Material/Werkzeug, Transporte, etc.) schwankt die sachliche Verteilzeit zwischen 5% und 8%.

Während der Untersuchungen wird gezielt nach Gründen für den hohen Zeitumfang (vor allem bei Nebentätigkeiten) gesucht, um diese zu vermeiden oder den Zeitaufwand zu verringern. Zusammenfassend können als Zwischenergebnis bereits folgende Optimierungsansätze gemacht werden:

Bei dem dargestellten Arbeitsprozess waren dies zum einen die langen Wege, die von den Mitarbeitern zurückgelegt werden mussten und zum anderen, dass sehr oft und lange die Elementpläne studiert werden mussten. Schon bei dem Sortieren der Hölzer am Arbeitsplatz ging viel Zeit verloren, was problemlos am vorgeschalteten Arbeitsplatz „Zuschnitt“ hätte erledigt werden können. Es war auffällig, dass Behinderungen durch herumliegende Kabel oder Versorgungsleitungen auftraten. Diese Problematik könnte mit einfachen Mitteln, zum Beispiel durch einen beweglichen Energieknoten über dem Arbeitstisch gelöst werden. Der Deckenkran war mit einer festen Bedienung versehen; funkferngesteuert ist ein flexiblerer Umgang möglich und überflüssige Wege für den Mitarbeiter könnten eingespart werden. Des Weiteren wäre es günstig, den Zuschnitt der Installationslattung bereits an der Abbundanlage zu fertigen und damit den zeitaufwändigen Einzelzuschnitt zu vermeiden. Durch eine bessere Strukturierung der Arbeitsplätze können unnötige Wege (z. B. das mehrmalige Holen von Arbeitsmitteln) vermieden werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse werden nach Abschluss der Untersuchungen und der Auswertung dem Unternehmen vorgestellt und gleichzeitig Optimierungsvarianten vorgeschlagen, aus denen explizit die Zeit- und Kosteneinsparung ersichtlich ist.

Abschließend ist festzustellen, dass mit Hilfe von Videoaufnahmen und „TimeStudy T1“ eine innovative Grundlage für die Untersuchung von Arbeitssystemen und -prozessen gegeben ist und dass ein hohes Maß an Optimierungs- und Einsparpotenzialen in Holzrahmenbaubetrieben besteht.

Literatur

[1] Schriftreihe „REFA in der Baupraxis“, Teil 1 „Grundlagen“. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V., Darmstadt, 1986.

[2] Schriftreihe „REFA in der Baupraxis“, Teil 2 „Datenermittlung“. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V., Darmstadt, 1986.

[3] TimeStudy T1, Basismodul und Videoanalyse. Handbuch und Schulungsunterlagen. UCE Software-Engineering GbR, I. Wittkamp 10, 44534 Lünen.

Dipl.-Ing. Denis Loskant

Dipl.-Ing. Larissa Merkl

Partnering in der Bauwirtschaft – Praxiserfahrungen der deutschen Bauindustrie mit Partnerschaftsmodellen

Dipl.-Ing. Denis Loskant
Dipl.-Ing. Larissa Merkl
RWTH Aachen
Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement
Mies-van-der-Rohe-Str. 1, 52074 Aachen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 91

1 Einleitung 91

2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung 93

2.1 Stichprobe der Erhebung 93

2.2 Ergebnisse der Befragung 94

2.2.1 Anteil der mit Hilfe partnerschaftlicher Instrumente und Partnerschaftsmodelle abgewickelten Bauprojekte 94

2.2.2 Bewertung der Instrumente der Partnerschaftsmodelle 95

2.2.3 Chancen und Risiken der frühzeitigen Einbindung 97

2.2.4 Geeignete Projektarten für Partnerschaftsmodelle 98

2.2.5 Erfolg mit Partnerschaftsmodellen 99

2.2.6 Mit Partnerschaftsmodellen verbundene Chancen und Risiken 100

2.2.7 Zukunftsaussichten 101

3 Kriterien und Handlungsempfehlungen für den erfolgreichen Einsatz von Partnerschaftsmodellen 103

4 Abschließendes Fazit 105

Literatur 106

Partnering in der Bauwirtschaft – Praxiserfahrungen der deutschen Bauindustrie mit Partnerschaftsmodellen

Zusammenfassung

Partnering und Partnerschaftsmodelle – seit einigen Jahren sind diese beiden Begriffe immer häufiger Thema von baubetrieblichen Veröffentlichungen, Tagungen und sind Mitarbeitern in leitenden Positionen geläufige Themengebiete. Befürworter sehen in Partnerschaftsmodellen einen Ausweg aus den immer noch gespannten Verhältnissen bei der Abwicklung von Bauprojekten in Deutschland. Innerhalb einer Diplomarbeit an der RWTH Aachen wurde in diesem Zusammenhang untersucht, wie groß die Verbreitung partnerschaftlich abgewickelter Bauprojekte inzwischen ist und welche Praxiserfahrungen Bauunternehmen mit Partnerschaftsmodellen bisher gesammelt haben. Die Ergebnisse der im Rahmen der Arbeit durchgeführten Erhebung werden im nachfolgenden Artikel vorgestellt.

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten war die Abwicklung von Bauprojekten durch Konfrontation statt Kooperation geprägt. Es herrschte ein regelrechter Kampf zwischen den Beteiligten, in dem es oft darum ging, den Vertragspartner zu übervorteilen und das eigene Projektergebnis auf dessen Kosten zu verbessern. Als Ergebnis dieses Prozesses gingen meist jedoch nicht ein Gewinner, sondern vielmehr zwei Verlierer und gleichzeitig ein suboptimales Projektergebnis hervor. Um sich von diesen Entwicklungen zu lösen, setzt sich der Gedanke des Partnerings bei der Initiierung und Abwicklung von Bauprojekten zunehmend durch. Es existieren inzwischen vielfältige Möglichkeiten, kooperatives und partnerschaftliches Verhalten als gemeinsamen und grundsätzlichen Projektansatz zu verankern *(s. bspw. Eschenbruch, Racky 2008)*. Auch die deutsche Bauindustrie sieht im Partnering einen Lösungsansatz im Hinblick auf ihre Philosophie „Kooperation statt Konfrontation“ und die damit verbundene Ausrichtung auf gemeinsame Projektziele *(Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. 2005 S. 3)*.

Als Managementansatz ist Partnering zunächst eine abstrakte Idee, die zwar bestimmte Verhaltensweisen fordert, aber wenig konkrete Arbeitsweisen und Mittel

bereitstellt, um eine entsprechende Umgangskultur zu erwirken. Um die allgemeinen Anforderungen, die an die partnerschaftlich verbundenen Parteien in ihrer Zusammenarbeit gestellt sind, in einen festen Rahmen mit klaren Handlungsstrukturen umzuwandeln, wurden in der deutschen Bauindustrie so genannte „Partnerschaftsmodelle“ entwickelt und eingeführt. Partnerschaftsmodelle schaffen durch geeignete Projektorganisationsformen und Vertragsmodelle die Voraussetzungen und Bedingungen für partnerschaftliches Arbeiten. Dabei werden bestimmte Instrumente und vertragliche Modelle und Abwicklungsformen in verschiedenen Variationen eingesetzt. Als besonders attraktives und stark beworbenes Instrument hat sich die frühzeitige Einbindung des Bauunternehmens in die Planungs- oder auch bereits in die Entwicklungsphase des Projektes herausgebildet. Ziel ist dabei, die Ausführungskompetenzen der Bauunternehmen und deren Know-how zur Produktgestaltung in die Planung zu integrieren. Weitere grundsätzliche Elemente der Partnerschaftsmodelle der deutschen Bauindustrie sind *(Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. 2005 S. 4)*:

- ausgewogene Vertragsgestaltung und Risikominimierung für Auftraggeber und Bauunternehmen
- gemeinsame Festlegung des Bausolls
- transparente Zusammensetzung der pauschalierten Vergütung
- gemeinsame Festlegung der Projektablaufstrukturen und gemeinsames Controlling
- Vereinbarung außergerichtlicher Konfliktlösungsmodelle

Es scheint, als könnten mit Hilfe dieser Elemente sowohl die Auftraggeber als auch die Bauunternehmen zahlreiche Vorteile und Chancen generieren, aus denen sich bestenfalls ausgewogene Win-Win Situationen ergeben. Die Potentiale der Partnerschaftsmodelle werden daher von Befürwortern als sehr hoch eingeschätzt *(s. bspw. Gralla 2008 S. 39)*. Kritische Stimmen zum Partnering und den Partnerschaftsmodellen sind in der Literatur hingegen so gut wie nicht zu finden. Doch wie erfolgreich sind die Bauunternehmen mit ihren Partnerschaftsmodellen in der Baupraxis tatsächlich? Für welche Arten von Projekten lohnen sie sich? Mit welchen Auftraggebern „funktioniert“ Partnering? Was fördert oder hemmt die Entwicklung von Partnerschaftsmodellen am Markt? Diesen Fragen auf den Grund

zu gehen und Antworten zu finden war Aufgabe einer Diplomarbeit am Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement der RWTH Aachen. Mittels einer repräsentativen Erhebung wurden deutsche Bauunternehmen, die bereits Erfahrungen mit Partnering gesammelt haben und Partnerschaftsmodelle anbieten, hierzu detailliert befragt. Ausgewählte Ergebnisse der Erhebung werden nachfolgend vorgestellt.

2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

2.1 Stichprobe der Erhebung

Im Zuge der Erhebung wurden insgesamt 30 Bauunternehmen angesprochen. Davon sind 20 Unternehmen Mitglieder in einem eigenen Arbeitskreis „Partnerschaftsmodelle in der Bauwirtschaft“ des Hauptverbands der Deutschen Bauindustrie e.V. *(s. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. 2005)*. Die übrigen 10 Unternehmen setzten sich aus den weiteren umsatzstärksten deutschen Bauunternehmen mit Leistungsanteilen im Hochbau zusammen, die nicht in dem vorgenannten Arbeitskreis vertreten sind. Anhand ergänzend durchgeführter Recherchen kann davon ausgegangen werden, dass somit der Großteil der deutschen Bauunternehmen, die Engagement bei Partnerschaftsmodellen aufweisen, in der Erhebung erfasst wurde. Von den 30 angesprochenen Unternehmen haben insgesamt 18 an der Befragung teilgenommen, dies entspricht einer Beteiligungsquote von 60 %. Da zwei Unternehmen aufgrund ihrer Kooperation bei Partnerschaftsmodellen eine gemeinsame Antwort abgegeben haben und diese nur einfach gewertet wird, wurden die statistischen Ergebnisse aus 17 Antworten gewonnen. Von den Unternehmen, die trotz intensiver Anfrage nicht an der Umfrage teilgenommen haben, gaben fünf an keinerlei Erfahrungen mit Partnerschaftsmodellen zu haben, bei weiteren vier Unternehmen konnte kein kompetenter Ansprechpartner gefunden werden, und vier Unternehmen erklärten, momentan keine Zeit zur Bearbeitung der Fragen zur Verfügung zu haben.

Bei der Interpretation und Bewertung der Antworten ist zu berücksichtigen, dass die befragten Mitarbeiter als Vertreter ihrer Unternehmen tendenziell ein Interesse an einer positiven Darstellung ihrer Partnerschaftsmodelle hatten. An den durchaus auch kritischen Tönen und der Berücksichtigung von Risiken bei der Bewer-

tung der Modelle ist jedoch zu erkennen, dass die Ansprechpartner keine Idealisierung ihrer Partnerschaftsmodelle beabsichtigten.

2.2 Ergebnisse der Befragung

Innerhalb der Erhebung wurden sowohl offene Fragen, die teilweise sehr umfangreich beantwortet wurden, als auch geschlossene Fragen gestellt. Die geclusterten beziehungsweise statistisch ausgewerteten Antworten ausgewählter Themenkomplexe werden nachfolgend vorgestellt.

2.2.1 Anteil der mit Hilfe partnerschaftlicher Instrumente und Partnerschaftsmodelle abgewickelten Bauprojekte

Bei vielen befragten Unternehmen sind die Aktivitäten im Hinblick auf Partnering und Partnerschaftsmodelle in den letzten Jahren verstärkt worden und die betreffenden Projektzahlen steigend. So verfügen 10 der 18 an der Erhebung beteiligten Unternehmen bereits über zahlreiche Erfahrungen mit Partnerschaftsmodellen und führen nach ihren Angaben bereits über 10% bis 50 % ihrer Projekte in dieser Modellform durch. Es handelt sich dabei vor allem um große Baukonzerne mit eigenen Partnerschaftsmodellen oder einem ausgearbeiteten partnerschaftlichen Angebot und um einige Mittelständler.

Von einer vollständigen Etablierung der Modelle ist man dagegen noch entfernt. Die übrigen acht Bauunternehmen gaben an, dass sich bei ihnen die partnerschaftliche Projektabwicklung noch im Aufbau befindet oder erst einzelne Partnerschaftsprojekte durchgeführt wurden und der Anteil solcher Projekte bisher unter 5% liegt. Diese können zu einer Gruppe von Bauunternehmen mit geringeren partnerschaftlichen Erfahrungen zusammengefasst werden. Sie sind dem Mittelstand zuzuordnen und verfügen über keine eigenständigen Partnerschaftsmodelle, sondern schlagen innerhalb ihrer Angebote interessierten Kunden eine partnerschaftliche Abwicklung vor. Als Hauptgrund für die geringe Verbreitung partnerschaftlich abgewickelter Projekte gibt diese Gruppe das fehlende Interesse der Kunden an. Diese hätten kein Vertrauen zu den Bauunternehmen, scheuten die Risiken einer alternativen und neuen Abwicklungsart und seien hauptsächlich auf die Höhe des Baupreises fixiert. Viele Kunden hörten zum ersten Mal von dieser Abwicklungsform und seien zu vorsichtig und zu wenig innovationsbereit, um sich

darauf einzulassen. Es wird außerdem angegeben, dass der Einkauf auch vieler privater Unternehmen einen bestimmten Bieterwettbewerb vorschreibt, der mit dem Ablauf von Partnerschaftsmodellen und der frühzeitigen Einbindung der Unternehmen in die Projekte nicht vereinbar sei. Als weitere Hindernisse wurden von den Bauunternehmen

- das Erfordernis von zu langen Projektvorbereitungszeiträumen,
- das Risiko von zu großen einzugehenden Vorleistungen ohne angemessene Vergütung im Falle eines Projektabbruchs und
- die Voraussetzung von zu viel Eigenkapital

genannt. Einige setzten Partnerschaftsmodelle auch ÖPP-Projekten gleich und gaben die langen Zeiträume bis zum Kapitalrücklauf als Problem an. Dies zeigt, dass bei diesen Unternehmen ein falsches Verständnis und eine fehlende Auseinandersetzung mit den Voraussetzungen und Möglichkeiten privater Partnerschaftsmodelle deren Einführung zu hemmen scheinen. Die Bewertung derjenigen Projekte, die diese Gruppe mit geringen partnerschaftlichen Erfahrungen bereits innerhalb von Partnerschaftsmodellen abgewickelt hat, ist jedoch sowohl auf Seiten der Unternehmen als auch auf Auftraggeberseite durchaus positiv. Insofern wird vielfach eine stärkere Bewerbung und Ausweitung des partnerschaftlichen Angebots angestrebt. Die Einführung eines eigenen Partnerschaftsmodells als eigenständiges Angebot wird im Moment angesichts des schwachen Kundeninteresses jedoch allgemein als zu aufwändig und kostenintensiv angesehen.

2.2.2 Bewertung der Instrumente der Partnerschaftsmodelle

Da sich die unterschiedlichen Partnerschaftsmodelle aus verschiedenen Instrumenten zusammensetzen können, wurden die Bauunternehmen befragt, welche der vorgegebenen Instrumente sie als besonders wichtig einschätzen und welche als nachrangig zu beurteilen sind. Bild 1 zeigt, dass sie vor allem die frühzeitige Einbindung der Unternehmen in die Projekte und das Treffen einer Partnerschaftsvereinbarung als sehr wichtig einstuften.

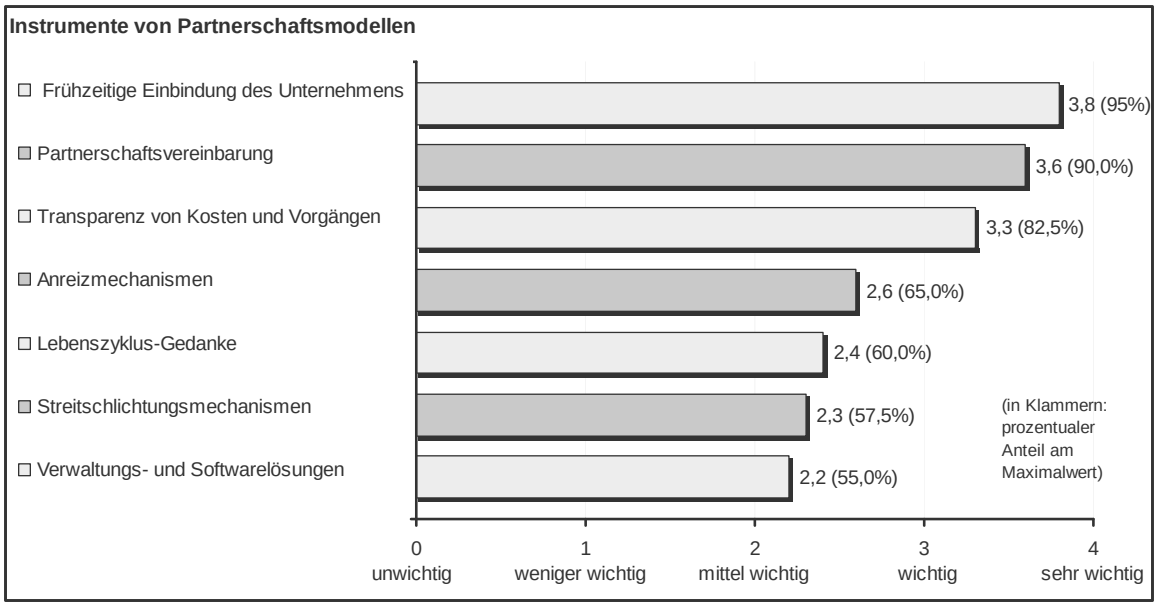


Bild 1: Bewertung der Instrumente der Partnerschaftsmodelle

Als mit einem Wert von 3,3 am drittstärksten bewertetes Instrument nimmt die Transparenz in den Augen der Bauunternehmen ebenfalls eine starke Position ein. Anscheinend ist die Bereitschaft, im Rahmen von Partnerschaftsmodellen dem Auftraggeber Zugeständnisse bezüglich der Einsicht in Kosten und Vorgänge zu gewähren größer, als man erwarten würde. Auch Anreizmechanismen scheinen sich in diesem Zusammenhang durchaus etabliert zu haben und werden als ein in Partnerschaftsmodelle gut integrierbares Instrument angesehen.

Überraschend dagegen ist, dass Streitschlichtungsmechanismen deutlich weniger Bedeutung beigemessen wird, als dies in der Literatur vermittelt wird. Sie rangieren mit einem Wert von 2,3 an vorletzter Stelle der sieben Instrumente. Die Relevanz alternativer Konfliktbewältigung für Partnerschaftsmodelle in Deutschland kann in diesem Zusammenhang hinterfragt werden, zumal auch in den Interviews teilweise eine deutliche Skepsis gegenüber der Effektivität solcher Streitschlichtungsmechanismen im Falle eines ernsthaften Konflikts deutlich wurde. Vielmehr wurde auf die Vermeidung der Entstehung ernsthafter Streitigkeiten durch einen fairen Umgang und eine durch persönliche Kontakte abgefederte Streitkultur im Rahmen von Partnerschaftsmodellen verwiesen.

Bei der lebenszyklischen Betrachtung wurde mehrfach das fehlende Interesse der Auftraggeber an diesem Aspekt beklagt. Die Unternehmen gaben an, dass eine vermehrte Einbeziehung von lebenszyklischen Betrachtungen von ihnen als wün-

schenswert und sinnvoll angesehen würde, für weitergehende Innovationen auf diesem Gebiet aber das Interesse der oft kurzfristig denkenden Investoren nicht ausreichend sei.

Obwohl die innerhalb der Erhebung vorgegebene Liste der Instrumente eigentlich keine weiteren freien Nennungen vorsah, wurde mehrfach der Aspekt „Vertrauen“ ergänzt. Dieser ist zwar kein eigentliches partnerschaftliches Instrument, aber für die Bauunternehmen anscheinend besonders wichtig bei der Durchführung von Partnerschaftsmodellen.

2.2.3 Chancen und Risiken der frühzeitigen Einbindung

Die Bauunternehmen wurden gebeten, sowohl vorgegebene Chancen als auch Risiken in Bezug auf die frühzeitige Einbindung der Unternehmen in die Projekte zu bewerten. Die Chancen sind nachfolgend entsprechend ihrer bewerteten Gewichtung aufgeführt:

- genauere Erstellung der Kalkulation
- Verminderung von zu übernehmenden Planungsrisiken
- Entwicklung von innovativen Ideen / Systemlösungen / eigenen Produkten
- Einbeziehung von lebenszyklischen Betrachtungen
- Vermarktung von Planungsleistungen

Als größte Chance wurde die Verbesserung der Genauigkeit der Kalkulation und damit die realistischere Ermittlung der voraussichtlichen Baukosten bewertet. Von den 17 befragten Bauunternehmen gaben 13 dieser Chance die höchste Bewertung „sehr wichtig“. In Verbindung mit dem zweitwichtigsten Aspekt, der Verminderung von zu übernehmenden Planungsrisiken, ist ersichtlich, dass sich die frühzeitige Einbindung in die Projekte vor allem hinsichtlich der Risikominimierung positiv auswirkt. In der Preconstruction-Phase können demnach diese Risiken besser identifiziert, bewertet und gemanagt werden. An der Vermarktung von Planungsleistungen sind die Unternehmen weniger interessiert. Die zu erbringenden Planungsleistungen werden eher als notwendige Vorleistung angesehen und die Verdienstmöglichkeiten aufgrund des großen Aufwands bei mäßiger Vergütung als gering eingeschätzt.

Im Hinblick auf die Risiken ergibt sich die folgende Rangliste:

- planungsbedingte Mängel gehen zu Lasten des Bauunternehmens
- unerwünschter Know-how- und Wissenstransfer
- erweiterte Risikoübernahme
- Vorhaltung von Personal und Kompetenzen für die Planungsleistungen
- konfliktanfälligeres Verhältnis zu übrigen Planern des Auftraggebers
- schwierigere Durchsetzbarkeit von Nachträgen

Die ersten vier Aspekte weisen dabei für die Bauunternehmen die annähernd gleich hohe Relevanz auf. Die Umsetzbarkeit der Nachträge wird hingegen als unwichtigstes Risiko benannt. Generell herrscht die Meinung vor, dass diese insgesamt deutlich seltener auftreten, da in der gemeinsamen Preconstruction-Phase viele Nachtragspotentiale beseitigt werden. Einige wenige Bauunternehmen berichten aber auch, dass sich Bauherren von einer Preconstruction-Phase die Elimination aller Nachtragspotentiale und von Partnerschaftsmodellen generell eine hohe Flexibilität bezüglich Änderungen versprächen und jegliche Nachträge daher nur schwer akzeptieren würden.

2.2.4 Geeignete Projektarten für Partnerschaftsmodelle

Im Rahmen der Erhebung konnte eindeutig identifiziert werden, welche konkreten Projektarten für Partnerschaftsmodelle besonders geeignet sind: die gewerblichen Bauten. Hierzu sind vor allem Bürogebäude, Industriebauten und Kaufhäuser zu zählen. Die Bürogebäude werden mit 94,1% der Stimmen (Mehrfachnennungen möglich) speziell hervorgehoben. Die Kriterien eines ausreichend großen Projektvolumens, einer gewissen Komplexität sowie die Möglichkeit der Übernahme des Facility Managements in der anschließenden Betriebsphase machen diese Projekte aus Sicht der Unternehmen explizit partnerschaftstauglich. Der Wohnungsbau, Straßen- und Verkehrsbau und übrige Tiefbauprojekte wurden nur von rd. 30 % der Unternehmen als für Partnerschaftsmodelle geeignete Projektarten angegeben. Beim Wohnungsbau sind es die fehlende Komplexität und Projektgrößen, bei Tiefbauprojekten die Unvorhersehbarkeiten, die zu dieser Einschätzung führen.

Verkehrsprojekte sind aus Sicht der Unternehmen nur unter bestimmten Bedingungen als ÖPP-Projekte in partnerschaftlicher Zusammenarbeit realisierbar.

Bei der Frage nach dem optimalen Projektvolumen für Partnerschaftsmodelle wird die in der Literatur geäußerte 10 Mio.-Euro-Grenze teilweise von den größten an der Erhebung teilgenommenen Unternehmen bestätigt, wobei auch diese angeben, bereits kleinere Projekte im einstelligen Millionenbereich abgewickelt zu haben. Die meisten realisierten Partnerschafts-Projekte liegen jedoch zwischen 10 Mio. und 50 Mio. Euro, wobei die obere Grenze sich daher ergibt, dass generell wenige Bauprojekte diesen Rahmen überschreiten. Von mittelständischen Anbietern werden die Grenzen deutlich niedriger gewählt, die Nennungen bewegen sich im Bereich von 2-3 Mio. Euro als untere, 10-20 Mio. Euro als obere Grenze. Ein gewisses Volumen müsse schon vorliegen, um den zusätzlichen Aufwand zu rechtfertigen, aber ab bestimmten Projektbeträgen werde die eigene Leistungsfähigkeit überschritten. Es zeigt sich daher, dass die Höhe des für Partnerschaftsmodelle attraktiven Bauvolumens nach unten korrigiert und im einstelligen Millionenbereich angesiedelt werden sollte, will man die Betrachtung nicht ausschließlich auf die Bedingungen der zehn größten deutschen Bauunternehmen reduzieren.

2.2.5 Erfolg mit Partnerschaftsmodellen

Von allen befragten Unternehmen wurde bestätigt, dass der Einsatz von Partnerschaftsmodellen zu besseren Projektergebnissen führt. Sowohl bei Qualitäten, Terminen als auch den Baukosten könnten deutlich bessere Erfolge erzielt werden. Dass sich die Modelle aber auch auf das eigene wirtschaftliche Projektergebnis der Unternehmen positiv auswirken, wurde ebenfalls bestätigt. Dieses Votum wurde nicht nur von den großen Marktführern abgegeben, sondern in gleichem Maße von mittelständischen Unternehmen unterstützt. Die Bewertung des eigenen wirtschaftlichen Ergebnisses wird im schlechtesten Falle als „gleich“, von den meisten Bauunternehmen aber als „besser“ oder „deutlich besser“ angegeben (s. Bild 2). Dieses Bild deckt sich mit den Antworten der Unternehmen auf die Frage nach einer generellen Einschätzung zum Unternehmenserfolg mit Partnerschaftsmodellen. Die Antworten sind vorwiegend deutlich positiv. Es ist von „guten Verdienstmöglichkeiten“, „einem attraktiven Markt“ und „anwachsendem Erfolg“ die Rede. Der höhere Aufwand bei Projektbeginn und in der Planungsphase würde

durch bessere Ergebnisse in der Bauphase gerechtfertigt. Einige vorsichtigere Stimmen geben sich abwartend positiv: Man habe bei den partnerschaftlichen Pilotprojekten wichtige Erfahrungen gesammelt, die in die nächsten Projekte einfließen würden. Eine generelle Einschätzung sei aufgrund der geringen Projektanzahl noch nicht möglich.

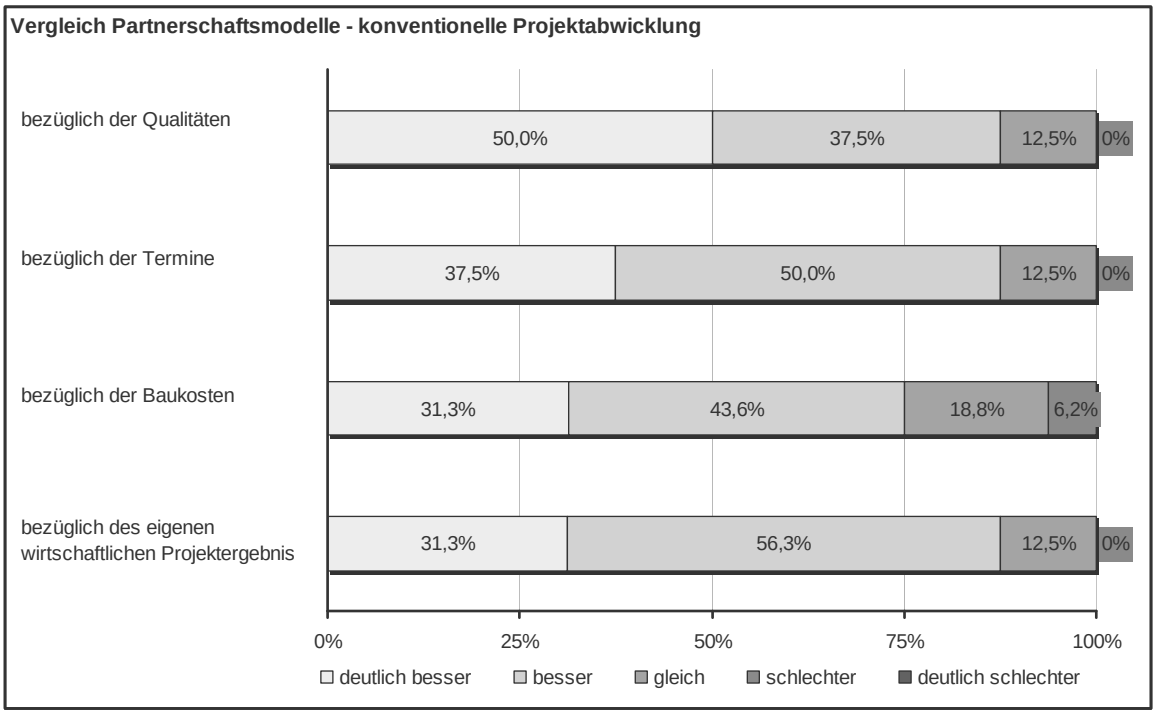


Bild 2: Bewertung des Erfolgs mit Partnerschaftsmodellen im Vergleich zu konventionellen Projektabwicklungsformen

2.2.6 Mit Partnerschaftsmodellen verbundene Chancen und Risiken

Im Hinblick auf die Bewertung vorgegebener mit Partnerschaftsmodellen verbundener Chancen steht der Auftraggeber aus Sicht der Unternehmen an zentraler Stelle. Seine Bindung, die durch eine bessere Qualität und entsprechend größere Zufriedenheit erzielt werden soll, ist für die Bauunternehmen besonders wichtig. Somit sind langfristige Geschäftsbeziehungen mit Stammkunden ein wichtiges Ziel für die Anbieter der Partnerschaftsmodelle.

Als weitere Chance wird mit einer mittleren Gewichtung der geringere Wettbewerbsdruck bei Partnerschaftsmodellen gesehen, der, nach Angabe der Bauunternehmen, in zwei Phasen geringer ist. Dies ist zum einen bei der Projektakquise der Fall, da das Angebot an Partnerschaftsmodellen in Deutschland bisher noch vergleichsweise gering ist. Auftraggeber, die ein solches Modell anstreben, sind

dadurch in der Wahl des Partners begrenzt. Zum anderen nach Abschluss der gemeinsamen Planungsphase, selbst wenn das Projekt dann, gemäß der Ausstiegsoption der Auftraggeber, nochmals auf dem Markt ausgeschrieben wird. In den meisten Fällen könne man den Bauherrn auch in diesen Fällen überzeugen, dass eine Fortsetzung der Arbeit mit dem Urheber der Planung sinnvoll sei.

Etwas verhaltener im Vergleich wird die Möglichkeit bewertet, eigene Ideen in Partnerschaftsmodelle zu integrieren. Dies betrifft zum einen die eigenen Standardlösungen, zum anderen die Verbindung mit Angeboten für die Betriebsphase.

Die Aspekte der besseren Zahlungsmoral und der angemessenen Preisgestaltung bei Partnerschaftsmodellen werden zwar deutlich als Chancen bestätigt, nehmen aber nur einen unteren Rang in Bezug auf die Relevanz ein.

Im Hinblick auf die mit Partnerschaftsmodellen verbundenen Risiken bewerteten die Bauunternehmen die Personenabhängigkeit dieser Abwicklungsformen mit Abstand als größtes Risiko. Der Erfolg dieser Projekte hänge in einem größeren Maße als bei herkömmlichen Projektabwicklungsformen von den Kompetenzen der Projektmanager auf Unternehmer- und Auftraggeberseite ab. Die Unwirtschaftlichkeit des Projektes und drohende Kontrollverluste durch die große Nähe zum Auftraggeber bewerteten die Unternehmen als geringste Risiken.

Als Eigennennung der Unternehmen wurde zusätzlich mehrfach der Aspekt aufgeführt, dass Auftraggeber durch die oft mit Partnerschaftsmodellen einhergehenden Versprechungen in einigen Fällen mit überhöhten Erwartungen an die Projekte herangingen. Es käme durchaus vor, dass in der gemeinsamen Planungsphase festgestellt werden müsse, dass die Vorstellungen des Bauherrn jenseits der wirtschaftlichen Machbarkeit lägen. Bauherren dürfe nicht suggeriert werden, dass es innerhalb einer alternativen Projektabwicklung keine sachlichen und finanziellen Beschränkungen gäbe. Vieles könne durch eine gemeinsame Planung realisiert werden, aber eben nicht alles.

2.2.7 Zukunftsaussichten

Im letzten Fragenkomplex der Erhebung sollten die Bauunternehmen eine Einschätzung zur Zukunft von Partnerschaftsmodellen in Deutschland abgeben. Der Wunsch nach einer Belebung der partnerschaftlichen Projektkultur ist allen Ant-

worten hierauf zu entnehmen, jedoch haben sich zwei unterschiedliche Meinungen herausgebildet. Etwa die Hälfte der befragten Unternehmen, darunter wiederum die Marktführer und Anbieter von eigenen Partnerschaftsmodellen, räumen diesen am Markt gute Chancen ein. Sie rechnen mit einer Zunahme der Partnerschaftsprojekte und nennen sie „die Zukunft beim Bauen mit privaten Bauherren“ und eine „Chance, die Bauindustrie zu verändern“. Etwas vorsichtiger bewertet die andere Hälfte der Bauunternehmen die Aussichten, sieht jedoch auch gewisse Perspektiven. Diese Unternehmen haben keinen Zweifel am Nutzen von Partnerschaftsmodellen, jedoch an der Bereitschaft der Bauherren und der anderen Baubeteiligten, eine partnerschaftliche Projektkultur zu leben. Der notwendige Mentalitätswandel wird, so prognostizieren sie, noch einige Zeit benötigen, um sich bei der Mehrheit durchzusetzen. Die Hoffnung liegt hier jedoch auch auf der positiven Signalwirkung, die von erfolgreichen Partnerschaftsprojekten ausgeht. Die guten Aussichten, die Partnerschaftsmodellen damit generell zugesprochen werden, finden ihren Ausdruck auch in der großen Zustimmung zu positiven Aussagen zur Zukunft der Modelle gemäß Bild 3.

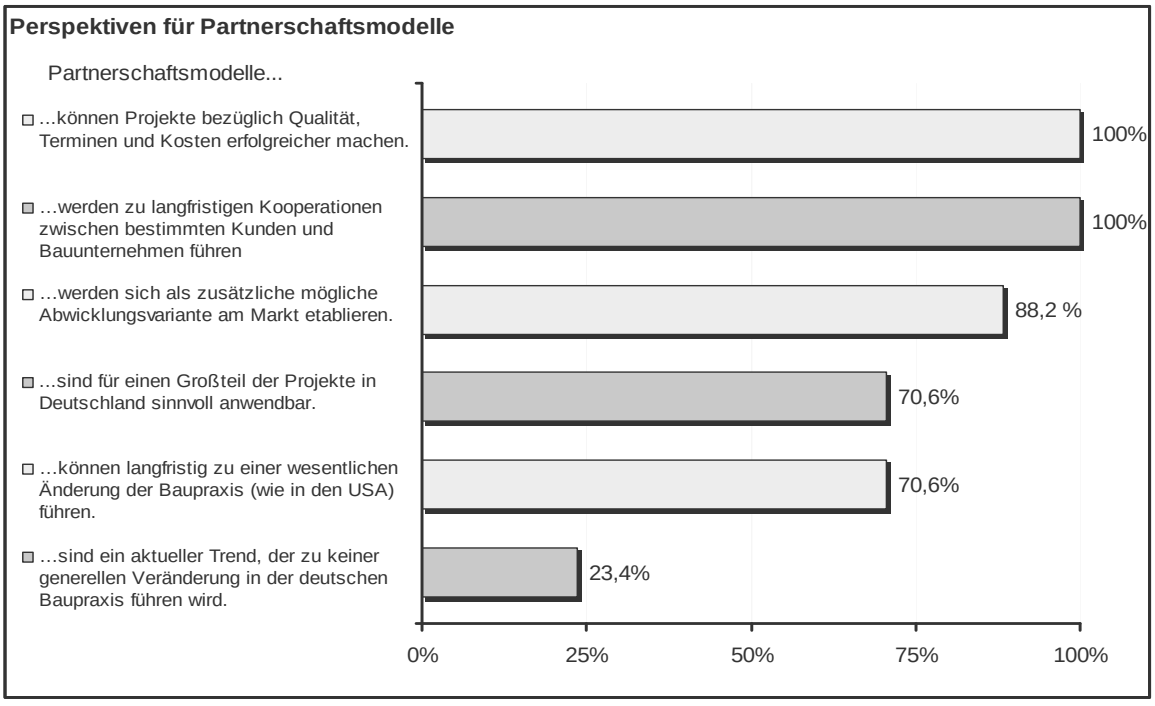


Bild 3: Bewertung der Perspektiven der Partnerschaftsmodelle

3 Kriterien und Handlungsempfehlungen für den erfolgreichen Einsatz von Partnerschaftsmodellen

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Erhebung und unter Berücksichtigung der vorhandenen Fachliteratur lassen sich bestimmte positive Faktoren für den Erfolg mit Partnerschaftsmodellen ableiten. Sie zielen vor allem auf die erfolgreiche Kommunikation der mit Partnerschaftsmodellen verbundenen Möglichkeiten, die Projekt- und Auftraggeberauswahl sowie die zu regelnden Vertragsmodalitäten und das Verhalten der Projektbeteiligten ab. Folgende ausgewählte Aussagen können im Einzelnen getroffen werden:

- Die fehlende Kenntnis der Möglichkeiten partnerschaftlicher Projektabwicklung führt dazu, dass Auftraggeber diese Modelle selten in Eigeninitiative nachfragen. Schon bevor sie sich mit der Planung Ihrer Projekte befassen, müssen sie jedoch über die Möglichkeiten von Partnerschaftsmodellen informiert sein, um noch rechtzeitig eine solche Abwicklung für ihr Projekt in Erwägung ziehen zu können. Hier ist ein verstärkter Marketingaufwand sowohl von den einzelnen Unternehmen als auch in übergeordneter Form zu betreiben.
- Ein Großteil der positiven Effekte von Partnerschaftsmodellen wird durch die frühzeitige Einbindung der Unternehmen in die Projekte erzielt. Die Einhaltung einer Zweiphasigkeit mit möglicher Ausstiegsoption ist für die Bauherren zur Absicherung ihrer Unabhängigkeit vom Totalunternehmer wichtig und sollte daher vertraglich zugesichert werden. Im Gegenzug sollten die Unternehmen auf die vertragliche Vereinbarung einer angemessenen Vergütung ihres Aufwandes in der Preconstruction-Phase bestehen, um das Risiko von wirtschaftlichen Verlusten und unbezahltem Know-how-Transfer im Fall eines Abbruchs der Zusammenarbeit zu verhindern.
- Bei der Auswahl der angebotenen Ablaufvarianten der Modelle wird von den Unternehmen eine hohe Flexibilität als Ausdruck der starken Kundenorientierung favorisiert. Um eine gewisse Standardisierung des Angebots zu gewährleisten, die weniger Aufwand bei der Vertragsgestaltung und eine einfachere Bewerbung ermöglicht, sollten die organisatorischen Grundzüge der Modelle jedoch festgelegt werden.

- Die Integration einer Partnerschaftsvereinbarung, in der partnerschaftliche Werte und faire Handlungsweisen vereinbart werden, ist unumgänglich. Selbst bei einer rechtlich unverbindlichen Form geht von einer schriftlichen Festlegung eine psychologische Wirkung aus.
- Die Auswahl der Auftraggeber für Partnerschaftsmodelle sollte sorgfältig durchgeführt werden. Durch ein fehlendes Verständnis für die Partnering-Philosophie und die entsprechende Kooperationsbereitschaft können die besten Partnerschaftsmodelle entwertet werden. Die einfachste Möglichkeit, solchen Misserfolgen vorzubeugen, ist, Partnerschaftsmodelle nur bereits bekannten Kunden anzubieten. Hier liegt ein großes Potential für die Gewinnung von Stammkunden, die im Sinne eines strategischen Partnerings noch enger an das Unternehmen gebunden werden können. Allerdings wird durch diese Selektion der Kundenkreis erheblich eingeschränkt. Daher kann es hilfreich sein, weitere Prüfverfahren für die Kundenauswahl zu generieren.
- Eine besondere Bedeutung kommt der Auswahl und Schulung der Mitarbeiter zu, die für die Umsetzung der Partnerschaftsprojekte verantwortlich sind. Durch gemeinsame Workshops bereits im Vorfeld der Preconstruction-Phase kann die „Projektkompatibilität“ der Mitarbeiter auf Unternehmens- und Auftraggeberseite zueinander getestet werden. Im Zuge dessen kann es sinnvoll sein, gegebenenfalls über personelle Veränderungen im Team nachzudenken.
- Partnerschaftsmodelle haben durch die erzielbaren Qualitätssteigerungen das Potential als „Premium-Produkte“ etabliert zu werden. Dadurch kann die Entstehung eines (bisher wenig entwickelten) Markenbewusstseins bei Bauleistungen gefördert werden. Dafür muss jedoch das Marketing und der Umgang mit den Auftraggebern in diese Richtung gelenkt werden.

Als konkrete Handlungsempfehlungen zur Verbreitung und Optimierung der Partnerschaftsmodelle können darüber hinaus beispielsweise die nachfolgenden Punkte in Kurzform benannt werden:

- Aufbau eines umfangreichen Informationsportals zu Partnerschaftsmodellen im Internet durch die Bauindustrie
- stärkere Integration der partnerschaftserprobten Auftraggeber in den Marketingprozess

- Intensivierung von Kontakten zu Architekten und Architektenvereinigungen, die über einen starken Auftraggebereinfluss verfügen, jedoch eher skeptisch zu Partnerschaftsmodellen eingestellt sind
- Entwicklung von Standards für den Ablauf und die Gestaltung der Verträge
- Festlegen von zentralen Ansprechpartnern für alle Fragen des Partnerings und der Partnerschaftsmodelle in den Unternehmen
- Etablieren von „Marken“ für die unternehmenseigenen Modelle und Partneringansätze

4 Abschließendes Fazit

Anhand der Ergebnisse der Erhebung ist zu sehen, dass die Bauunternehmen bisher durchaus positive Erfahrungen mit Partnerschaftsmodellen gesammelt haben. Die Modelle scheinen sich sowohl positiv auf die Qualitäten, Termine und Kosten der Projekte als auch auf die wirtschaftlichen Projektergebnisse der Bauunternehmen auszuwirken. Folgt man daher dem Urteil der befragten Bauunternehmen, so können für Partnerschaftsmodelle eine gute Perspektive und eine größere Verbreitung am deutschen Baumarkt prognostiziert werden. Die Erhebung hat jedoch auch gezeigt, dass die tatsächliche Entwicklung der Partnerschaftsmodelle vor allem davon abhängt, wie gut es in der Zukunft gelingt, Auftraggeber zur selbständigen Nachfrage und wiederholten Anwendung von Partnerschaftsmodellen zu bewegen. Daher ist es naheliegend, auch die Auftraggeber zu ihren Erfahrungen mit Partnerschaftsmodellen zu befragen, um die Modelle noch besser auf deren Anforderungen und Bedürfnisse ausrichten zu können. Am Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement der RWTH Aachen wird hierzu aktuell eine weitere Erhebung im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt.

Literatur

Eschenbruch K. und Racky P. (Hrsg.) (2008). Partnering in der Bau- und Immobilienwirtschaft – Projektmanagement- und Vertragsstandards in Deutschland, Stuttgart: Verlag Kohlhammer, 2008.

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (Hrsg.) (2005). Partnering bei Bauprojekten, Berlin: Eigenverlag, 2005.

Gralla M. (2008). Der Partnering-Ansatz in den Wettbewerbsmodellen, in: Eschenbruch, K. und Racky, P. (Hrsg.), Partnering in der Bau- und Immobilienwirtschaft s.o., 2008, S. 16-40.

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Simon-Finn Stolze

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Lars
Gonschorek, MBA

Leistungsbild Planung bei PPP-Projekten

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Simon-Finn Stolze
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Lars Gonschorek, MBA
Technische Universität Braunschweig
Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb
Schleinitzstr. 23 A, 38106 Braunschweig

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 109

1 Einleitung 109

2 Besonderheiten der Planungsphase bei PPP-Projekten 110

3 Vergabeverfahren für PPP-Projekte 113

4 Analyse der Bieterstruktur bei PPP-Projekten in Bezug auf die beteiligten Partner 117

5 Typische Leistungen der Bieter für die Angebotserstellung bei PPP-Projekten 119

6 Grundlegendes Leistungsbild für die Angebotserstellung der Bieter bei PPP-Projekten 121

Literatur 124

Leistungsbild Planung bei PPP-Projekten

Zusammenfassung

Bislang existiert kein einheitliches Leistungsbild für die auftragnehmerseitige Planung von PPP-Projekten[1]. Die Entwicklung eines umfassenden Leistungsbildes sollte die in diesem Artikel identifizierten Leistungsschwerpunkte berücksichtigen. Dabei sollte die Unterteilung der Leistungsphasen in die Bereiche Finanzierung/Angebotskoordination, Errichtung und Gebäudemanagement wiedergeben werden und eine Orientierung am typischen Ablauf der Vergabe mit den vier Angebotsstufen Teilnahmewettbewerb, Angebotserstellung und -abgabe, Angebotskonkretisierung sowie Abschlussverhandlung und Zuschlagserteilung stattfinden.

1 Einleitung

Im Rahmen einer PPP übernimmt ein privater Auftragnehmer in der Regel die Planung, die Errichtung, den Betrieb, die Finanzierung und ggf. die Verwertung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen. Durch die Vergabe sämtlicher Leistungen über den Lebenszyklus eines Projekts an einen Bieter bzw. eine Bietergemeinschaft werden Effizienzvorteile erwartet. Um die Effizienzvorteile einer PPP optimal ausschöpfen zu können, ist es erforderlich, die Leistungen in der Planungsphase optimal untereinander abzustimmen, da die Beeinflussbarkeit der Kosten in einem frühen Projektstadium am größten ist. Der Planungsphase kommt insofern eine besondere Bedeutung zu.

[1] In den Untersuchungen zum Leistungsbild interdisziplinäres Projektmanagement für PPP-Hochbauprojekte des AHO aus dem Jahr 2006 wird die Sichtweise des auftraggeberseitigen Projektmanagements eingenommen, so dass die Leistungen der bieterseitigen Angebotserstellung eine untergeordnete Bedeutung haben.

Dieser Artikel befasst sich mit den Grundlagen zur Entwicklung eines Leistungsbilds Planung bei PPP-Projekten[2] aus Sicht der Bieter und geht in diesem Zusammenhang auf die Rolle der in den Prozess eingebundenen Planer ein.

2 Besonderheiten der Planungsphase bei PPP-Projekten

Der Begriff Planen kann aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Arbeitspsychologisch steht er für eine kreative Tätigkeit. Aus methodischer Sicht wird darunter ein Optimierungsprozess unter gegebenen Randbedingungen verstanden *(vgl. Pfarr/Koopmann/Rüster 1989 S. 15)*. Organisatorisch betrachtet ist die Planung eine dem Bauvorhaben vorgeschaltete Phase, in der sowohl die Errichtung der baulichen Anlage und bei ganzheitlicher Betrachtung auch das Gebäudemanagement sowie die Finanzierung des Projekts geplant und optimiert wird.

Bevor der private Partner mit der ersten Leistungsphase, der Planung, beginnen kann, sind von der öffentlichen Hand als Auftraggeber Projektvorbereitungen wie die Festlegung der Projektziele und die Bereitstellung standortrelevanter Unterlagen im Rahmen der Bedarfsermittlung zu treffen. Darüber hinaus erbringt die öffentliche Hand für die Ausschreibungsunterlagen grundlegende Planungsvorleistungen, die dem privaten Partner als Grundlage für seine eigene Planung dienen. In Abhängigkeit vom vorgegebenen Planungsstand der öffentlichen Hand variiert der Umfang der vom privaten Partner zu erbringenden Planung. Der Mindestplanungsstand, den die öffentliche Hand vorgibt, wird durch die Notwendigkeit zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit einer PPP-Maßnahme nach unten begrenzt *(vgl. Kumlehn 2001, S. 50).* Die Vorplanungen der öffentlichen Hand müssen demnach eine Kostenermittlung beinhalten, mit der mindestens die Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit des PPP-Projekts nachgewiesen werden kann.

Die Planungsphase eines PPP-Projekts betrifft grundsätzlich alle folgenden Phasen. Es sind die erforderlichen Leistungen für die Errichtung, das Gebäudema-

[2] Im Rahmen dieses Artikels liegt der Fokus auf PPP-Projekten aus dem Sektor des öffentlichen Hochbaus und innerhalb der Betriebsphase auf den gebäudenahen Dienstleistungen, die nachfolgend unter dem Begriff Gebäudemanagement zusammengefasst werden. Davon abzugrenzen sind allgemeine Dienstleistungen, die zwar innerhalb der baulichen Anlage erbracht werden, von dieser jedoch weitgehend unabhängig sind.

nagement, die Finanzierung und ggf. die Verwertung zu identifizieren sowie die dazugehörigen Kosten über einen Zeitraum von 20 bis 30 Jahren zu ermitteln. Die Zuständigkeiten für Errichtung, Gebäudemanagement und Finanzierung sind bei den Bietern bzw. Bietergemeinschaften in der Regel in unterschiedlichen Bereichen angesiedelt. Häufig sind die jeweiligen Kompetenzen sogar auf rechtlich selbstständige Unternehmen verteilt. Um die Effizienzvorteile durch eine ganzheitliche Betrachtung vollständig erschließen zu können, ist eine übergeordnete Koordination der einzelnen Planungsteams erforderlich. Eine Korrektur der ursprünglichen Planung ist häufig nicht möglich oder mit hohen Kosten verbunden.

Bei der konventionellen Beschaffung werden die für die Leistungsphasen Errichtung, Gebäudemanagement und Verwertung erforderlichen Planungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb des Lebenszyklus erbracht. Mit der Planung der Errichtung wird in der Regel ein Architekt beauftragt, der nach der gültigen Honorarordnung vergütet wird. Die Planung des Gebäudemanagements wird häufig nicht vollständig an ein privates Planungsbüro übertragen, sondern zu großen Teilen von der öffentlichen Hand selbst durchgeführt. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Bestandteile des Gebäudemanagements jeweils von den ausführenden Unternehmen selbst im Rahmen ihrer Angebotserstellung geplant werden. Die Planung der Verwertung wird regelmäßig von der öffentlichen Hand wahrgenommen. Die Herkunft der für die Durchführung der Leistungsphasen notwendigen finanziellen Mittel wird im Rahmen der Planungsphasen von der öffentlichen Hand festgelegt.

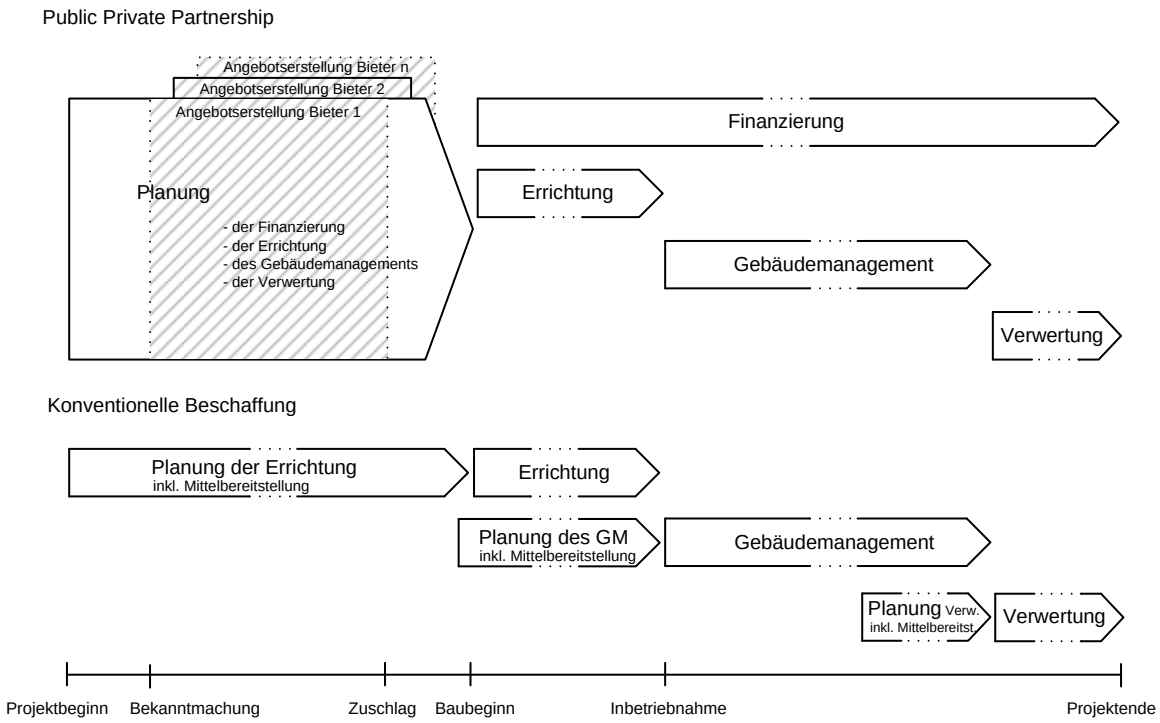


Bild 1: Leistungsphasen über den Lebenszyklus einer öffentlichen Infrastruktureinrichtung

In einem PPP-Projekt werden die Planungen der Leistungsphasen nicht über den Lebenszyklus verteilt, sondern grundsätzlich vor Beginn der Ausführung erbracht. Dabei wird ein erheblicher Teil der gesamten Planung von den öffentlichen Auftraggebern auf die Bieter bzw. Bietergemeinschaften verlagert, die im Rahmen ihrer Angebotserstellungen ganzheitliche Konzepte entwickeln. In diesem Zusammenhang ist die komplexe Planung der Finanzierung über einen Zeitraum von bis zu 30 Jahren im Vergleich zur Planung der Mittelbereitstellung bei einer konventionellen Beschaffung besonders aufwändig. Darüber hinaus werden die für die Angebotserstellung erforderlichen Planungsleistungen nicht nur einmal, sondern von allen zur Angebotsabgabe aufgeforderten Bietern bzw. Bietergemeinschaften erbracht. Obwohl die Planungsleistungen erhebliche Kosten auf Bieterseite verursachen, werden sie im Gegensatz zur konventionellen Beschaffung nicht unmittelbar durch den öffentlichen Auftraggeber vergütet. Die Bieter verrechnen die Kosten ihrer Angebotserstellungen daher regelmäßig über die Gemeinkosten in gewonnenen Projekten.

In Bild 1 werden die Leistungsphasen über den Lebenszyklus einer Einrichtung der öffentlichen Infrastruktur für ein PPP-Projekt und eine konventionelle Beschaf-

fung dargestellt *(vgl. Stolze 2008, S. 34).* Es wird deutlich, dass grundsätzlich die gesamten für ein PPP-Projekt erforderlichen Planungen sowohl Leistungen der Bieter, die im Rahmen ihrer Angebotserstellung erbracht werden, als auch sämtliche Planungsleistungen auf Seiten des öffentlichen Auftraggebers umfassen. Der Fokus dieses Artikels liegt auf den Leistungen und zugehörigen Kosten der Bieter, die mit der Erstellung von Angeboten für ein PPP-Projekt einhergehen. Da die bieterseitigen Leistungen der Angebotserstellung überwiegend planerischen Charakter haben, werden die Begriffe Planungsleistungen und Leistungen in Bezug auf die Angebotserstellung der Bieter sowie daraus abgeleitete Definitionen der Kosten nachfolgend synonym verwendet. Leistungen und Kosten aus dem Bereich des öffentlichen Auftraggebers werden durch entsprechenden Zusatz eindeutig als solche gekennzeichnet.

3 Vergabeverfahren für PPP-Projekte

Für die Vergabe von PPP-Projekten sind das Verhandlungsverfahren und der wettbewerbliche Dialog besonders geeignet, wobei in der deutschen Vergabepraxis bislang fast ausschließlich das Verhandlungsverfahren angewendet wird. Obwohl der Ablauf des Verhandlungsverfahrens im Vergaberecht nicht ausdrücklich vorgeschrieben ist, wird für PPP-Projekte in der Regel das so genannte strukturierte Verhandlungsverfahren gewählt. Empfehlungen zum strukturierten Verhandlungsverfahren werden in Art. 30 Abs. 4 S. 1 RL 2004/18/EG gegeben, nach dem „das Verhandlungsverfahren in verschiedenen aufeinander folgenden Phasen abgewickelt wird, um so die Zahl der Angebote, über die verhandelt wird, anhand der in der Bekanntmachung oder in den Verdingungsunterlagen angegebenen Zuschlagskriterien zu verringern“.

Der Ablauf des strukturierten Verhandlungsverfahrens wird im Rahmen dieses Artikels aus Sicht der Bieter in vier Angebotsstufen gemäß Bild 2 zusammengefasst *(vgl. Stolze 2008, S. 28)*.

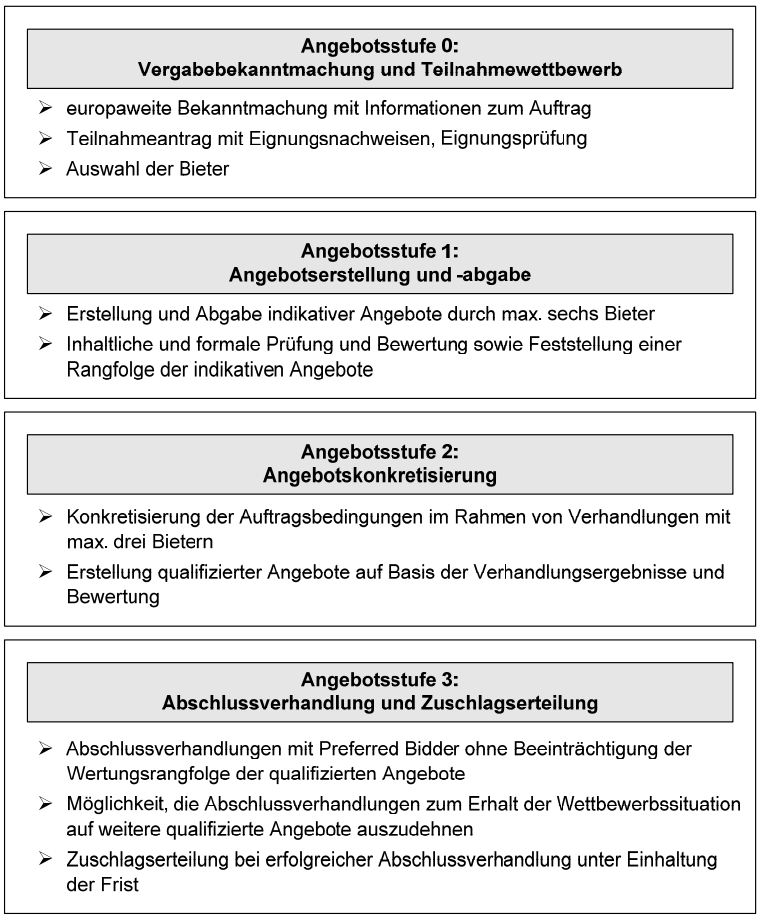


Bild 2: Angebotsstufen des Verhandlungsverfahrens bei PPP-Projekten mit Empfehlung der maximalen Bieteranzahl

Im Teilnahmewettbewerb erfolgt im Kern die Auswahl der Bieter, die in der folgenden Angebotsstufe 1 zur Angebotserstellung aufgefordert werden. Der Teilnahmewettbewerb zählt somit nicht zur Angebotserstellung im engeren Sinne (i .e. S.) und wird daher als **Angebotsstufe 0** bezeichnet. Die Unternehmen werden in dieser Phase des Verhandlungsverfahrens als Bewerber, noch nicht als Bieter bezeichnet. Die Leistungen der Unternehmen in der Angebotsstufe 0 gehören grundsätzlich zur Auftragsakquise.

In der **Angebotsstufe 1** erstellen die ausgewählten Bieter ihre Angebote und müssen diese fristgerecht beim Auftraggeber abgeben, der anhand der bekannten Kriterien eine vorläufige Bewertung vornimmt. Die Anzahl der zur Angebotsabgabe aufgeforderten Bieter sollte gemäß § 8a Nr. 4 VOB/A und § 3a Nr. 1 Abs. 2 VOL/A in der Regel nicht unter drei liegen. Im Teilnahmewettbewerb für PPP-Projekte im öffentlichen Hochbau werden häufig fünf bis sechs Bieter, in einigen Fällen jedoch

auch acht oder mehr, ausgewählt[3]. Die Anzahl der Bieter wird nach unten durch das Wettbewerbsgebot bzw. die Vorgabe der Verdingungsordnungen begrenzt. Für eine Begrenzung nach oben existieren zunächst keine Regelungen[4].

Es ist jedoch zu beachten, dass den ausgewählten Bietern erhebliche Kosten für die Angebotserstellung entstehen und dass eine hohe Bieteranzahl die Wirtschaftlichkeit der Angebote nicht unbedingt positiv beeinflusst. So entscheiden sich erfahrene Bieter immer häufiger, auf eine Angebotsabgabe zu verzichten, wenn sie ihre Chancen, den Auftrag zu erhalten, aufgrund einer zu großen Bieteranzahl gering einschätzen. In der Angebotsstufe 1 sollten nicht mehr als sechs Bewerber zur Angebotsabgabe aufgefordert werden[5].

Nachdem die Angebote durch die ausgewählten Bieter erstellt und abgegeben wurden, werden sie einer inhaltlichen und formellen Prüfung und Bewertung unterzogen. Im Rahmen der formellen Prüfung ist insbesondere die Einhaltung der Frist und Formvorschriften wichtig. Die Bewertung nach sachlichem Grund beinhaltet gemäß § 25 Nr. 3 VOB/A hauptsächlich die Überprüfung auf Angemessenheit des Preises in Bezug auf die Leistung. Anhand der bereits in der Bekanntmachung veröffentlichten Kriterien wird die Wirtschaftlichkeit der Angebote bewertet und eine Rangfolge erstellt.[6]

Auf Grundlage der abgegebenen und bewerteten Angebote werden in der **Angebotsstufe 2** Verhandlungen mit ausgewählten Bietern geführt, mit dem Ziel, die Auftragsbedingungen weiter zu konkretisieren. Dabei ist zu beachten, dass gemäß § 101 Abs. 4 GWB nicht jedem Bieter, der in Angebotsstufe 1 ein annehmbares

---

[3] Ergebnis einer Befragung von Unternehmen mit umfangreicher PPP-Erfahrungen. (v*gl. Stolze 2008, S. 29)*

[4] Im Leitfaden zum strukturierten Verhandlungsverfahren für A- und F-Modelle wird vorgeschlagen, nicht mehr als fünf Bewerber zur Angebotsabgabe aufzufordern (v*gl. BMVBS 2005, S. 77)*. In der Vergabepraxis für A-Modelle werden in der Angebotsstufe 1 in der Regel nur vier Bewerber zugelassen.

[5] Die empfohlene maximale Bieteranzahl in den Angebotsstufen orientiert sich an einer Kosten-Nutzen-Betrachtung und lässt sich nicht unmittelbar aus den vergaberechtlichen Vorschriften ableiten.

[6] Für die in der Angebotsstufe 1 abgegebenen Angebote wird häufig der Begriff indikativ verwendet. Damit soll nach BYOK lediglich zum Ausdruck gebracht werden, dass die Angebote während der Verhandlungen noch abgeändert werden können, nicht jedoch ihr verbindlicher Charakter in Frage gestellt werden. Aus zivilrechtlicher Sicht ist ein Bieter bis zum Ablauf der Angebotsfrist an sein Angebot gebunden *(vgl. Byok 2006 S. 105)*. Allerdings müssen die Angebote der Angebotsstufe 1 noch keinen übermäßig hohen Detaillierungsgrad aufweisen *(vgl. BMVBS/FM NRW 2007 S. 44)*, so dass einzelne Teilaspekte in Abhängigkeit von der Planungstiefe noch offen gehalten werden können.

Angebot abgegeben hat, gleichzeitig ein Recht auf Teilnahme an der Angebotsstufe 2 eingeräumt wird. Entsprechend der gebildeten Rangfolge wird in der Regel mit zwei bis drei Bietern verhandelt. In Anlehnung an die für die Angebotsstufe 1 aufgeführten Gründe sollten nicht mehr als drei Bieter für die Angebotsstufe 2 zugelassen werden.

In der Angebotsstufe 2 wird in der Regel in mehreren Verhandlungsrunden über den Leistungsinhalt und die Konditionen des Auftrags verhandelt, bis letztendlich konkrete, so genannte qualifizierte *(vgl. BMVBS/FM NRW 2007 S. 44),* Angebote der Bieter vorliegen. Der grundlegende Auftragsgegenstand darf in den Verhandlungen nicht verändert werden und es muss eine klare Strukturierung der Verhandlungen für alle Bieter ersichtlich sein *(vgl. Byok 2006 S. 113).*

Nachdem die qualifizierten Angebote der Bieter in eine Wertungsreihenfolge gebracht wurden, werden in der **Angebotsstufe 3** Abschlussverhandlungen mit einem oder mehreren so genannten Preferred Bidder geführt und bei erfolgreichen Verhandlungen wird auch der Zuschlag an einen von diesen erteilt.[7]

Bevor die endgültige Zuschlagserteilung stattfinden kann, sind sämtliche Bieter, die nicht berücksichtigt wurden, hierüber zu informieren. Der Auftraggeber hat seine Entscheidung zu begründen und den Bieter, der den Zuschlag erhalten soll, zu nennen. Nach Ablauf einer Frist von mindestens 14 Tagen darf der Zuschlag erteilt und Verträge dürfen rechtswirksam abgeschlossen werden, solange kein Nachprüfungsverfahren[8] beantragt wurde. Während des gesamten Vergabeverfahrens ist eine ausführliche und lückenlose Dokumentation notwendig.

---

[7] In § 3a Nr. 7 Abs. 2 VOB/A wird ein echter Wettbewerb bis in die Schlussphase der Verhandlungen gefordert. Dadurch wird allerdings nicht ausgeschlossen, dass nur noch mit dem bestplatzierten Bieter Zuschlagsverhandlungen geführt werden, wenn dabei das ursprüngliche Wettbewerbsergebnis nicht beeinträchtigt wird *(vgl. BMVBS/FM NRW 2007 S. 45)*, also wesentliche Änderungen des qualifizierten Angebots unzulässig sind.

[8] Detaillierte Informationen zu den baubetrieblichen Folgen von Nachprüfungsverfahren in *Wanninger/Stolze/Kratzenberg 2006 S. 481 ff.*

4 Analyse der Bieterstruktur bei PPP-Projekten in Bezug auf die beteiligten Partner

Die Angebotserstellung für PPP-Projekte erfordert auf Seiten der Bieter Kenntnisse in der Errichtung, in der Finanzierung und im Gebäudemanagement einer Einrichtung der öffentlichen Infrastruktur, insbesondere in der Planung dieser Bereiche. Aufgrund des umfangreichen Leistungsspektrums ist ein Unternehmen häufig nicht in der Lage, sämtliche Phasen des Lebenszyklus eigenständig zu planen. Schließen sich mehrere Unternehmen zusammen, um im Rahmen der Ausschreibung ein gemeinsames Angebot zu erstellen und abzugeben, entsteht eine Bietergemeinschaft. Obwohl die Rechtsform einer Bietergemeinschaft frei gewählt werden kann, tritt regelmäßig die Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) als Grundform der Personengesellschaften auf *(vgl. Grothaus 2005 S. 251)*. Die Gesellschaft endet, sobald der Gesellschaftszweck, die Erstellung und Abgabe eines gemeinsamen Angebots erfüllt ist; also spätestens mit der Zuschlagserteilung an einen Bieter in der Angebotsstufe 3.

Sind die Kompetenzen und entsprechende Kapazitäten zur Erstellung eines PPP-Angebots in einem Unternehmen vorhanden, kann dieses Unternehmen gegenüber dem öffentlichen Auftraggeber als eigenständiger Bieter auftreten. In diesem Fall werden die Planungen für die Errichtung, die Finanzierung und das Gebäudemanagement häufig in unterschiedlichen Unternehmensbereichen erbracht und müssen daher wie bei der Bietergemeinschaft im Rahmen einer übergeordneten Koordination zu einem vollständigen PPP-Angebot zusammengefügt werden. Die Unterschiede im Prozess der Angebotserstellung zwischen einer aus mehreren Unternehmen zusammengesetzten Bietergemeinschaft und einem eigenständigen Bieter sind insofern gering.

Nachdem der Zuschlag erteilt wurde, formiert sich der obsiegende Bieter bzw. die beteiligten Partner der obsiegenden Bietergemeinschaft zu einer Projektgesellschaft, die für die Abwicklung des PPP-Vorhabens verantwortlich ist. Über die Zusammensetzung einer Projektgesellschaft bei PPP-Projekten sind somit unmittelbare Rückschlüsse auf die Struktur eines Bieters bzw. einer Bietergemeinschaft möglich. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass im Rahmen der Angebotserstellung die Einbindung externer Planer und Berater, sogenannter Sonderfach-

leute, üblich ist.[9] Sind die Leistungen der Sonderfachleute speziell für einen der drei Bereiche Errichtung, Finanzierung oder Gebäudemanagement erforderlich, erbringen sie ihre Leistungen direkt für den jeweiligen Partner bzw. den verantwortlichen Unternehmensbereich. Erbringen die Sonderfachleute übergeordnete Leistungen, sind sie dem Bereich der Angebotskoordination auf der Ebene des Bieters bzw. der Bietergemeinschaft zuzuordnen.

In Anlehnung an den Aufbau einer typischen Projektgesellschaft für PPP-Projekte lässt sich die Bieterstruktur für die Angebotserstellung bei PPP-Projekten wie folgt darstellen:

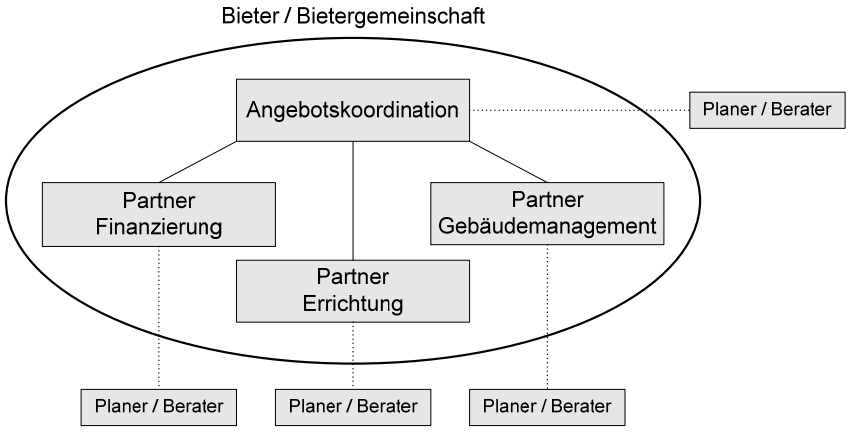


Bild 3: Typische Struktur eines Bieters bzw. einer Bietergemeinschaft für die Angebotserstellung bei PPP-Projekten

Da sich die Angebotserstellung bei PPP-Projekten auf unterschiedliche Unternehmen bzw. Unternehmensbereiche verteilt, kommt der übergeordneten Koordination des PPP-Angebots eine besondere Bedeutung zu. Die Angebotskoordination wird häufig in dem Unternehmensbereich bzw. bei dem Partner der Bietergemeinschaft angesiedelt, der für die Planung der Finanzierung verantwortlich ist, da sich diese über die gesamte Laufzeit des PPP-Projekts erstreckt und auf die Planungsergebnisse der Errichtung und des Gebäudemanagements abgestimmt werden muss.

Für eine Bietergemeinschaft in der Rechtsform einer GbR gilt das Prinzip der gesamtschuldnerischen Haftung, aufgrund derer jeder Gesellschafter wirtschaftlich in

[9] Auch in Unternehmen mit weitreichender PPP-Erfahrung wird die Einbindung externer Planer und Berater bei der Angebotserstellung für PPP-Projekte als unverzichtbar angesehen (v*gl. Hofmann 2005 S. 23)*.

der Lage sein muss, die Leistungen der anderen Gesellschafter zu erfüllen. Da ein durchschnittliches Planungsbüro nicht die dafür notwendige wirtschaftliche Leistungsfähigkeit besitzt, sind Planer in der Regel nicht rechtlich an der Bietergemeinschaft beteiligt. Die vertragliche Bindung der Planer an eine Bietergemeinschaft lässt sich vereinfacht anhand der folgenden drei Fälle unterscheiden *(vgl. Stolze 2008, S. 97)*. Die extern beauftragten Planer erhalten

1. vom Bieter für ihre Leistungen im Rahmen der Angebotserstellung eine entsprechende Vergütung.
2. vom Bieter ein Grundhonorar und zusätzlich wird ein Erfolgshonorar vereinbart, das nur beim Erreichen bestimmter Ziele ausgezahlt wird.
3. für ihre Leistungen im Rahmen der Angebotserstellung keine Vergütung. Erhält jedoch der Bieter, der ihr Auftraggeber ist, den Zuschlag für das Projekt, werden sämtliche Aufträge, die mit der weiteren Planung des Projekts in Zusammenhang stehen, an diesen Planer vergeben und entsprechend vergütet.

Durch die besonderen Auftragsbedingungen in den beiden letzten Fällen werden erhebliche Risiken von der Bietergemeinschaft auf den Planer übertragen. Als Ausgleich zum ersten Fall sollten die Planer daher die Chance haben, im Erfolgsfall einen höheren Gewinn zu erzielen.

5 Typische Leistungen der Bieter für die Angebotserstellung bei PPP-Projekten

Die für die Angebotserstellung eines Bieters oder einer Bietergemeinschaft erforderlichen Planungsleistungen werden entweder in unterschiedlichen Bereichen eines Unternehmens oder von unterschiedlichen Partnern einer Bietergemeinschaft erbracht. In beiden Fällen werden regelmäßig Leistungen externer Berater und Planer für die Angebotserstellung in Anspruch genommen. Darüber hinaus sind diese Planungsleistungen im Rahmen einer übergeordneten Angebotskoordination zu einem abgabereifen PPP-Angebot zusammenzuführen. Dabei umfasst die Angebotskoordination auch den Einkauf externer Leistungen, die sich nicht eindeutig einem der drei Bereiche Errichtung, Finanzierung oder Gebäudemanagement zuordnen lassen. Die Koordination der Planungsleistungen wird häufig im Bereich der Finanzierung angesiedelt.

Neben der Unterteilung der Leistungen für die Angebotserstellung in drei Leistungsbereiche sowie in interne und externe Leistungen ermöglicht die Zuordnung der Leistungen zu den bereits erläuterten vier Angebotsstufen eine weitere Differenzierung. Dementsprechend lassen sich die bieterseitigen Planungsleistungen für die Angebotserstellung gemäß Bild 4 unterteilen *(vgl. Stolze 2008, S. 38)*. Es wurde bereits festgestellt, dass der Teilnahmewettbewerb nicht der Angebotserstellung i. e. S. zuzurechnen ist. In dieser Stufe wählt der Auftraggeber aus den teilnehmenden Bewerbern eine bestimmte Anzahl als Bieter aus und fordert diese zur Angebotserstellung und -abgabe auf. Durch das in der Abbildung abgehobene Würfelstück wird die Abgrenzung zwischen Teilnahmewettbewerb und Angebotserstellung i. e. S. der folgenden drei Angebotsstufen verdeutlicht.

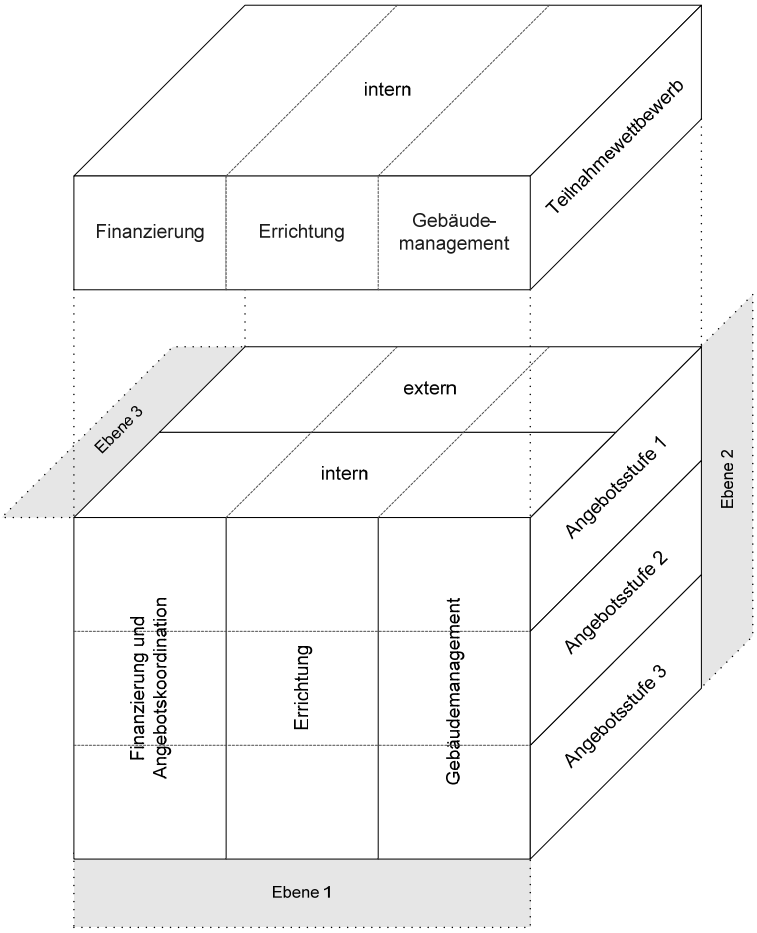


Bild 4: Ebenen der bieterseitigen Leistungen für die Angebotserstellung bei PPP-Projekten

Die Planungsleistungen der Bieter für die an den Teilnahmewettbewerb anschließende Angebotserstellung werden auf der **Ebene 1** den drei **Leistungsbereichen** Finanzierung/Angebotskoordination, Errichtung und Gebäudemanagement zugeordnet

Eine Unterscheidung der Leistungen anhand der **Angebotsstufen** wird auf der **Ebene 2** vorgenommen. Diese Ebene beschreibt den Prozess der Angebotserstellung chronologisch, wobei eindeutige Meilensteine die Angebotsstufen voneinander trennen.

Auf der **Ebene 3** können die in den drei Kategorien erbrachten Leistungen jeweils in **interne und externe Leistungen** unterschieden werden[10]. Interne Leistungen sind vor allem die Leistungen der Mitarbeiter in den an der Bietergemeinschaft beteiligten Unternehmen. Von Planern und Beratern erbrachte Leistungen sind dem Bereich der externen Leistungen zuzuordnen, sofern die Leistungserbringer keine Partner der Bietergemeinschaft sind und auch sonst keine gesellschaftsrechtlichen Verbindungen zu einem der Partner bestehen.

Die Zuordnung von Leistungen zu den Bereichen intern und extern ist nicht abhängig von dem Gegenstand der Leistung selbst, sondern davon, wo diese Leistung erbracht wurde. So ist es beispielsweise möglich, dass die Erstellung eines Finanzmodells in einem Fall durch einen beim Bieter angestellten Fachmann und in einem anderen Fall durch einen externen Berater erfolgt. Es hängt also davon ab, in welcher Organisation die Leistung tatsächlich erbracht wird.

6 Grundlegendes Leistungsbild für die Angebotserstellung der Bieter bei PPP-Projekten

Mit der im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Unterteilung ist eine redundanzfreie Abgrenzung der für die Angebotserstellung erforderlichen bieterseitigen Leistungen bei PPP-Projekten möglich. Eine abschließende Auflistung sämtlicher Einzelleistungen, die für die Angebotserstellung bei PPP-Projekten erforderlich sind, ist aufgrund der unternehmensspezifischen Unterschiede bei der Angebotserstellung nicht zweckmäßig und auf der Ebene interner und externer Leistungen

[10] Für den Teilnahmewettbewerb in der Angebotsstufe 0 werden in der Regel keine externen Leistungen in Anspruch genommen, so dass hier auf eine Unterteilung verzichtet wird.

im Voraus sogar unmöglich. Zudem würde es innerhalb eines Leistungsbereichs zu Überschneidungen unterschiedlicher Einzelleistungen kommen.

Die Tabelle 1 gibt jedoch einen Überblick über die Leistungsschwerpunkte für jeden Leistungsbereich *(vgl. Stolze 2008, S. 40)*. Eine allgemeingültige Unterscheidung in interne und externe Leistungen ist aus den bereits genannten Gründen nicht darstellbar. Die in der Tabelle aufgeführten Leistungsschwerpunkte haben erläuternden Charakter und bieten Hilfestellung bei der Zuordnung von Einzelleistungen zu den jeweiligen Leistungsbereichen.

Die Zusammenstellung der Eignungsnachweise in der **Angebotsstufe 0** verursacht im Vergleich zu den Leistungen der folgenden Angebotsstufen einen relativ geringen Aufwand, insbesondere bei einer wiederholten Teilnahme eines Bieters oder einer Bietergemeinschaft an PPP-Projekten mit vergleichbaren Rahmenbedingungen.

Tabelle 1: Leistungsschwerpunkte der Bieter bei der Angebotserstellung für PPP-Projekte

Angebotsstufe	**Bereich**		
intern/extern	**Finanzierung/ Angebotskoordination**	**Errichtung**	**Gebäudemanagement**
Stufe 0 Teilnahmewettbewerb	Zusammenstellung der Eignungsnachweise, Koordination Teilnahmewettbewerb	Zusammenstellung der Eignungsnachweise	Zusammenstellung der Eignungsnachweise
Stufe 1 Angebotserstellung und -abgabe	Entwicklung eines Finanzierungskonzepts, Strategiebildung und Steuerung der beteiligten Partner	Erstellung der Generalplanung, Kalkulation und Kostenermittlung auf Basis der Planung	Erstellung des Bewirtschaftungskonzepts, Kalkulation auf Basis des Konzepts
Stufe 2 Angebotskonkretisierung	Erhöhte Detaillierung der Finanzierung, Vor- und Nachbereitung der Verhandlungsgespräche	Konkretisierung des Entwurfs und Anpassung der Kalkulation	Konkretisierung der Konzeption und Anpassung der Kalkulation
Stufe 3 Abschlussverhandlung und Zuschlagserteilung	Fixierung der Finanzierung, Endverhandlung sämtlicher Verträge	Vorbereitung und Durchführung der Abschlussverhandlungen	Vorbereitung und Durchführung der Abschlussverhandlungen

In der **Angebotsstufe 1** stellt die Strategiebildung und Steuerung der beteiligten Partner und die Entwicklung des Finanzierungskonzepts den Leistungsschwerpunkt im Bereich Finanzierung/Angebotskoordination dar. Wird von den Bietern eine Projektfinanzierung angeboten, sind regelmäßig auch externe Beratungsleistungen erforderlich.

Die Planung der Errichtung beinhaltet die Erstellung der Generalplanung sowie die Kalkulation und Kostenermittlung auf Grundlage der Planung, wobei auch die Möglichkeit einer vorgegebenen Planung besteht, die dann überprüft und überarbeitet werden muss. Da bei der Angebotserstellung für PPP-Projekte die Erstellung der Generalplanung häufig an Ingenieure und Architekten vergeben wird, ist ein erheblicher Teil der Planungsleistungen dem Bereich der externen Leistungserbringung zuzuordnen.

Im Rahmen der Planung des Gebäudemanagements werden die erforderlichen Leistungen in der Regel intern erbracht. Der Leistungsschwerpunkt beinhaltet die Erstellung des Bewirtschaftungskonzepts und die Angebotskalkulation auf Grundlage der Konzeption.

In der **Angebotsstufe 2**, der Angebotskonkretisierung, werden Verhandlungen auf der Basis des Angebots aus der vorangegangenen Angebotsstufe geführt. Die Vergabestelle hat in der Regel höhere Anforderungen an den Detaillierungsgrad der Planung, so dass erneut Leistungen von externen Sonderfachleuten erbracht werden, um die von ihnen erstellte Planung zu konkretisieren.

Zu Beginn der **Angebotsstufe 3** weisen die Angebote der Bieter einen hohen Detaillierungsgrad auf, so dass der Schwerpunkt der Leistungen im Bereich der Finanzierung/Angebotskoordination liegt und sich die Leistungen in den Bereichen Errichtung und Gebäudemanagement auf die Mitwirkung bei den Abschlussverhandlungen konzentrieren. Die Abschlussverhandlungen haben unter anderem die Vergütung und die Risikoteilung zum Gegenstand. Eine besondere Rolle insbesondere bei Projektfinanzierungen nimmt die so genannte Due Dilligence ein, in der das gesamte Projekt einer eingehenden Prüfung in Bezug auf wirtschaftliche, technische und juristische Aspekte unterliegt. Die hauptsächlich extern durchgeführte Due Dilligence wird von der oder den finanzierenden Banken veranlasst, um eine Grundlage für die Festlegung der endgültigen Finanzierungskonditionen zu schaffen.

Literatur

AHO, Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e. V. (2006). „Untersuchungen zum Leistungsbild, zur Honorierung und zur Beauftragung von Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft“, Heft 9, 2. vollständig überarb. und erw. Aufl., Berlin, Bundesanzeiger Verlag, 2004.

BMVBS, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung *(2005).* „Leitfaden Strukturiertes Verhandlungsverfahren für die Vergabe der Betreibermodelle im Bundesfernstraßenbau (A- und F-Modelle)“, http://www.vifg.de/pdf/2005_04_08_Leitfaden_Konzept.pdf., Stand: 2005, Download: 04/2007.

BMVBS/FM NRW, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (2007). „PPP im Hochbau – Vergaberechtsleitfaden“, http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1014345/PPP-im-Hochbau-Vergaberechts-leitfaden.pdf., Stand: 2007, Download: 08/2007.

Byok J. (2006). „Das Verhandlungsverfahren : Praxishandbuch für die sichere Auftragsvergabe unter besonderer Berücksichtigung von PPP-Projekten“, Köln; Berlin; München , Carl Heymanns Verlag, 2006.

Grothaus C. (2005). „Projektgesellschaft und Bieterkonsortium“ In: Meyer-Hofmann B.; Riemenschneider F.; Weihrauch O. (Hrsg.). „Public Private Partnership- Gestaltung von Leistungsbeschreibung, Finanzierung, Ausschreibung und Verträgen in der Praxis“, Köln ; Berlin ; München , Carl Heymanns Verlag, 2005, S. 234-255.

Hofmann A. G. (2005). „PPP-Verfahren aus Bietersicht“ In: Meyer-Hofmann B. ; Riemenschneider F.; Weihrauch O. (Hrsg.). „Public Private Partnership- Gestaltung von Leistungsbeschreibung, Finanzierung, Ausschreibung und Verträgen in der Praxis“, Köln ; Berlin ; München , Carl Heymanns Verlag, 2005, S. 22-34.

Kumlehn F. (2001). „Ausschreibungs- und Vergabemodell für private Vorfinanzierungs- und PPP-Projekte im Bausektor“, Schriftenreihe Heft 32. Braunschweig: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, 2001.

Pfarr K.; Koopmann M. ; Rüster D. (1989). „Was kosten Planungsleistungen? Kalkulieren – aber richtig!“, Springer-Verlag, 1989.

Stolze S.-F. (2008). „Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten - Ermittlungssystematik mit Anwendungsbeispiel“, Schriftenreihe Heft 47. Braunschweig: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, 2008.

Wanninger R.; Stolze S.-F.; Kratzenberg R. (2006). „Auswirkung von Vergabenachprüfungsverfahren auf die Kosten öffentlicher Baumaßnahmen“, In: NZBau Neue Zeitschrift für Baurecht und Vergaberecht, München; Frankfurt a. M.; Berlin, Verlag C. H. Beck, Nr. 8/2006, 2006, S. 481-486.

Dipl.-Ing. Philipp Stichnoth

Entwicklung von Empfehlungen zur Standardisierung von Service-Level-Agreements bei PPP-Schulprojekten

Dipl.-Ing. Philipp Stichnoth
Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Baubetriebswirtschaft
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 129

1 Einleitung 129

2 Die Relevanz von Service-Level-Agreements im Gebäudebetrieb 130

2.1 Begriffsdefinition und charakteristische Merkmale 130

2.2 Service-Level-Agreements als Bestandteil von PPP-Verträgen 132

2.3 Gestaltungsmöglichkeiten von Service-Level-Agreements im Rahmen von PPP-Projekten 133

3 Service-Level-Agreements bei PPP-Schulprojekten 136

3.1 Durchführung einer Projektanalyse 136

3.2 Vereinbarung von Fristen zur Mangelbeseitigung 138

3.3 Vergütungsregelungen 140

3.4 Unterschiede zu PPP-Schulprojekten in GB 142

4 Entwicklung von Empfehlungen zu standardisierten Service-Level-Agreements 143

5 Fazit und Ausblick 146

Literatur 147

Entwicklung von Empfehlungen zur Standardisierung von Service-Level-Agreements bei PPP-Schulprojekten

Zusammenfassung

Service-Level-Agreements sind in verschiedenen Dienstleistungsbereichen ein vertragliches Instrument, mit Hilfe dessen vereinbarte Dienstleistungen hinsichtlich der Qualität und des Umfangs messbar gestaltet werden. In der jüngeren Vergangenheit haben sich diese Vereinbarungen auch in den Betriebsverträgen im Rahmen von PPP-Projekten im Hochbau etabliert. Der öffentliche Auftraggeber wird durch Service-Level-Agreements in die Lage versetzt, die Leistungen des privaten Auftragnehmers besser kontrollieren zu können, um bei Abweichungen vertraglich festgelegte Vergütungsabzüge vorzunehmen.

Eigene Untersuchungen von aktuellen PPP-Schulprojekten haben gezeigt, dass die abgeschlossenen Service-Level-Agreements stark voneinander abweichen, obwohl die Betriebs- und Instandhaltungsleistungen bei den betrachteten Projekten durchaus miteinander vergleichbar sind. Der vorliegende Aufsatz thematisiert diese Differenzen und zeigt darüber hinaus Unterschiede zu einigen Projekten in Großbritannien auf. Des Weiteren werden erste Empfehlungen hinsichtlich standardisierter SLA's vorgestellt, welche sowohl für den Auftraggeber, als auch für den Auftragnehmer wesentliche Vorteile hinsichtlich der Erstellung und Auswertung der Ausschreibungsunterlagen bzw. der Kalkulation der Betriebs- und Instandhaltungsleistungen mit sich bringen.

1 Einleitung

Aufgrund der bereits seit Jahren angespannten öffentlichen Haushaltslage in Deutschland ist im Bereich des öffentlichen Hochbaus ein enormer Investitionsstau entstanden. Besonders im Bereich des Schulbaus liegen die tatsächlichen Investitionen weit hinter dem erforderlichen Investitionsbedarf.

Einen Beitrag zur Lösung dieses Konflikts leisten Public-Private-Partnership-Modelle (PPP-Modelle), bei denen öffentliche Aufgaben unter Einbindung privaten Kapitals und Fachwissens erfüllt werden. Als PPP-Modelle im engeren Sinne werden Vertragsmodelle bezeichnet, welche neben Planung, Finanzierung und Bau-

leistungen auch noch Leistungen aus dem Betrieb und der Instandhaltung der Objekte einschließen.

In der Betriebsphase derartiger Projekte werden die Dienstleistungen des privaten Auftragnehmers seitens des öffentlichen Auftraggebers häufig über Bewertungsmechanismen beurteilt. Diese Beurteilung kann sowohl eine zusätzliche Vergütung (Bonus) als auch einen Vergütungsabzug (Malus) nach sich ziehen. Die zugrunde liegenden qualitativen und quantitativen Vereinbarungen, welche i.d.R. mit konkreten Anforderungen verbunden sind, werden als Service-Level-Agreements bezeichnet.

2 Die Relevanz von Service-Level-Agreements im Gebäudebetrieb

2.1 Begriffsdefinition und charakteristische Merkmale

Die vertragliche Vereinbarung von Service-Level-Agreements (SLA's) hat seit Beginn der 80er Jahre im Rahmen von Dienstleistungsverträgen eine enorme Entwicklung vollzogen. Die Ursprünge dieser Vereinbarungen über Dienstleistungsniveaus bzw. -standards sind im IT-Management zu finden. Die Bandbreite der SLA's reicht von der Messung rein technischer Dienstleistungen bis hin zu einem integrativen Bestandteil des Controllingsystems von Dienstleistern *(vgl. Walther 2006 S.1)*.

Eine für die vorliegende Arbeit zutreffende Definition für den Begriff der Service-Level-Agreements lautet: „Ein Service-Level-Agreement stellt eine Vereinbarung zwischen einem Leistungsempfänger und einem Leistungserbringer (auch Provider) dar, eine definierte Leistung mit einer bestimmten Qualität (Service-Level) in einem bestimmten Umfang zu erbringen *(Klingebiel 2005, S. 465)*." Hinzuzufügen ist dieser Definition, dass die zwischen Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) vereinbarten Leistungen zumeist in einem definierten Zeitraum zu erbringen sind. Walther *(vgl. Walther 2006, S. 10 ff.)* fasst in seinen Ausführungen zusammen, dass SLA's eine spezielle Form der Leistungsvereinbarung sind, in welchen die wichtigsten Eckpunkte einer Dienstleistung (z.B. Umfang, Qualität, Kosten) festgehalten werden. Hierbei wird häufig ein vom Kunden annehmbares Minimum

an Qualität festgelegt. Wird dieses unterschritten, erfolgen seitens des AG zumeist vertraglich vereinbarte Vergütungskürzungen.

Das wesentliche Merkmal von SLA's ist die vertragliche Vereinbarung von Zielgrößen oder **Service-Levels**. Diese Zielgrößen können sowohl die **Verfügbarkeit** von z.B. Gebäudeteilen oder -elementen, die **Reaktionszeiten** auf sowie die **Behebungszeiten** von Mängeln, oder aber die festgelegten **Qualitäten** bestimmter Dienstleistungen sein. Bei der Vereinbarung von Service-Levels ist es von Bedeutung, dass die Zielgrößen messbar sind. Die Vertragsparteien müssen in die Lage versetzt werden, die Übereinstimmung der erbrachten Leistungen mit den vereinbarten Service-Levels nachvollziehen zu können. Hierzu werden **Service-Messgrößen** (auch Service-Indikatoren) eingeführt, welche den jeweiligen Erfüllungsgrad der Service-Levels anzeigen. Diese Service-Messgrößen können direkt mit den Zielgrößen übereinstimmen (z.B. die Verfügbarkeit), oder aber diese indirekt repräsentieren bzw. sich diesen annähern. Weiterhin muss im Rahmen der Vereinbarung von Service-Level-Agreements festgelegt werden, welche Verfahren bei Abweichungen von Indikatoren oder bei dem Auftreten von Fehlern befolgt werden. Den SLA's sind hierbei insbesondere Regelungen hinsichtlich der aus Abweichungen resultierenden Vergütungsabzüge seitens des AG zu Grunde zu legen. Werden keine Vergütungsabzüge vereinbart, so greift z.B. bei einer Gestaltung der Servicebeziehung in Form eines Dienstvertrages lediglich die allgemeine Schadenersatzregelung gemäß §280 ff. BGB, was zur Folge hat, dass der Geschädigte den entstandenen Schaden nachweisen muss *(vgl. Walther 2006 S.14)*.

Die Einführung von SLA's im Rahmen von Betriebs- und Instandhaltungsverträgen für Gebäude bringt mehrere Vorteile für beide Vertragspartner mit sich:

- Verbesserung der Qualität der (Dienst-) Leistungen durch schriftlich fixierte Vorgaben
- Transparente Regelung der Parameter der zu erbringenden (Dienst-) Leistungen
- Begrenzung des Risikos für den AG für den Fall des Auftretens von Mängeln aufgrund eindeutiger Regelungen
- Rechts- und Planungssicherheit für die beteiligten Vertragsparteien
- Reduzierung des Verwaltungs- und Kontrollaufwands für den AG

2.2 Service-Level-Agreements als Bestandteil von PPP-Verträgen

Der überwiegenden Anzahl der Ausschreibungen von PPP-Projekten liegen outputorientierte Leistungsbeschreibungen zu Grunde. Diese funktionalen Leistungsbeschreibungen bringen für den öffentlichen AG den Vorteil mit sich, dass dieser die jeweils benötigte Funktion - z.B. eines Gebäudeteils - vorgeben kann und umfangreiche Planungsleistungen auf den privaten AN übertragen werden. Der private AN wird im Gegensatz zu herkömmlichen Vergabeverfahren in die Lage versetzt, sein Fachwissen bei der Planung einzubringen und Optimierungsvorschläge zu unterbreiten. Der Preiswettbewerb unter den beteiligten Bietern wird somit zu einem Kompetenzwettbewerb ausgeweitet.

PPP-Projekte im engeren Sinn vereinen Leistungen des gesamten Lebenszyklus in sich. Der private AN übernimmt sowohl die Planung, als auch den Bau, die Finanzierung, den Betrieb und die Verwertung der Objekte. Die Betriebsphase bei PPP-Projekten beinhaltet diverse Dienstleistungen, welche bei herkömmlichen Projektabwicklungsverfahren von der öffentlichen Hand erledigt werden, und an welche besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Eine gesetzliche Grundlage für die Erbringung von Dienstleistungen ist §611 BGB, aus welchem sich im weitesten Sinne die Verpflichtung eines Dienstleisters ergibt, die versprochenen Dienste zu erbringen. Inhalt und Umfang der Leistungen sind jedoch vertraglich unter den Vertragspartnern zu vereinbaren. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass auf gesetzliche Umschreibungen der zu erbringenden Dienstleistungen, oder gar auf definierte Qualitäten, nicht zurückgegriffen werden kann. Für die Vertragspartner besteht daher die Notwendigkeit, die zu erbringenden Dienstleistungen in einer Vertragsanlage zu definieren (*PPP-Task-Force NRW 2003, S.11)*.

Diese Vertragsanlage ist bei PPP-Projekten i.d.R. eine funktionale Leistungsbeschreibung mit dazugehörigen SLA’s. In der Praxis beinhalten die SLA’s im Rahmen von PPP-Projekten insbesondere die Definition qualitativer Standards für Leistungen anhand objektiv messbarer Größen, verknüpft mit Sanktionsregelungen für den Fall der Nichterfüllung. Aufgrund der Tatsache, dass keine gesetzlichen Bestimmungen zur Qualität einer Dienstleitung existieren, gehören die SLA’s zu den Kernelementen eines PPP-Vertrags. Insbesondere dann, wenn ein Hoheitsträger ein privatwirtschaftliches Unternehmen mit der Erfüllung öffentlicher Aufgaben beauftragt (*PPP-Task-Force NRW 2003, S.12 ff.)*.

2.3 Gestaltungsmöglichkeiten von Service-Level-Agreements im Rahmen von PPP-Projekten

Service-Level-Agreements unterscheiden sich grundsätzlich in der Service-Definition, welche die Festlegung eines Outputs oder aber die Beschreibung des Inputs umfasst. Je nach Ausprägung der Service-Definition lassen sich SLA's in drei Kategorien unterteilen *(vgl. Walther 2006 S.12 f.)*:

- **Inputorientierte SLA's** (Inputstandardisierung)
  Inputfaktoren werden hinsichtlich Qualität und Quantität festgelegt. Über messbare Kennzahlen werden die Anforderungen vereinbart. Diese Kennzahlen beziehen sich z.B. auf die einzusetzenden Kapazitäten (Mitarbeiter, Sachmittel).
- **Verrichtungs- und prozessorientierte SLA's** (Prozessstandardisierung)
  Kernelement dieser SLA's sind Kennzahlen zur Beurteilung des Leistungserstellungsprozesses, wie z.B. Verfügbarkeit oder Vereinbarungen zur Reaktionszeit.
- **Outputorientierte SLA's** (Outputstandardisierung)
  Hierbei beinhalten die SLA's insbesondere Kennzahlen zur Qualitätsbeurteilung des Serviceergebnisses.

Die einzelnen Kategorien lassen sich der Praxis nicht immer eindeutig voneinander abgrenzen. So können beispielsweise Verfügbarkeitskennzahlen sowohl als Anforderung an den Dienstleistungsprozess als auch an den Dienstleistungsoutput definiert werden. SLA's im Rahmen von PPP-Projekten sind daher sowohl den verrichtungs- und prozessorientierten SLA's, als auch den outputorientierten SLA's zuzuordnen. Aufgrund der den PPP-Verträgen zu Grunde liegenden funktionalen Leistungsbeschreibungen stellen inputorientierte SLA's eine Ausnahme dar.

Der öffentliche AG verfolgt im Rahmen von PPP-Verträgen das primäre Ziel, während der Betriebsphase die Gebäude in einem einheitlichen, guten und funktionsgerechten Zustand zu erhalten, um der Daseinsvorsorge gegenüber den Nutzern der Gebäude gerecht zu werden. Wie bereits erläutert, werden zu diesem Zweck Service-Level-Agreements vereinbart, mit dem Ziel, den privaten AN dazu zu veranlassen, geeignete Maßnahmen zur Erreichung dieses Hauptziels zu treffen. Ein Mangel liegt dann vor, wenn ein festgelegter Service-Level unterschritten wird. Bei

PPP-Projekten werden i.d.R. Fristen für die Mangelbeseitigung vereinbart (siehe Bild 1).

Bei einer Überschreitung dieser Fristen kommt es nach einem ebenfalls festgelegten Malus-System zu Vergütungsabzügen durch den AG. Üblicherweise sind die Fristen unterteilt in Ansprech-, Reaktions- und Behebungszeiten. Die Ansprechzeit ist der Zeitraum von der Mangelfeststellung durch den AG bis zur Entgegennahme der Mangelmeldung durch den AN. Die Reaktionszeit ist der Zeitraum vom Eingang der Mangelmeldung bis zum Beginn der Mangelbeseitigung durch den AN und die Abstellzeit ist die vereinbarte Frist für die Mangelbeseitigung inkl. Rückmeldung an den AG. Die Gesamtzeit wird als Behebungszeit bezeichnet.

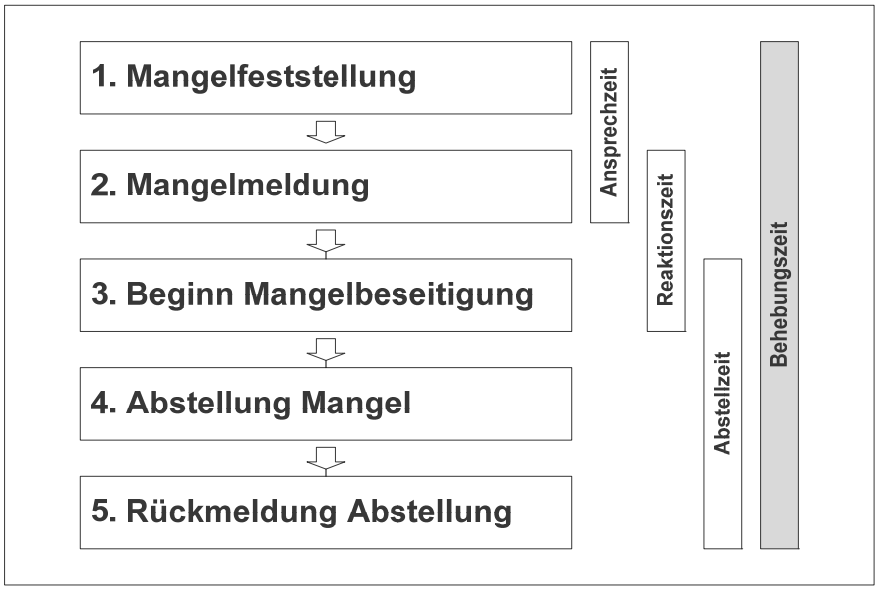


Bild 1: Abgrenzung einzuhaltender Fristen beim Auftreten von Mängeln

Neben einer Festlegung der einzuhaltenden Fristen für die Mangelbeseitigung sollten ebenfalls Mindestqualitäten festgelegt werden. Je eindeutiger dieses im Vorfeld geschieht, desto einfacher lassen sich auftretende Mängel in der Betriebsphase einordnen. In Bild 2 sind die erforderlichen Qualitäten der Zustandsklassen einzelner Gebäudeelemente inkl. der vorgegebenen Fristen für die Mangelbeseitigung dargestellt. Der erforderliche Zustand der Gebäude und Außenanlagen wird mit dem Zustand 1 festgelegt. Allen weiteren Zustandsklassen wird in abgestuften Prioritäten eine Behebungszeit zugeordnet *(vgl. BMVBS 2007, S. 79).*

Ansprechzeit: Ein vom Auftragnehmer benannter Vertreter muss innerhalb einer halben Stunde erreichbar sein, um den Mangel aufzunehmen und die Mangelbeseitigung einzuleiten				
Technisches Gebäudemanagement				
Beschreibung	**Zustandsklassen**			
	1	**2**	**3**	**4**
	erforderl. Zustand	**leichter Mangel**	**mittlerer Mangel**	**grav. Mangel**
Unterhaltung				
Außenhaut				
Dacheindeckung	ohne Schäden, leichte Abnutzung	Verschmutzungen, Teilbereiche, welche für die Funktion nicht relevant sind, sind auszubessern, optische Mängel	Teilbereiche sind auszubessern, Teilbereiche sind überaltert	Unfall- bzw. Verletzungsgefahr, Undichtigkeiten, lose Teile
Fassade	ohne Schäden, leichte Abnutzung	Verschmutzungen, kleinere Risse, sichtbare Verwitterungen, Graffiti mit kleineren Beeinträchtigungen	Risse, Abplatzungen, feuchte Kellerwände, Überalterung, lose Teile	Graffiti mit wesentlicher Beeinträchtigung, Unfall- bzw. Verletzungsgefahr
Reaktionszeiten	·/·	2 Wochen	3 Tage	2 Stunden
Behebungszeiten	·/·	4 Wochen	1 Woche	1 Tag
Heizungsanlage				
Gasversorgung, Kessel, Brenner, Regelung	ohne Schäden	Zeitweilige Kessel-, Brennerstörung, Störung Regelung geringfügig genutzter Bereiche, Verschmutzungen, defekte Isolierung, leichte Korrosion	Störung Regelung für stark genutze Bereiche, länger andauernde Kessel-, Brennerstörung	komletter Ausfall, defekte sicherheitsrelevante Installationen Gasversorgung und Kessel
Reaktionszeiten	·/·	1 Woche	3 Tage	2 Stunden
Behebungszeiten	·/·	4 Wochen	1 Woche	1 Tag
Türen				
Türblatt	ohne Schäden, leichte Abnutzung	Verschmutzungen, Farbabplatzungen, Kratzer, Absplitterungen, leichte Wind- und Wasser-durchlässigkeit	Löcher, Verformungen Korrosion, Absplitterungen, Überalterung	Funktionsfähigkeit erheblich beeinträchtigt oder nicht gegeben
Reaktionszeiten	·/·	2 Wochen	3 Tage	2 Stunden
Behebungszeiten	·/·	4 Wochen	1 Woche	1 Tag

Bild 2: Beispiel für die Vereinbarung von Reaktions- und Behebungszeiten *(in Anlehnung an BMVBS 2007)*

Eine ergänzende Regelung zur Sicherstellung der Nutzbarkeit der Objekte ist die Vereinbarung von Verfügbarkeitskategorien für festgelegte Nutzungsbereiche über die gesamte Vertragslaufzeit. Ziel dieser Vereinbarungen im Rahmen der SLA's ist es, den Grad der Verfügbarkeit über einen festen Zeitraum so zu beschreiben, dass dieser in den Vergütungsmechanismus mit einfließen kann. Zunächst müssen hierfür die Nutzungsbereiche in Prioritätskategorien eingeteilt werden, um diese entsprechend ihrer Relevanz für den AG/Nutzer bewerten zu können. Bei ei-

nem Krankenhaus wären z.B. die Operationssäle einer höheren Prioritätskategorie zuzuordnen als die Aufenthaltsräume. In einem weiteren Schritt sind den einzelnen Prioritätskategorien abgestuft Ausfallzeiten zuzuordnen. Die Bewertung und die daraus resultierenden Vergütungsabzüge ergeben sich aus den kumulierten Ausfallzeiten der Nutzungsbereiche pro Monat *(vgl. BMVBS 2007, S. 80 ff.).*

Bei PPP-Projekten im Hochbau ist es durchaus üblich, dass die maximale Höhe der Verbräuche von Heizenergie, elektrischer Energie und Trinkwasser (tlw. auch das Abfallaufkommen) vertraglich festgelegt wird. Diese Quantifizierung lässt sich ebenfalls in SLA's festhalten. Eine Überschreitung der Verbrauchswerte führt dann zu einem Vergütungsabzug durch den AG. Bei Unterschreitungen, welche durch den AN durch z.B. energiesparende Maßnahmen durchaus zu erzielen sind, kann der AG dem AN einen Teil der eingesparten Kosten über einen Bonus als zusätzlichen Erlös zukommen lassen.

Prioritäts-kategorie	**Räume / Flächen der Nutzungsbereiche**	**Verfügbarkeitskategorien** [Ausfallzeit in Minuten pro Monat]			
		1	2	3	4
1	Nutzungsbereich 1	= 0	<= 45	<= 180	> 180
2	Nutzungsbereich 2	= 0	<= 45	<= 180	> 180
3	Nutzungsbereich 3	= 0	<= 90	<= 270	> 270
4	Nutzungsbereich 4	= 0	<= 90	<= 270	> 270

Bild 3: Festlegung von Verfügbarkeiten im Rahmen von SLA's *(in Anlehnung an BMVBS 2007)*

3 Service-Level-Agreements bei PPP-Schulprojekten

3.1 Durchführung einer Projektanalyse

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Standardisierungsansätze für die Kalkulation von Betriebs- und Instandhaltungsleistungen bei PPP-Projekten im Schulbau", welches derzeit in Kooperation mit der HOCHTIEF AG am Fachgebiet Baubetriebswirtschaft der Universität Kassel durchgeführt wird, wurden insgesamt acht PPP-Schulprojekte analysiert. Bei diesen Projekten handelt es sich um sechs Inlands- und zwei Auslandsprojekte. Bis auf ein Inlandsprojekt, welches sich zum

Bearbeitungszeitpunkt in der Angebotsphase befand, befanden sich alle weiteren Projekte in der Bau- und Sanierungs- bzw. Betriebsphase.

Die jeweiligen Erstinvestitionsvolumina der Projekte bewegen sich zwischen 16 Mio. und 131 Mio. €, das Gesamtinvestitionsvolumen über den gesamten Vertragszeitraum beträgt bei dem größten Projekt 476 Mio. €. Das kleinste Projekt beinhaltet lediglich eine Schule mit einer Sporthalle, das umfangreichste Projekt umfasst 50 Schulen mit über 280 zugehörigen Gebäuden, die Schulen der einzelnen Projekte werden derzeit von 1.800 bis zu 23.500 Schülern besucht. Die vereinbarten Vertragslaufzeiten für die Betriebsphase bewegen sich zwischen 15 Jahren und 30 Jahren, die durchschnittliche Vertragslaufzeit beträgt 25 Jahre. Die Standorte der Projekte befinden sich mit einer Ausnahme vorwiegend in Hessen und Nordrhein-Westfalen. Die beiden untersuchten Auslandsprojekte sind zum einen in Schottland, zum anderen in England lokalisiert. Auch wenn für die Projektanalyse lediglich eine begrenzte Anzahl von PPP-Schulprojekten zur Verfügung steht, können die Ergebnisse der Analyse als charakteristisch eingestuft werden. Begründet ist dieses in der Tatsache, dass allein die Inlandsprojekte mit ca. 426 Mio. € einen Anteil von 41% am Gesamterstinvestitionsvolumen der PPP-Schulprojekte in Deutschland aufweisen.

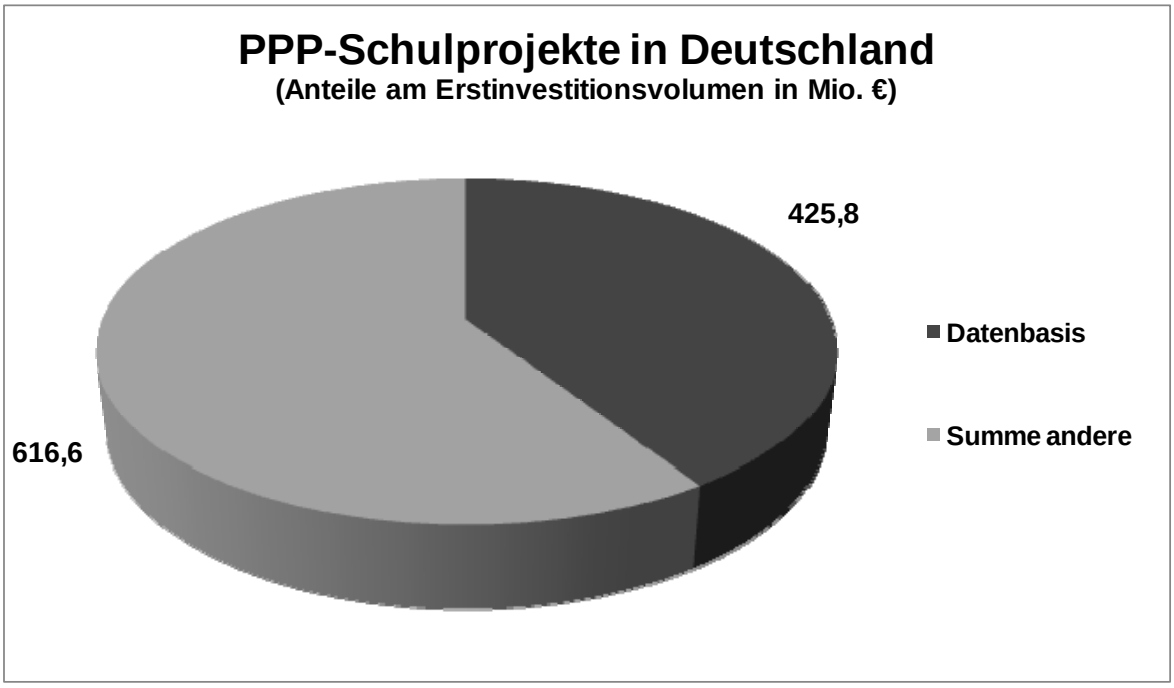


Bild 4: Erstinvestitionen PPP-Schulprojekte in Deutschland *(Stand Februar 2009, Projektdatenbank des BMVBS)*

Im Rahmen der Projektanalyse wurden die vertraglich vereinbarten Leistungsumfänge untersucht und die daraus resultierenden Risiken für beide Vertragspartner identifiziert. Als ein erstes Ergebnis der Untersuchung lässt sich festhalten, dass die Leistungsumfänge bei PPP-Schulprojekten grundsätzlich sehr ähnlich sind. Obwohl dies der Fall ist, sind die von den Vertragspartnern zu tragenden Risiken in allen untersuchten Projekten sehr unterschiedlich verteilt und ausgeprägt. Dies betrifft auch die Risiken, welche aus den vereinbarten SLA's resultieren – die Projektanalyse hat gezeigt, dass die vereinbarten SLA's der untersuchten Projekte sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Eine Bewertung unterschiedlicher Betriebsrisiken mittels Expertenbefragungen hat darüber hinaus ergeben, dass Risiken, welche aus SLA's resultieren, als besonders gravierend eingestuft werden. Die Unterschiede im Bereich der SLA's werden im Folgenden erläutert.

3.2 Vereinbarung von Fristen zur Mangelbeseitigung

Das Kernelement der SLA's in allen untersuchten Projekten sind vorgegebene Qualitäten einzelner Bauteile. Bei Abweichungen von diesen Qualitäten ist der AN dazu verpflichtet, diese Mängel in vorgegebenen Fristen zu beseitigen. In Kapitel 2.3 wurden die Einteilung der Mangelbeseitigungsfristen bereits dargestellt. Die zur Anwendung kommenden Zeiträume und Bezeichnungen weichen bei den untersuchten Projekten zwar voneinander ab, vereinfachend kann jedoch festgehalten werden, dass sich die Mangelbeseitigungsfristen in Reaktionszeiten und Behebungszeiten unterteilen, wobei die Reaktionszeit der Zeitraum von der Mangelmeldung bis zum Einleiten der erforderlichen Maßnahmen ist, und die Behebungszeit der Zeitraum, in welchem der Mangel vollständig behoben sein muss.

Anhand zweier typischer Mängel werden nachfolgend die Unterschiede zwischen den Projekten hinsichtlich der vereinbarten Fristen dargestellt. Zum einen handelt es sich um einen technischen Mangel, den Ausfall der Heizungsanlage in der Heizperiode, zum anderen um einen optischen Mangel, ein Graffiti auf der Außenfassade eines der Schulgebäude.

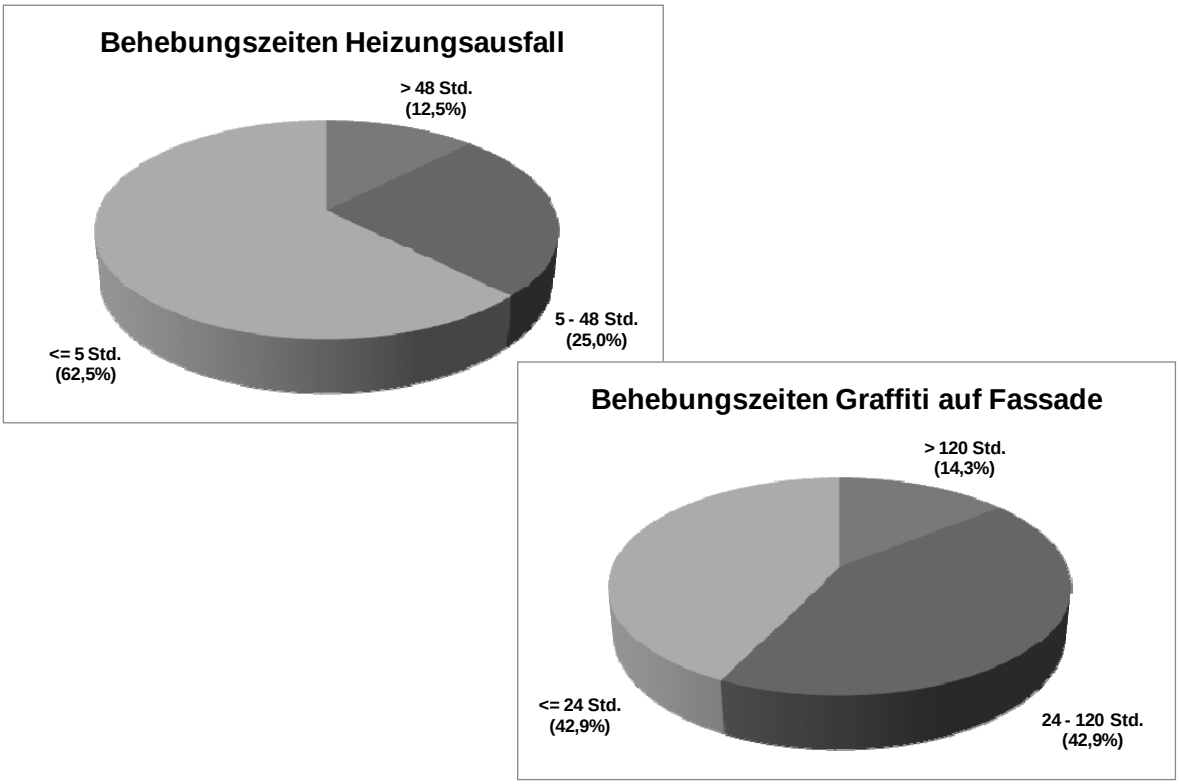


Bild 5: Vertraglich vereinbarte Behebungszeiten bei unterschiedlichen Mängeln

Die Reaktionszeit auf ein Graffiti fällt bei den Projekten mit einer Zeitspanne von 0,5 bis zu 24 Std. recht unterschiedlich aus. Auch die Behebungszeiten sind sehr unterschiedlich vereinbart, sie reichen von minimal zwei Std. bis zu maximal zwei Wochen. Bei einigen Projekten wurden die Behebungszeiten in Abhängigkeit vom Inhalt der Graffitis festgelegt. Offensichtlich ist, dass eine Beseitigung eines derartigen Mangels in einem Zeitraum von bis zu 24 Stunden schwer machbar ist. Bei Mängeln an der Heizungsanlage während der Heizperiode sehen alle Projektverträge noch kürzere Fristen vor. Als Reaktionszeit sind hier Zeiträume von max. einer Std. vorgesehen. Auch die Behebungszeiten sind bei dem überwiegenden Teil der Projekte sehr kurz vereinbart, bei über 60% der Schulprojekte müssen derartige technische Mängel innerhalb von max. 5 Std. beseitigt sein. In Anbetracht der Tatsache, dass für die Beseitigung dieser Mängel zumeist Ersatzteile benötigt werden, sind die vorgegebenen kurzen Behebungszeiten kaum zu realisieren.

Anhand der beiden Beispiele wird deutlich, dass die im Rahmen der Service-Level-Agreements abgeschlossenen Mangelbeseitigungsfristen zum einen sehr unterschiedlich vereinbart wurden, zum anderen dem privaten AN nur sehr kurze

Fristen für die Mangelbeseitigung eingeräumt werden. Diese Feststellungen im Rahmen der eigenen Untersuchungen werden von der PPP Task Force des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bestätigt. Im Leitfaden III der Task Force wird festgestellt, „…dass oftmals Qualitätsniveaus definiert werden, die weit über den für eine Schule erforderlichen Zustand hinausgehen. Das heißt, die Verhältnismäßigkeit zwischen einem festgelegten Standard und der Behebungszeit…“ ist häufig nicht gegeben *(BMVBS 2007, S. 78).*

3.3 Vergütungsregelungen

Wie die Fristen zur Mangelbeseitigung sind auch die darauf aufbauenden Vergütungsregelungen sehr unterschiedlich gestaltet. Einige Projekte sehen einen Bonus vor, der bei Überschreitung der festgelegten Mangelbeseitigungsfristen reduziert und im äußersten Fall überhaupt nicht ausgezahlt wird. Andere Projektverträge beinhalten ausschließlich Vergütungsabzüge bei Nichterfüllung der vereinbarten Service-Levels. Die dritte Form der Vergütungsregelung sieht beides vor, hier existieren Bonus-Malus-Regelungen.

Die Gemeinsamkeit aller Projekte besteht darin, dass die potenziellen Mängel in Prioritätskategorien eingeteilt sind, welche wiederum unterschiedliche Reaktions- und Behebungszeiten nach sich ziehen (vgl. Kap. 2.3). Die Vergütungsmechanismen, die den SLA’s zu Grunde liegen, sind jedoch sehr unterschiedlich gestaltet. Bei einigen der untersuchten Projekte werden die Maßnahmen, welche vom AN getroffen werden, in Maßnahmenstufen unterteilt. Der Stufe A sind die Maßnahmen zugeordnet, welche vom AN innerhalb der festgelegten Fristen getroffen werden, der Stufe B die Maßnahmen, bei welchen die Fristen überschritten werden und der Stufe C die Maßnahmen, welche auch nach einer Nachfrist nicht durchgeführt werden. Die aufgetretenen Mängel werden nach Ablauf eines Betrachtungszeitraums den Maßnahmenstufen zugeordnet, die Vergütungsabzüge werden im Anschluss daran abgestuft vorgenommen. Bei diesem System wird das Auftreten von Mängeln (in der Stufe A) auch dann mit einem Malus belegt, wenn der AN innerhalb der vereinbarten Fristen reagiert. Bei einem anderen Projekt liegen der Berechnung der Vergütungsabzüge Algorithmen zu Grunde, welche Reaktionszeiten, Verfügbarkeitsmerkmale und Leistungsqualitätsmerkmale berücksichtigen. Als Ergebnis erhalten die Vertragspartner eine Anzahl von Mangelpunkten, welche

direkt von den genannten Parametern abhängt. Die Multiplikation der Mangelpunkte mit vertraglich vereinbarten monetären Abzugseinheiten ergibt den eigentlichen Vergütungsabzug.

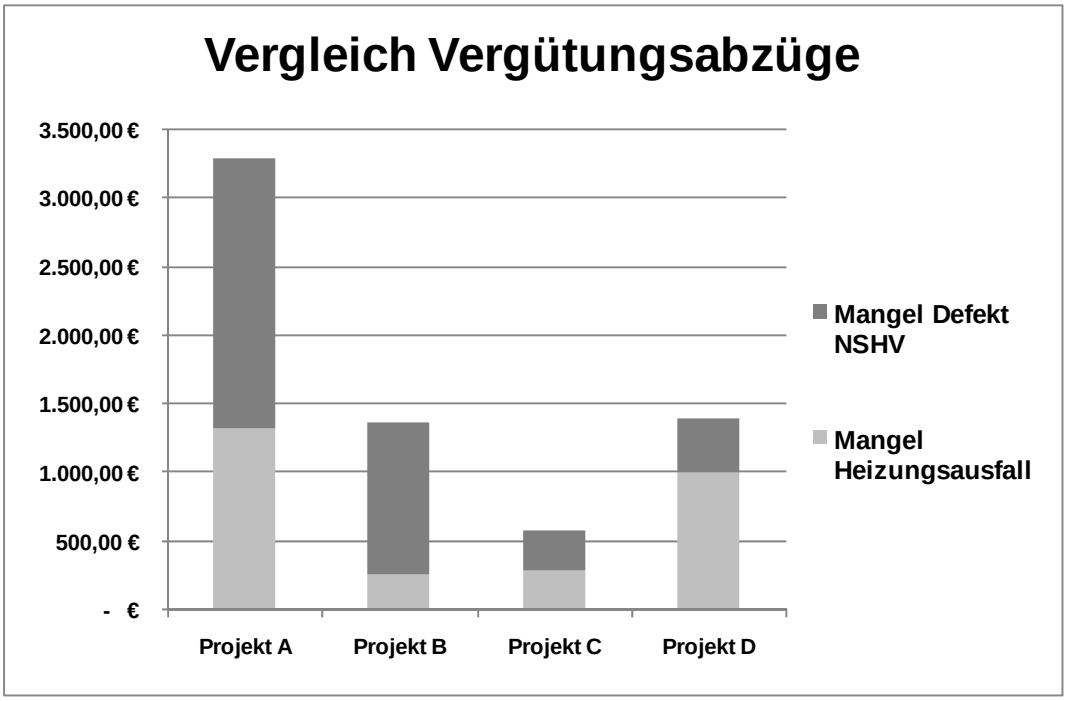


Bild 6: Vergütungsabzüge bei unterschiedlichen Mängeln im Vergleich

Bei vier der sechs untersuchten Projekte konnten aufgrund der vorhandenen Datenbasis die Vergütungsabzüge für unterschiedliche Mängel miteinander verglichen werden. Bei den hier angenommenen Mängeln handelt es sich zum einen um einen kompletten Heizungsausfall in einem Teilbereich der Schule. Durch Interimsmaßnahmen ist der Unterricht möglich, eine komplette Reparatur erfolgt aufgrund der benötigten Ersatzteile jedoch erst nach drei Tagen. Der zweite fiktive Mangel ist ein Stromausfall in einem Gebäudeteil durch einen vom AN zu vertretenden Defekt in der NSHV (Niederspannungs-Hautverteilung). In Bild 6 sind die Vergütungsabzüge dargestellt, die bei den vier untersuchten Projekten vertragsgemäß vom öffentlichen AG von der monatlichen Vergütung bei Eintritt der beschriebenen Mängel einbehalten werden können. In Summe bewegen sich diese zwischen etwa 600,- € und über 3.300,- €. Es wird deutlich, wie stark sich die Vergütungsabzüge voneinander unterscheiden. Auch die Gewichtung der zwei Mängel fällt innerhalb der Malusregelungen sehr differenziert aus.

3.4 Unterschiede zu PPP-Schulprojekten in GB

Die Realisierung von Baumaßnahmen und Dienstleistungen durch PPP-Modelle ist in Großbritannien bereits seit Beginn der 90er Jahre ein gängiger Weg. Viele britische Kommunen wurden durch die Anwendung des PPP-Modells aufgrund der dramatischen Haushaltslage erst in die Lage versetzt, ihre öffentlichen Aufgaben in einem angemessenen Umfang zu erfüllen. Im Zeitraum von 1992 bis 2002 wurden bereits ca. 500 PPP-Projekte mit einem Projektvolumen von über 28 Mrd. Pfund vergeben *(vgl. Pfeiffer 2004, S. 2)*. Der PPP-Sektor in GB ist somit deutlich weiter entwickelt als der in Deutschland. Neben den sechs untersuchten Inlandsprojekten wurden im Rahmen der Projektanalyse insgesamt vier Projekte in GB untersucht und die Verträge zweier dieser Auslandsprojekte ausgewertet. In einigen Bereichen sind hier Unterschiede zu den deutschen Projekten zu erkennen.

So wurde bei den untersuchten britischen PPP-Schulprojekten auf die Festlegung von Ansprech- oder Reaktionszeiten verzichtet. Dafür wurden vorübergehende und endgültige Behebungszeiten vereinbart, welche somit Interimsmaßnahmen bis zur vollständigen Behebung der Mängel ermöglichen und den privaten Auftragnehmern längere Fristen für die Beschaffung der benötigten Ersatzteile verschaffen, ohne Gefahr zu laufen, einen Vergütungsabzug zu riskieren. Die eigentlichen Vergütungsregelungen als Bestandteil der SLA's sind im Gegensatz zu den deutschen Vereinbarungen wesentlich umfangreicher aufgebaut. Ihnen liegen bei den untersuchten Projekten komplexe Berechnungen zugrunde, in welche u.a. auch der Retail Price Index (RPI), der britische Einzelhandelskostenindex, mit dem Ziel der Wertsicherung einfließt. Weiterhin wird in den britischen PPP-Verträgen zwischen Leistungs- und Verfügbarkeitsabzügen unterschieden. Zu Vergütungsabzügen kommt es, wenn entweder eine Leistung nicht in der erforderlichen Qualität erbracht wurde (z.B. Wartungs- oder Reinigungsleistungen), oder ein Bauteil bzw. ein Gebäudeelement nicht für seine Bestimmung zur Verfügung steht. Die Berechnungsverfahren zur Ermittlung von Leistungs- oder Vergütungsabzügen unterscheiden sich hierbei voneinander. Ein weiterer Unterschied hinsichtlich der Vergütungsregelungen zwischen den In- und Auslandsprojekten ist die Festlegung von Mindestabzügen im Rahmen des Berechnungsverfahrens.

Die Verfügbarkeitskriterien sind in den Verträgen der PPP-Schulprojekte in GB ausgewogener verfasst als dies bisher in Deutschland der Fall ist, was Vorteile für

den jeweiligen AN mit sich bringt. So wurde bei den untersuchten Projekten hinsichtlich der Verfügbarkeit der Sanitäranlagen festgelegt, dass mindestens 50% der Anlagen zur Nutzung verfügbar sein müssen. Erst bei einer Überschreitung dieser Quote hat der AN mit Sanktionen zu rechnen. Diese Mindestverfügbarkeitsquote ermöglicht eine andere Planung für die Vorhaltung von Ersatzteilen und bedeutet ein geringeres Risiko für den AN, seine Vergütung nicht in vollem Umfang ausgezahlt zu bekommen. Ein weiteres Beispiel für die fairere Vereinbarung von Verfügbarkeitskriterien im Rahmen der SLA's ist die Vorgabe von messbaren Beleuchtungsstärken in den verschiedenen Nutzungsbereichen. Der Ausfall einzelner Leuchtmittel führt bei der Planung einer leicht überdimensionierten Beleuchtungsanlage auch hier nicht unmittelbar zu Vergütungsabzügen, wie dieses bei einigen deutschen Projekten der Fall ist.

4 Entwicklung von Empfehlungen zu standardisierten Service-Level-Agreements

Die durchgeführte Projektanalyse hat ergeben, dass die bei den untersuchten PPP-Projekten vereinbarten SLA's sehr unterschiedlich gestaltet sind. Sowohl die geforderten Qualitäten, als auch die vereinbarten Mangelbeseitigungsfristen und die darauf aufbauenden Vergütungsregelungen weichen stark voneinander ab. Diese Feststellung ist umso erstaunlicher, da die im Rahmen der diversen PPP-Schulprojekte zwischen dem öffentlichen AG und dem privaten AN vereinbarten Leistungen durchaus miteinander vergleichbar sind. Aufgrund der vergleichbaren Vertragsumfänge hinsichtlich der zu erbringenden Leistungen ist es daher sinnvoll, standardisierte SLA's als Empfehlung an die Vertragsparteien von potenziellen PPP-Schulprojekten zu entwickeln und in die Praxis einzuführen. Standardisierte SLA's können zum einen die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen und die spätere Auswertung der Angebote für den AG vereinfachen, zum anderen können diese den Kalkulationsprozess für den Bieter erleichtern.

Standardisierte SLA's müssen verschiedene Kriterien erfüllen, um in der Praxis Anwendung zu finden. Grundsätzlich sollte standardisierten SLA's eine ausgewogene Risikoallokation zu Grunde liegen. Eine Bewertung verschiedener Betriebsrisiken durch Experten im Rahmen des Forschungsprojekts hat ergeben, dass das Risiko der Vergütungsabzüge durch SLA's als besonders hoch eingeschätzt wird.

Die festgelegten und messbaren Qualitätsanforderungen sollten derart vereinbart werden, dass diese durch den AN realisierbar sind. Sind die Anforderungen hier zu hoch, so muss der AN unter idealen Marktbedingungen Risikozuschläge einkalkulieren, welche die Betriebskosten deutlich ansteigen lassen. Die Fristen für die Behebung der Abweichungen vom festgelegten Qualitäts-Soll sollten ebenfalls so ausgelegt werden, dass der AN die Möglichkeit hat, auf Mängel zu reagieren. Hierbei sollte bei den diversen Gewerken beachtet werden, dass die Beschaffung von Ersatzteilen einen zeitlichen Vorlauf vor der eigentlichen Mangelbehebung bedingt. Eine überdimensionierte Vorhaltung aller Bauteile für das potenzielle Auftreten von Mängeln würde ebenfalls die Betriebs- und Instandhaltungskosten steigern. Bei den aktuellen PPP-Schulprojekten wurden häufig derart kurze Behebungszeiten vereinbart, welche bei der herkömmlichen Projektrealisierung durch den öffentlichen AG in dieser Form Anwendung kaum finden.

Bei einigen der untersuchten Projekte werden nicht nur Vergütungsabzüge vorgenommen, wenn Mängel nicht innerhalb der vorgegebenen Fristen beseitigt werden, sondern auch bei dem generellen Auftreten von Mängeln. Das Auftreten von Mängeln über den langen Vertragszeitraum von bis zu 30 Jahren ist auch bei größtmöglicher Sorgfalt durch den AN nicht zu vermeiden. Nach den Aussagen der auf AN-Seite befragten Experten sind die Auftragnehmer durchaus dazu bereit, höhere Vergütungsabzüge für das Überschreiten der vereinbarten realistischen Mangelbeseitigungsfristen zu akzeptieren, Abzüge für das generelle Auftreten von Mängeln sehen die Experten jedoch sehr kritisch. Daher sollten im Rahmen von standardisierten SLA’s auftretende Mängel nicht automatisch von der Malus-Regelung betroffen sein. Ein weiterer Bestandteil aktueller SLA’s bei PPP-Schulprojekten der von den Experten bemängelt wird, ist die subjektive Beurteilung der Service-Leistungen durch die Nutzer. Bei einigen Projekten bewerten die Nutzer der Schulgebäude einzelne Leistungsbereiche des AN in regelmäßigen Abständen über Fragebögen. Bei Abweichungen der nach dem Schulnotensystem durchgeführten Bewertungen von einem „sehr gut“ kommt es bereits zu Vergütungsabzügen. Da diese Form der subjektiven Beurteilung stark personenabhängig ist und messbare Größen dieser Vorgehensweise allenfalls ansatzweise zu Grunde liegen, stellen diese Beurteilungen ebenfalls ein Risiko für den AN dar. Wenn der AG subjektive Beurteilungen als Kontrollinstrument vorsieht, dann soll-

ten die Kriterien möglichst messbar vereinbart werden. Darüber hinaus fordern die befragten AN-Experten für diesen Fall eine klare Begrenzung und Festlegung der bewertenden Personen im Vertragswerk.

Die in Kapitel 3.4 vorgestellte Verfügbarkeitsregelung bei den britischen Projekten kann dazu beitragen, die SLA's von den beteiligten AN besser umsetzen zu lassen und somit Kosten für den AG einzusparen. Hierzu müssten Verfügbarkeitsquoten für bestimmte Nutzungsbereiche wie z.B. die Sanitäranlagen, vertraglich vereinbart werden und Anforderungen an Mindeststandards, z.B. hinsichtlich der Beleuchtungsstärke innerhalb der Klassenräume, festgelegt werden. Der AN würde somit die Möglichkeit erhalten, rechtzeitig zu reagieren, ohne unmittelbar Vergütungsabzüge zu riskieren. Die Laufzeiten von PPP-Verträgen im Schulbau werden i.d.R. über einen sehr langen Zeitraum vereinbart. Aufgrund dieser Tatsache erscheint es sinnvoll, die vereinbarten SLA's, ob nun individuell ausgehandelt oder standardisiert, in einem gewissen Rahmen flexibel zu gestalten. Bei SLA's im IT-Bereich ist es gebräuchlich, diese während der Vertragslaufzeit auf die Anforderungen des Kunden anzupassen (Change Management), ggf. wird parallel hierzu auch eine Vergütungsanpassung vorgenommen. Auch SLA's für die Betriebs- und Instandhaltungsphase im Rahmen von PPP-Schulprojekten sollten derartige Anpassungsmöglichkeiten beinhalten, da sich das Nutzerprofil über den Vertragszeitraum durchaus verändern kann.

Die wesentlichen Merkmale, welche bei der Einführung von standardisierten Service-Level-Agreements berücksichtigt werden sollten, werden nachfolgend zusammenfassend aufgelistet:

- ausgewogene Risikoallokation als Grundlage der SLA's
- realistische Qualitätsanforderungen
- realistische Mangelbeseitigungsfristen
- keine Vergütungsabzüge für das generelle Auftreten von Mängeln, welche innerhalb der vereinbarten Fristen beseitigt wurden
- für die Bewertungen der Service-Qualität durch die Nutzer messbare Größen und die bewertenden Personen (z.B. Schulleitung) vertraglich vereinbaren

- Einführung von Verfügbarkeitsregelungen nach britischem Vorbild
- Möglichkeit der Anpassung der SLA's innerhalb der Vertragslaufzeit (Change Management)

5 Fazit und Ausblick

Service-Level-Agreements werden im Rahmen von Dienstleistungsverträgen in der stationären Industrie bei jedem Vertragsabschluss neu entwickelt, was in den unterschiedlichen Anforderungen an diese Dienstleistungen begründet liegt. Bei PPP-Schulprojekten sind die Betriebs- und Instandhaltungsleistungen weitgehend miteinander vergleichbar. Eine jeweils neue Festlegung von Qualitäten, Mangelbeseitigungsfristen und Vergütungsregelungen, welche Bestandteile der SLA's sind, ist nicht zwingend erforderlich und bedeutet derzeit einen erheblichen Aufwand für die Projektbeteiligten. Standardisierte SLA's können einen Beitrag dazu leisten, die Abwicklung von PPP-Schulprojekten zu vereinfachen. Zum einen würden diese die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen durch den öffentlichen AG maßgeblich vereinfachen. Zum anderen erleichterten standardisierte SLA's die Angebotskalkulation für die Bieter, eine projektspezifische Risikoanalyse würde vereinfacht und Erfahrungen aus der Kalkulation bisheriger PPP-Schulprojekte könnten direkt genutzt werden.

Bei der Entwicklung standardisierter SLA's ist insbesondere eine ausgewogene und sachgerechte Risikoverteilung zu beachten. Unverhältnismäßige Qualitätsanforderungen, unrealistische Mangelbeseitigungszeiten und überhöhte Vergütungsabzüge sind hierbei zu vermeiden. Die in Kapitel 4 aufgeführten wesentlichen Merkmale sollen als Grundlage für die detaillierte Formulierung von standardisierten SLA's dienen. In einem nächsten Schritt sind diese konkret auszuformulieren und in die Praxis zu implementieren.

Literatur

Berger, Thomas G. (2005). „Konzeption und Management von Service-Level-Agreements für IT-Dienstleistungen“, Dissertation am Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Darmstadt, Darmstadt, 2005.

BMVBS (2007): „Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Public-Private-Partnership-Modellen im kommunalen Hoch- und Tiefbau (PPP-Schulstudie): Leitfaden III: Outputorientierte Ausschreibungsunterlagen für Schulen“, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, PPP Task Force/NL 11, Berlin, 2007.

Klingebiel, Norbert (2005). „Service Level Management“, in: cm controller Magazin, Mai 2005, 464-469.

Pfeiffer, Michael (2004). „Immobilienwirtschaftliche PPP-Modelle im Schulsektor: Großbritannien und Deutschland im Vergleich”, Schreiber Verlag GmbH, Hamburg, 2004.

PPP-Task-Force NRW (2003): „Public Private Partnership in NRW: Ein Leitfaden für PPP/PFI-Organisationsmodelle der PPP-Task-Force des Landes NRW“, Hrsg.: Task-Force des Landes NRW, Düsseldorf, 2003.

Walther, René (2006). „Service Level Agreements – Ein methodischer Baustein im Dienstleistungscontrolling“, VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, 2006.

Dipl.-Ing. Patrick Altmüller

Funktionsbauverträge im Straßenbau – Stand der Praxis und Analyse der bisherigen Erfahrungen aus Sicht von Auftraggebern und Auftragnehmern

Dipl.-Ing. Patrick Altmüller
Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Baubetriebswirtschaft
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 151

1 Einleitung 151

2 Definition und Einordnung des Vertragsmodells „Funktionsbauvertrag“ 152

2.1 Allgemeine Modellbeschreibung 152

2.2 Einordnung des Funktionsbauvertrags bezogen auf PPP 157

2.2.1 F-Modell 158

2.2.2 A-Modell 159

2.2.3 PPP-Elemente in Funktionsbauverträgen 161

3 Der Funktionsbauvertrag aus AG- und AN-Sicht 161

3.1 Vorgehensweise bei der Datenerhebung 161

3.2 Wesentliche Ergebnisse der Expertenbefragungen 162

3.2.1 Allgemeiner Überblick 162

3.2.2 Vertragsgestaltung 163

3.2.3 Risikomanagement 167

3.2.4 Strategische Relevanz 169

3.2.5 Zukünftiger Optimierungsbedarf 171

4 Fazit und Ausblick 172

Literatur 174

Funktionsbauverträge im Straßenbau – Stand der Praxis und Analyse der bisherigen Erfahrungen aus Sicht von Auftraggebern und Auftragnehmern

Zusammenfassung

Im Bereich des Straßenbaus in Deutschland etabliert sich der Funktionsbauvertrag seit seiner erstmaligen Anwendung im Jahr 2002 zunehmend als dritte PPP-Säule neben dem A- und F-Modell. Er fasst Straßenbauleistungen des Neubaus oder der grundhaften Erneuerung mit Leistungen der baulichen Erhaltung an demselben Straßenabschnitt über einen Zeitraum von bis zu 30 Jahren zusammen.

Im vorliegenden Aufsatz werden die bisherigen auftraggeber- und auftragnehmerseitigen Erfahrungen mit diesem relativ neuen Vertragsmodell dargestellt. Diese wurden vom Verfasser mittels einer umfangreichen Expertenbefragung erhoben und aufbereitet. Aufgezeigt werden insbesondere der vorhandene Optimierungsbedarf aus Sicht der Vertragsparteien sowie darauf aufbauend Ansatzpunkte für die zukünftige baubetriebliche Forschung in diesem Bereich.

1 Einleitung

Bereits seit Jahren liegt der Finanzbedarf für den Erhalt und Ausbau der Straßenverkehrsinfrastruktur in Deutschland über den zur Verfügung stehenden Mitteln der öffentlichen Haushalte. Durch den entstandenen enormen Investitionsstau wurde Ende der 1990er Jahre deutlich, dass neue Möglichkeiten zur Finanzierung der Verkehrswege des Bundes, der Länder und der Kommunen benötigt werden *(vgl. Hirschhausen/Beckers/Klatt (2005), S. 12 f.)*.

Einen Ausweg aus dieser prekären Situation könnten Public Private Partnership-Modelle (PPP-Modelle) bieten. Bei diesen Öffentlich-Privaten Partnerschaften (ÖPP) wird privates Kapital und Know-how zur Erfüllung staatlicher Aufgaben aktiviert.

Bei einer PPP-Projektrealisierung ist möglichst der gesamte Lebenszyklus eines Bauprojektes einzubeziehen, welcher neben Planung, Bau, Erhaltung und Betrieb auch die Finanzierung umfassen kann. Die öffentliche Hand bleibt jedoch, anders

als bei einer Privatisierung, Eigentümer von Grund und Boden. PPP-Projekte nehmen somit eine Mittelposition zwischen konventioneller Realisierung und Privatisierung ein.

2 Definition und Einordnung des Vertragsmodells „Funktionsbauvertrag“

2.1 Allgemeine Modellbeschreibung

Der Funktionsbauvertrag (FBV) wurde Ende der 1990er Jahre im Auftrag des BMVBW[1] von einem externen Beraterkonsortium um *Knoll et al.* entwickelt. Er stellt dabei keine Neuentwicklung dar, sondern baut vielmehr auf internationalen Erfahrungen auf, die mit vergleichbaren Vertragsformen gemacht wurden. Aus juristischer Sicht ist der FBV ein zivilrechtlicher Bauvertrag, der zwischen Straßenbehörde, dem Auftraggeber (AG), und privatem Unternehmen, dem Auftragnehmer (AN), geschlossen wird.

Vertragsgegenstand eines „echten“ FBV sind die Wertschöpfungsstufen Bau einer Straße (Neubau oder Grunderneuerung) sowie deren bauliche Erhaltung für einen vertraglich vereinbarten Zeitraum ohne Finanzierung und betriebliche Unterhaltung. Er gliedert sich in drei Vertragsteile:

- **Vertragsteil A** (Konventionelle Bauleistung):
  Teil A beinhaltet alle Leistungen, die keiner baulichen Erhaltung unterliegen und nicht zum gebundenen Oberbau der Straße gehören. Darunter fallen insbesondere die Anpassung des nachgeordneten Straßen- und Wegenetzes, die Ausstattung (Markierung und Verkehrsführung), die Bepflanzung, die Entwässerungs- und Erdbauarbeiten sowie die Baustelleneinrichtung des Teils B. Die Leistungsbeschreibung erfolgt in der Regel wie bei einer konventionellen Ausschreibung jeweils über ein Leistungsverzeichnis (LV) nach VOB/A § 9 Nr. 6.
- **Vertragsteil B** (Funktionsbauleistung):
  Teil B umfasst alle Leistungen, die der baulichen Erhaltung unterliegen und zur Herstellung des gebundenen bzw. teilweise auch ungebundenen Oberbaus

[1] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; wurde 2005 in „Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)“ umbenannt.

nach funktionalen Anforderungen und Vorgaben notwendig sind. Die Leistungsbeschreibung erfolgt in der Regel über ein Leistungsprogramm nach VOB/A § 9 Nr. 10 mit Referenzbauweise nach einem unverbindlichen LV. Beim Abweichen von der Referenzbauweise muss der Bieter die Gleichwertigkeit nachweisen.

- **Vertragsteil C** (Funktionserhaltung):
  Teil C bezieht alle Leistungen ein, die durch den Vertragsteil B definiert wurden sowie der Erhaltung und Überwachung der Funktionsbauleistung des Teils B über die vorgesehene Vertragslaufzeit unterliegen.

Im Gegensatz dazu versteht der Verfasser unter einem erweiterten FBV einen Vertrag, der um die Finanzierung und ggf. den Betriebsdienst ergänzt wird. Ein FBV mit Finanzierung enthält einen zusätzlichen Vertragsteil:

- **Vertragsteil D** (Finanzierung):
  Teil D beinhaltet die Zwischenfinanzierung während der Bauzeit und die Endfinanzierung.

Ein FBV unterscheidet sich von einem konventionellen Bauvertrag v. a. in der Definition der zu erbringenden Leistung in Teil B. Sie wird nicht wie üblich durch ein LV beschrieben, sondern durch funktionale Anforderungen an den Straßenkörper. Dieser Tatsache verdankt der FBV auch seinen Namen.

Der Zustand der Straßenbefestigung wird nach *ZTV Funktion-StB 04* über Schadensmerkmale und objektiv messbare Zustandsmerkmale wie:

- Ebenheit im Längs- und Querprofil,
- Griffigkeit und
- Substanzwerte der Asphalt- bzw. der Betondecke definiert.

Diese Gebrauchs- und Substanzwerte gilt es über den gesamten Erhaltungszeitraum einzuhalten. Sie spiegeln die Verkehrssicherheit sowie die strukturelle Beschaffenheit des Straßenoberbaus wider und werden zu festgelegten Zeitpunkten über Funktionsinspektionen kontrolliert.

Die Vergütung des Vertragsteils A erfolgt konventionell nach Aufmaß und Einheitspreisen gemäß VOB/B. Demgegenüber wird Teil B entweder nach zuvor festgelegten Teilpauschalen, die sich an den Bauphasen und dem Leistungsstand

orientieren, oder als Pauschale nach Auswertung und Akzeptanz der Übergabeinspektion vergütet. Etwa zwei Dritteln der bisherigen FBV-Projekte liegt eine reine Haushaltsfinanzierung zugrunde,[2] d. h. die Finanzierungsfunktion bleibt bei der öffentlichen Hand und die Vergütung fließt über den Haushalt direkt an den AN.

Teil C basiert auf einer zeitproportionalen Vergütung in Annuitäten. Diese setzen sich aus den Barwerten der zur Berechnung der Angebotssumme des Teils C verwendeten Barwertmethode zusammen. Diese gleich hohen Beträge werden jährlich mittels eines kombinierten Kostenindizes angepasst, der die Inflationsrate berücksichtigt. Die Höhe der jeweiligen Vergütung ergibt sich aus den bis zum Auszahlungszeitpunkt aufgelaufenen verzinsten Annuitäten. Eine erstmalige Auszahlung erfolgt im neunten Erhaltungsjahr nach dem positiven Ergebnis der zugehörigen Funktionsinspektion. Danach wird die Vergütung in der Regel im 3-Jahresrhythmus, ebenfalls nach erfolgreicher Funktionsinspektion, ausgezahlt. Der private Unternehmer hat somit erst neun und anschließend immer drei Jahre die Finanzierung der Erhaltungsleistung zu tragen. Von den Auszahlungsbeträgen werden dem AN, wenn vertraglich vereinbart, sog. Nutzungsausfallkosten (NAK) abgezogen. Sie sollen teilweise den volkswirtschaftlichen Schaden abdecken, der durch Verkehrsbeeinträchtigungen infolge veränderter Verkehrsführung während Erhaltungsmaßnahmen entsteht.

[2] Näheres hierzu siehe Kapitel 3.2.

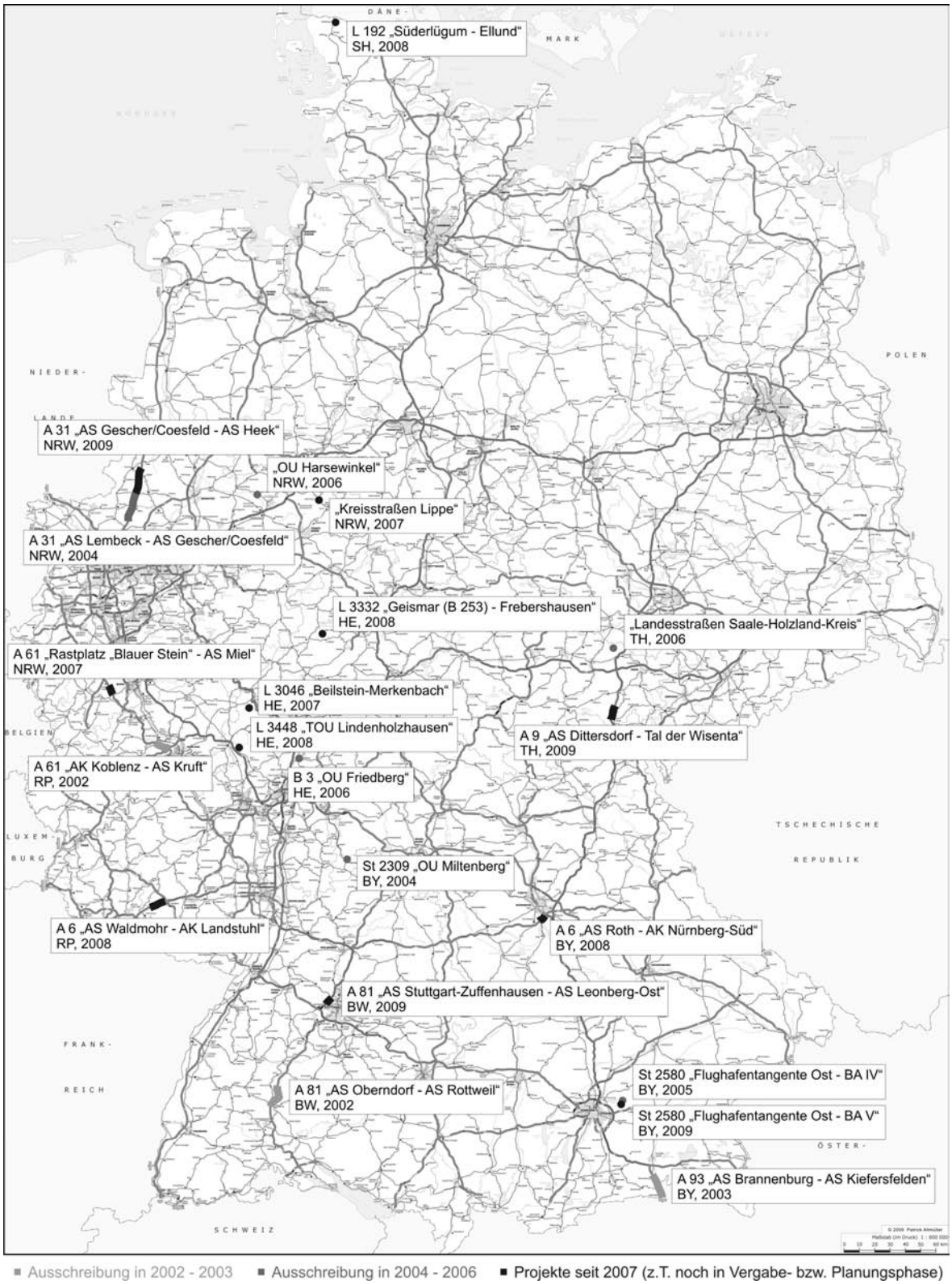


Bild 1: Überblick über die bisherigen Projekte auf Basis eines FBV

(Stand: 12/2008)

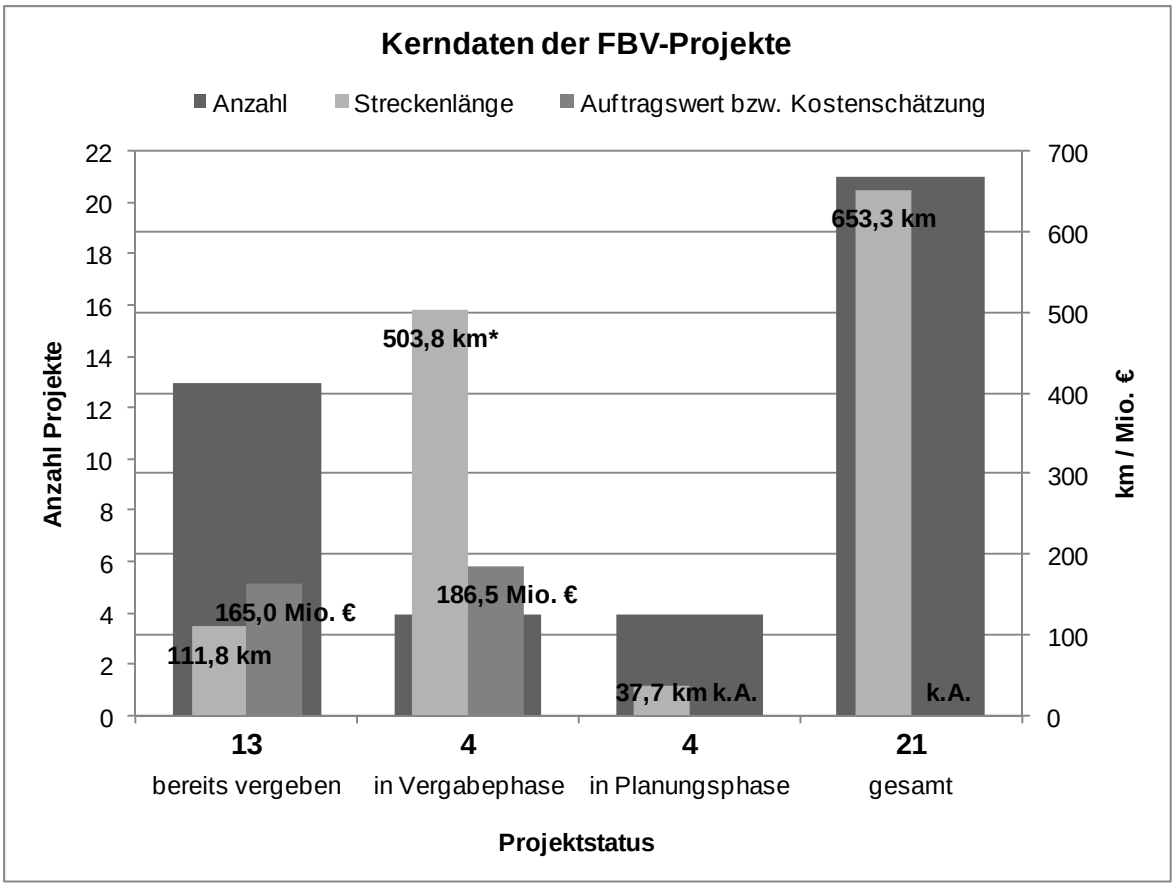
Bei der Verteilung der FBV über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland ist ein klares West-Ost- und Süd-Nord-Gefälle feststellbar, d. h. 12 von 13 bisher

vergebene Projekte liegen in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz, Hessen und Nordrhein-Westfalen.

Tabelle 1: Chronologische Auflistung der Ausschreibungen der bisherigen FBV-Projekte in Deutschland *(Stand: 12/2008)*

Nr.	Projekt	Land	Jahr	Länge	Vertrags-laufzeit
1	BAB A 61 „AK Koblenz - AS Kruft“	RP	2002	10,0 km	20 Jahre
2	BAB A 81 „AS Oberndorf - AS Rottweil“	BW	2002	20,0 km	20 Jahre
3	BAB A 93 „AS Brannenburg - AS Kiefersfelden“	BY	2003	11,7 km	20 Jahre
4	St 2309 „OU Miltenberg“	BY	2004	4,8 km	25 Jahre
5	BAB A 31 „AS Lembeck - AS Gescher/Coesfeld“	NW	2004	12,7 km	30 Jahre
6	St 2580 „Flughafentangente Ost - Bauabschnitt IV“	BY	2005	3,5 km	25 Jahre
7	„OU Harsewinkel-Marienfeld“	NW	2006	1,1 km	30 Jahre
8	B 3 „OU Friedberg“	HE	2006	5,7 km	30 Jahre
9	„Landesstraßen Saale-Holzland-Kreis“	TH	2006	19,4 km	30 Jahre
10	L 3046 „Beilstein - Merkenbach“	HE	2007	3,1 km	15 Jahre
11	BAB A 61 „Rastplatz „Blauer Stein“ - AS Miel“	NW	2007	8,7 km	15 Jahre
12	„Kreisstraßen Lippe“	NW	2007	460,0 km	25 Jahre
13	L 3332 „Geismar (B 253) - Frebershausen“	HE	2008	9,7 km	15 Jahre
14	L 3448 „TOU Limburg-Lindenholzhausen“	HE	2008	1,4 km	15 Jahre
15	BAB A 6 „AS Waldmohr - AK Landstuhl“	RP	2008	8,2 km	25 Jahre
16	BAB A 6 „AS Roth - AK Nürnberg-Süd“	BY	2008	5,6 km	25 Jahre
17	L 192 „Süderlügum - Ellund“	SH	2008	30,0 km	30 Jahre
	noch nicht ausgeschrieben:				
18	*St 2580 „Flughafentangente Ost - Bauabschnitt V“*	*BY*	*2009*	*4,0 km*	*25 Jahre*
19	*BAB A 9 „AS Dittersdorf - Tal der Wisenta“*	*TH*	*2009*	*9,0 km*	*30 Jahre*
20	*BAB A 81 „AS Stuttgart-Zuffenhausen - AS Leonberg-Ost“*	*BW*	*2009*	*5,5 km*	*20 Jahre*
21	*BAB A 31 „AS Gescher/Coesfeld - AS Heek“*	*NW*	*2009*	*19,2 km*	*30 Jahre*

Zum Stichtag 31.12.2008 wurden 13 Projekte in Deutschland auf Basis eines FBV vergeben, vier befinden sich noch in der Vergabe- und vier in der Planungsphase. Die räumlichen Ausdehnungen umfassen bei den bisher vergebenen Projekten Streckenlängen von etwa 1 bis 20 km, wobei sie bei Netzmodellen wesentlich länger sein können. Die Vertragslaufzeit beträgt zwischen 15 und 30 Jahre bzw. wird variabel anhand des Abbruchkriteriums der äquivalenten 10-t-Achsübergänge gestaltet.



*inkl. Projekt „Kreisstraßen Lippe“, Netzlänge = 460 km

Bild 2: Kerndaten der FBV-Projekte ***(Stand: 12/2008)***

2.2 Einordnung des Funktionsbauvertrags bezogen auf PPP

Public Private Partnership (PPP) oder Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP) stellt eine moderne Form der langfristigen, vertrauensvollen und vor allem wirtschaftlichen Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und privatem Partner dar. Infolgedessen hat das Bundeskabinett am 16. Juli 2008 mit dem Beschluss des Masterplans Güterverkehr und Logistik den bereits im Koalitionsvertrag von 2005

enthaltenen Auftrag zur forcierten Umsetzung von PPP-Lösungen erneuert und bekräftigt.[3] Der verstärkte Ausbau von Verkehrsachsen und -knoten soll insbesondere durch die zügige und effiziente Realisierung von ÖPP-Projekten im Autobahnausbau und in der Autobahnerhaltung vorangetrieben werden.

2.2.1 F-Modell

Mit der Verabschiedung des Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetzes (FStrPrivFinG) im Jahre 1994 wurde für private Unternehmen die rechtliche Voraussetzung geschaffen, Straßen eigenverantwortlich zu betreiben. Das Betreibermodell wird auch als F-Modell bezeichnet und steht als Abkürzung für das FStrPrivFinG. Es umfasst in Form eines Lebenszyklusgesamtpakets Planung, Bau, Erhaltung, Betrieb und Finanzierung von Fernstraßenabschnitten durch Private. Zur Refinanzierung erhalten diese das Recht, eine streckenbezogene Nutzergebühr für alle Fahrzeugarten zu erheben. Eine Anschubfinanzierung des Bundes in Höhe von maximal 20 % der Baukosten ist nur in Ausnahmefällen möglich, wenn z. B. das Projekt im Bedarfsplan des BMVBS als „vordringlicher Bedarf“ eingestuft wird.

Durch die europäischen Rahmenbedingungen wurden dem F-Modell zunächst enge Grenzen auf bestimmte Abschnitte des Fernstraßennetzes gesetzt. Die Einsatzmöglichkeiten beschränkten sich auf neu zu errichtende Brücken, Tunnel und Gebirgspässe im Zuge von Bundesautobahnen und Bundesstraßen sowie mehrstreifige Bundesstraßen mit getrennten Fahrbahnen für den Richtungsverkehr. Nach derzeitiger europäischer Gesetzeslage wäre eine Ausweitung des Anwendungsbereichs ohne weiteres möglich, jedoch hält das BMVBS an den gegebenen Randbedingungen des F-Modells fest. Das FStrPrivFinG wurde letztmalig 2002 modifiziert und um die Vorschriften zur Erhebung und Entrichtung der Mautgebühren ergänzt.

Ab Ende der 1990er Jahre wurde die Ausführung mit diesem Betreiberkonzessionsmodell bei einer Vielzahl von Neu- und Ausbauprojekten diskutiert. Bis dato kamen jedoch nur zwei Tunnelprojekte zur Ausführung: die Rostocker Warnow-

[3] Vgl. Pressemitteilung Nr. 198/2008 des BMVBS vom 16.07.2008, abgerufen am 12.02.2009 unter http://www.bmvbs.de und BMVBS (2008), S. 57.

querung im Zuge der B 105 und die Travequerung in Lübeck im Zuge der B 75/B 104.

Weitere Projekte, die sich derzeit in Planung befinden, sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 2: Chronologische Auflistung der Ausschreibungen der bisherigen F-Modelle in Deutschland *(Stand: 01/2009)*

Nr.	Projekt	Land	Jahr	Länge	Vertrags-laufzeit
1	B 105 „Warnowtunnel“	MV	1994	4,0 km	50 Jahre
2	B 75 / B 104 „Herrentunnel“	SH	1997	2,1 km	30 Jahre
	noch nicht ausgeschrieben bzw. erst angekündigt:				
3	*BAB A 8 „AS Mühlhausen - AS Hohenstadt“ (Albaufstieg)*	*BW*	*k. A.*	*8,0 km*	*30 Jahre*
4	*BAB A 281 „Weserquerung“*	*HB*	*k. A.*	*4,4 km*	*30 Jahre*
5	*BAB A 252 „Hafenquerspange“*	*HH*	*k. A.*	*9,0 km*	*30 Jahre*
6	*B 50n „Hochmoselübergang“*	*RP*	*k. A.*	*6,1 km*	*30 Jahre*

2.2.2 A-Modell

Zeitgleich mit der Verabschiedung der rechtlichen Grundlage für die Mauterhebung auf Bundesautobahnen[4] im April 2002 wurde das sog. A-Modell eingeführt. Der Begriff A-Modell wird als Abkürzung für das Autobahnmautgesetz verwendet. Das Betreibermodell sieht die private Finanzierung für den sechsstreifigen Autobahnausbau sowie für Erhaltung und Betrieb aller Fahrstreifen vor. Die Refinanzierung erfolgt aus den Einnahmen der Lkw-Maut des jeweiligen Streckenabschnitts und durch eine Anschubfinanzierung aus dem Straßenbauhaushalt des Bundes. Die Höhe der Anschubfinanzierung wird im Wettbewerb ermittelt und kann bis zu 50 % der Baukosten betragen. Die Anschubfinanzierung symbolisiert die Infrastrukturkosten, die durch die Nutzung der nicht bemauteten Pkw und leichten Lkw entstehen.

[4] Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen (Autobahnmautgesetz für schwere Nutzfahrzeuge – ABMG)

Die Einnahmen aus der streckenbezogenen Maut für Lkw größer/gleich zwölf Tonnen Gesamtgewicht fließen zunächst vollständig in den Bundeshaushalt bzw. an die Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft (VIFG), die die Zahlungen monatlich nachlaufend an die Betreiber weiterleiten. Diese haben also keinerlei vertragliche Beziehungen zu den Nutzern der A-Modell-Abschnitte. Der Konzessionsvertrag wird mit dem jeweiligen Bundesland als AG und dem Bund als Konzessionsgeber abgeschlossen. Die bisherigen Erfahrungen bei der Ausschreibung der A-Modelle haben gezeigt, dass sich größtenteils Bieterkonsortien bewerben, da in der Regel nur so das erforderliche Eigen- und Fremdkapital aufgebracht werden kann.

Für das A-Modell wurden einzelne Pilotabschnitte ausgewählt, die im Bedarfsplan des BMVBS zum Ausbau anstehen.

Tabelle 3: Chronologische Auflistung der Ausschreibungen der bisherigen A-Modelle in Deutschland *(Stand: 01/2009)*

Nr.	Projekt	Land	Jahr	Länge	Vertrags-laufzeit
1	BAB A 8 „AS Augsburg-West - AD München-Allach“	BY	2005	51,2 km	30 Jahre
2	BAB A 4 „Landesgrenze Hessen/Thüringen - AS Gotha“	TH	2005	44,7 km	30 Jahre
3	BAB A 5 „Malsch - AS Offenburg“	BW	2005	59,8 km	30 Jahre
4	BAB A 1 „AD Buchholz - AK Bremen“	NI	2005	72,3 km	30 Jahre
5	BAB A 8 „Ulm - AS Augsburg-West“	BW	2009	58,0 km	30 Jahre
	noch nicht ausgeschrieben bzw. erst angekündigt:				
6	*BAB A 9 „AK Hermsdorf - AS Schleiz“*	*TH*	*2009*	*40,4 km*	*30 Jahre*
7	*BAB A 1 „AK Lotte/Osnabrück - AK Münster-Süd“*	*NW*	*k. A.*	*49,6 km*	*30 Jahre*
8	*BAB A 6 „AS Wiesloch/Rauenberg - AK Weinsberg“*	*BW*	*k. A.*	*48,0 km*	*30 Jahre*
9	*BAB A 7 „AD Bordesholm - AS Hamburg-Othmarschen“*	*SH*	*k. A.*	*71,1 km*	*30 Jahre*
10	*BAB A 7 „AD Salzgitter - AD Drammetal“*	*NI*	*k. A.*	*79,4 km*	*30 Jahre*
11	*BAB A 45 „Landesgrenze NRW/Hessen - AK Gambach“*	*HE*	*k. A.*	*65,0 km*	*30 Jahre*
12	*BAB A 60 „AS Mainz-Laubenheim“ - AK „A 60/A 643“ - A 643 „AK Schierstein“*	*RP*	*k. A.*	*18,6 km*	*30 Jahre*

2.2.3 PPP-Elemente in Funktionsbauverträgen

FBV lassen sich wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben in „echte“ und erweiterte FBV unterteilen. Sie unterscheiden sich durch die Einbeziehung unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen, die an den privaten AN übertragen werden.

Während ein „echter“ FBV nur den Bau und die bauliche Erhaltung umfasst, werden bei einem erweiterten FBV zusätzlich noch die Finanzierung und eventuell der Betriebsdienst einbezogen. Damit verfolgt das Modell Funktionsbauvertrag eine Kostenoptimierung über mehrere Wertschöpfungsstufen hinweg.

Neben der Lebenszyklusbetrachtung kommt der FBV durch eine outputorientierte Leistungsbeschreibung, die Risikoallokation zwischen den Vertragspartnern, die Einbringung von Ressourcen durch alle Partner und eine leistungsabhängige Vergütung wesentlichen Erfolgsfaktoren klassischer PPP-Modelle nach *(vgl. Gerdes (2007), S. 135).*

Darauf aufbauend wird aus Sicht des Verfassers der FBV als dritte PPP-Säule im Straßenbau in Deutschland betrachtet.

3 Der Funktionsbauvertrag aus AG- und AN-Sicht

3.1 Vorgehensweise bei der Datenerhebung

Grundlage für das Erfassen der verschiedenen Sichtweisen bildet eine Expertenbefragung mittels Leitfadeninterviews. Sie basiert auf jeweils zehn AG- und AN-Experteninterviews mit 38 Interviewpartnern (20 AG/18 AN), die in ihrer Organisation der Geschäfts- bzw. Abteilungsleitung angehören oder Führungsfunktionen im operativen Bereich innehaben. Die Interviews wurden im Zeitraum Juli 2008 bis Februar 2009 geführt. In Einzelgesprächen wurden AG und AN getrennt voneinander befragt.

Grundlage der nachfolgend dargestellten Ergebnisse ist die Befragung von 85 % aller AG, die ein oder mehrere Projekte auf Basis eines FBV vergeben bzw. eine Ausschreibung dafür durchgeführt haben. Des Weiteren wurden ebenfalls 85 % aller AN befragt, die ein oder mehrere FBV-Projekte abgewickelt, sowie zwei Unternehmen, die bereits an FBV-Ausschreibungen teilgenommen haben. Daher

liegen den Auswertungen nicht ausschließlich Meinungen von AN der laufenden Projekte, sondern auch Bieteransichten zugrunde.

Von 14 im Rahmen der Befragung auswertbaren Projekten waren sechs Neubauprojekte sowie acht grundhafte Erneuerungen des Straßenoberbaus. Nicht in die Auswertung eingeflossen sind die Projekte mit den lfd. Nrn. 15-21[5], die sich im Zeitraum der Expertenbefragung noch in der Planungsphase befanden bzw. erst währenddessen veröffentlicht wurden.

3.2 Wesentliche Ergebnisse der Expertenbefragungen

Nachfolgend werden nach einem allgemeinen Überblick die wesentlichen Ergebnisse der Expertenbefragungen in den Bereichen Vertragsgestaltung, Risikomanagement, strategische Relevanz sowie der zukünftige Optimierungsbedarf für Folgeprojekte dargestellt und in Unterabschnitten analysiert.

3.2.1 Allgemeiner Überblick

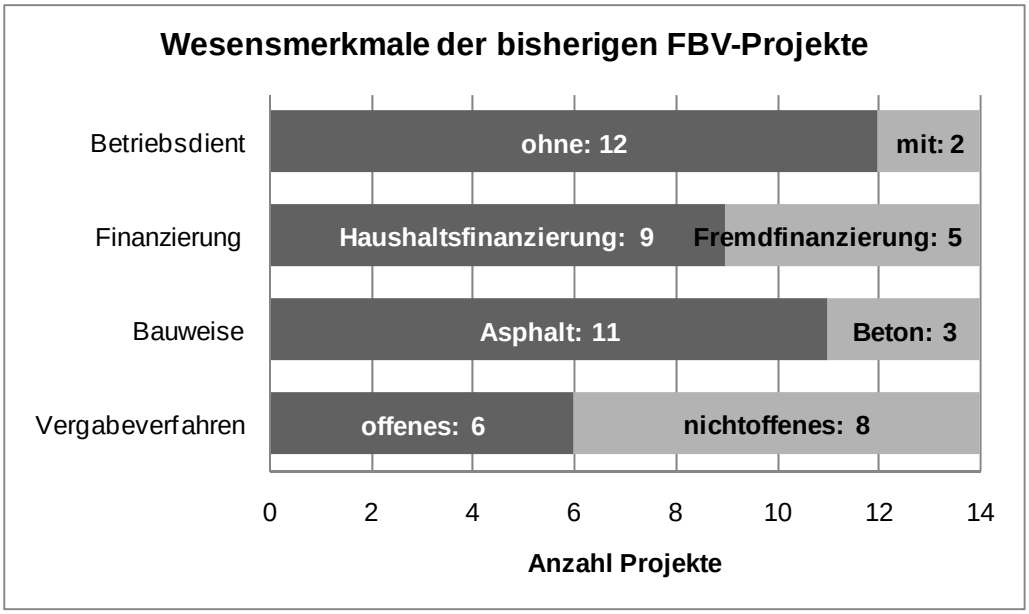


Bild 3: Wesensmerkmale der bisherigen FBV-Projekte *(Stand: 12/2008)*

- Als Vergabeverfahren wurde bei ca. 60 % der FBV-Projekte das europaweite, nichtoffene Verfahren, d. h. die beschränkte Ausschreibung mit vorgeschaltetem Teilnahmewettbewerb gewählt.

[5] siehe Tabelle 1.

- Die Asphaltbauweise überwiegt die Betonbauweise mit rund 80 % aller Ausführungen.
- Etwa 65 % der Projekte liegt eine Haushaltsfinanzierung zugrunde. Für den Großteil der AG sorgt diese für die beste Kostentransparenz, insbesondere im Hinblick auf die gesicherte Festlegung der Mittel für die Erhaltungsphase.
- Der Betriebsdienst wird lediglich bei zwei Projekten in den FBV einbezogen. Dies spiegelt auch das Meinungsbild der AG und AN wieder, die die Einbeziehung des Betriebsdienstes mehrheitlich ablehnen.

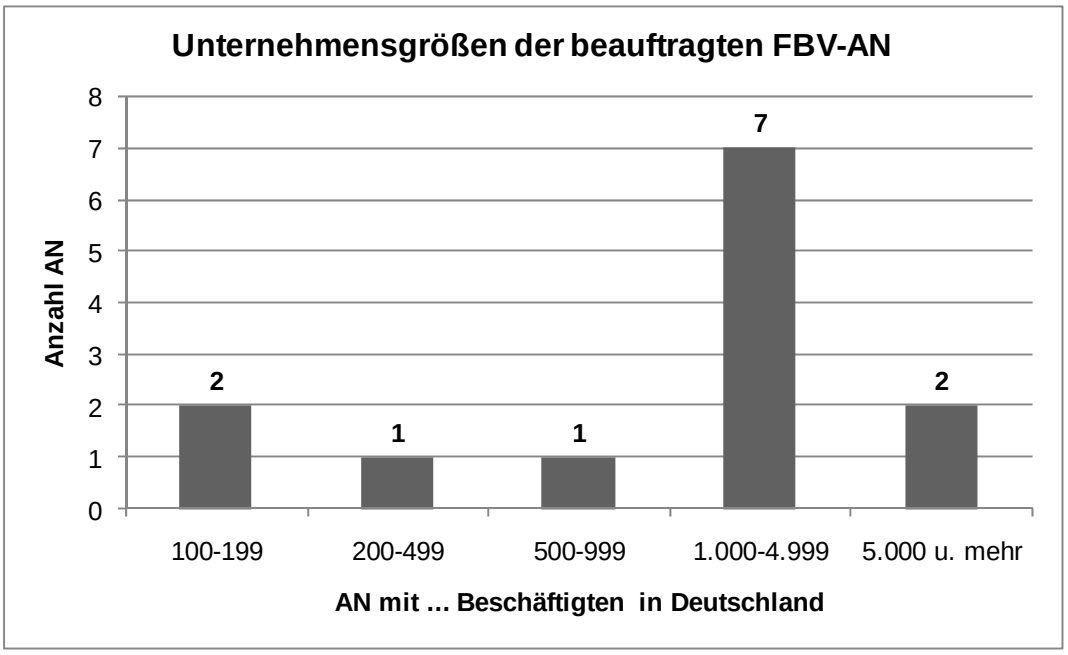


Bild 4: Unternehmensgrößen der beauftragten FBV-AN *(Stand: 12/2008)*

- Eine genauere Betrachtung zeigt, dass ein Großteil der FBV-Projekte von mittelständischen bzw. großen mittelständischen Bauunternehmen und nicht von Konzernen akquiriert wurde. Der Mittelstand befürwortet FBV als Alternative zu A-Modellen, da FBV besser in die jeweiligen Unternehmensprofile passen.

3.2.2 Vertragsgestaltung

Datengrundlage der Ausschreibung

Lag der Ausschreibung eine ausreichende Datengrundlage in Bezug auf die Verkehrsparameter und deren zeitliche Entwicklung sowie in Bezug auf den vorhan-

denen Straßen- und Baugrundzustand (z. B. Oberflächen- und Substanzwerte bzw. Bodengutachten) zugrunde?

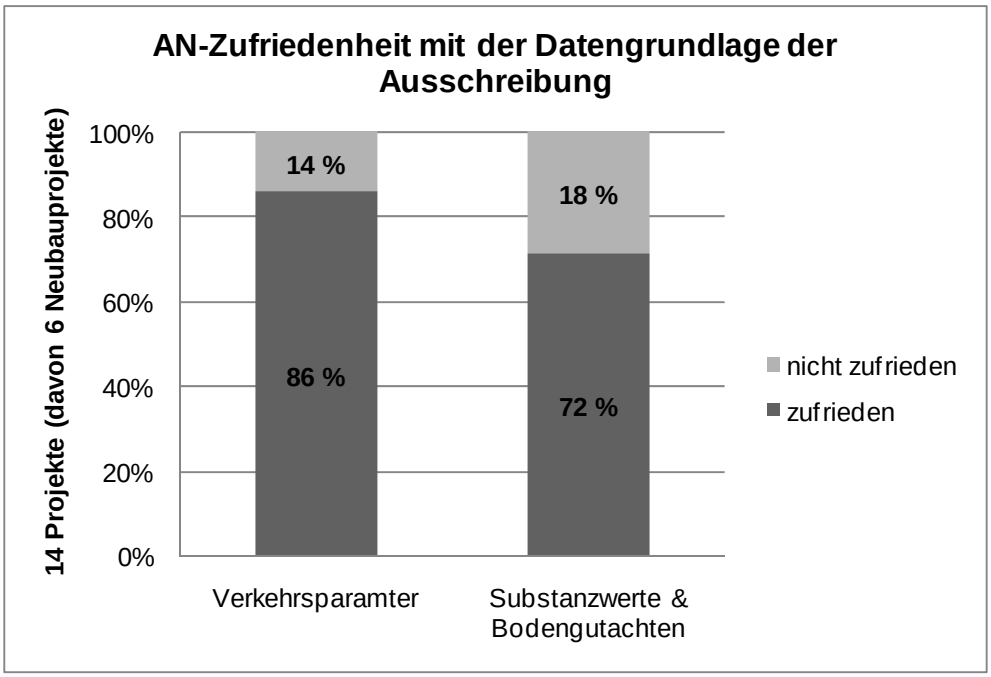


Bild 5: Zufriedenheit der AN mit der Datengrundlage der Ausschreibung

- Die Daten, die der Ausschreibung zugrunde lagen, boten rund drei Vierteln der befragten privaten Unternehmen eine ausreichende Kalkulationsgrundlage.
- Alle befragten AG erachten die Datengrundlage, die den Bietern im Zuge der Ausschreibung zur Verfügung gestellt wurde, als ausreichend. Sie sehen sich in ihrer Meinung dadurch bestärkt, dass während der Angebotsphase kaum Bieteranfragen zur Datengrundlage eingingen.

Vergütungsstruktur – Preisgleitindizes

- Durch die Vereinbarung geeigneter Preisgleitklauseln, die die Baustoffpreise und/oder sich verändernde Kosten im Bereich der Straßenerhaltung abbilden, lassen sich entsprechende Risiken wie z. B. das Inflationsrisiko abfedern.
- 80 % der AG und 90 % der AN sehen die Notwendigkeit einer Anpassung des kombinierten Kostenindexes, da insbesondere die Indizes für Bitumen und Kraftstoffe in den letzten Jahren exponentiell gestiegen sind. Der Kostenindex wurde bisher standardmäßig bei zwölf FVB vereinbart und stellt sich unter Berücksichtigung von Gewichtungsfaktoren wie folgt dar:

$$KK_i = 0{,}2 \cdot \frac{I_{Bitumen,i}}{I_{Bitume,0}} + 0{,}2 \cdot \frac{I_{Zement,i}}{I_{Zement,0}} + 0{,}2 \cdot \frac{I_{Naturstein,i}}{I_{Naturstein,0}} + 0{,}1 \cdot \frac{I_{Energie,i}}{I_{Energie,0}} + 0{,}3 \cdot \frac{I_{Lohn,i}}{I_{Lohn,0}} \quad [-]$$

mit:

KK_i = kombinierter Kostenindex im Jahr i

$I_{Kostenart,i}$ = Index (Jahresmittelwert) für die Kostenart im Jahre i nach den Angaben des Statistischen Bundesamtes

$I_{Kostenart,0}$ = Index (Jahresmittelwert) für die Kostenart im Jahr der Angebotsabgabe nach den Angaben des Statistischen Bundesamtes

- Sowohl AG als auch AN befürworten die Entwicklung einer differenzierten Preisgleitklausel für Asphalt- und Betonbauweise.

Nutzungsausfallkosten

- Der FBV soll ein Mittel zur Stauvermeidung sein, was durch die vom AN zu entrichtenden Nutzungsausfallkosten (NAK) unterstrichen wird. Der AN soll angehalten werden, qualitativ hochwertig zu bauen, um während des Erhaltungszeitraums möglichst wenig Sperrzeiten vornehmen zu müssen (lange Erhaltungszyklen). Darüber hinaus fördern sie nicht die Spekulationen des AN, sondern die Optimierung der Erhaltung.
- Alle bisher vergebenen Bundesautobahn-Projekte und ein Bundesstraßen-Projekt enthalten NAK. Sie kommen ausschließlich auf stark befahrenen Streckenabschnitten zum Einsatz. Mit den Regelungen betreffend der NAK sind lediglich 50 % der AN zufrieden.

Schnittstelle „Bauliche Erhaltung – Betriebsdienst“

- Nach Ansicht der AN ist die Abgrenzung der baulichen Erhaltung zum Betriebsdienst bei ungefähr 85 % der FBV eine Grauzone und nicht bzw. nur unzureichend geregelt. Infolgedessen sind 80 % der befragten AN unzufrieden mit der Schnittstellenregelung.

Vertragslaufzeit

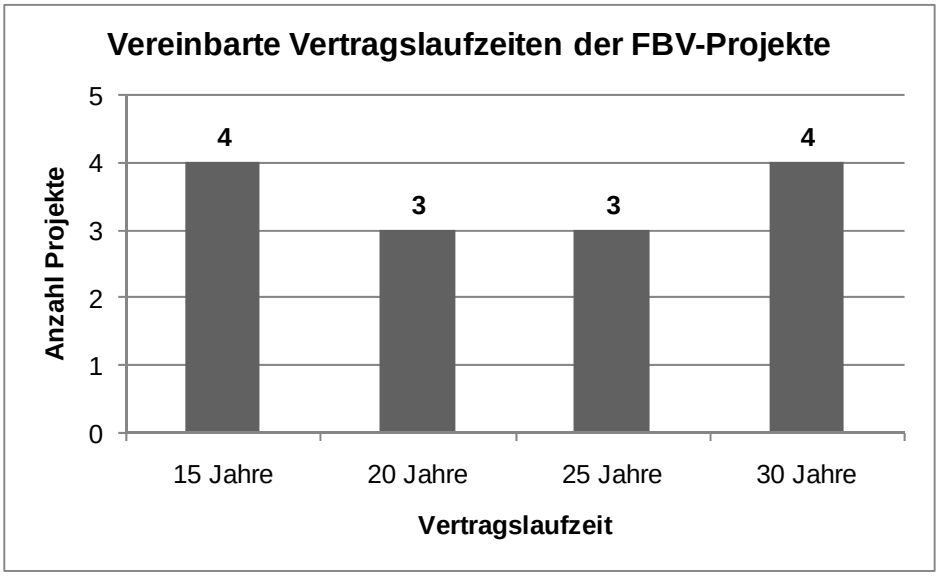


Bild 6: Vertragslaufzeiten der FBV-Projekte *(Stand: 12/2008)*

- 50 % der FBV-Projekte haben eine Laufzeit von 25 Jahren und länger.

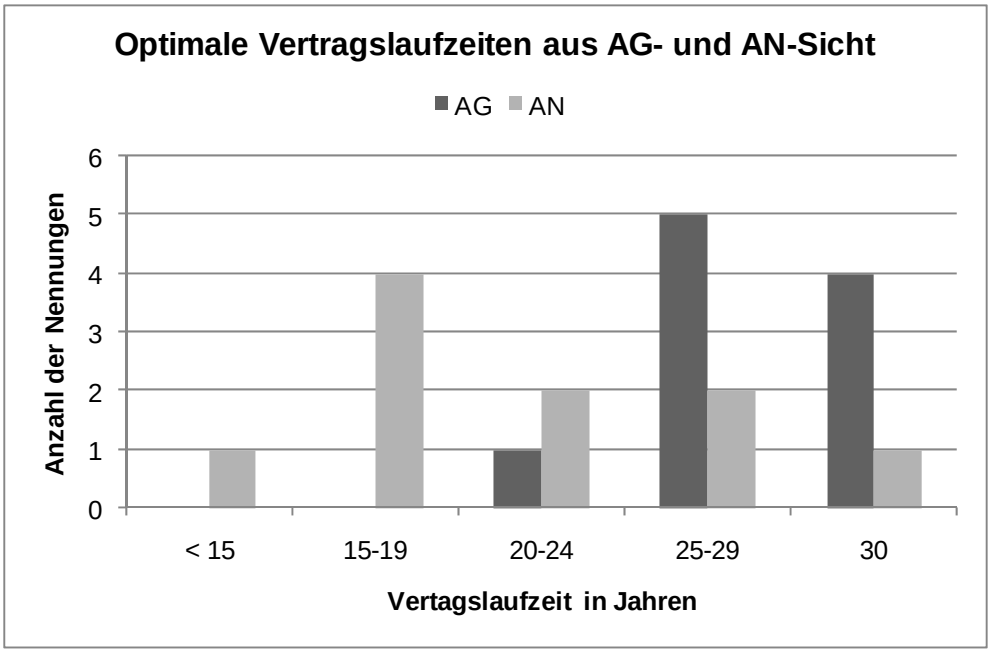


Bild 7: Optimale Vertragslaufzeiten aus AG- und AN-Sicht

- Die AG erachten die optimale Vertragslaufzeit tendenziell länger als die AN. Während 90 % der AG eine Laufzeit von 25 Jahren und länger (Bemessungszeitraum = Vertragslaufzeit) als sinnvoll erachten, befürworten dies lediglich 30 % der AN.

- Aus Sicht vieler AG lässt sich die geeignete Laufzeit eines FBV nur mittels langjähriger Erfahrungswerte über das Langzeitverhalten von Oberbaukonstruktionen und unter Berücksichtigung einer bauweisenspezifischen Betrachtung bestimmen.

3.2.3 Risikomanagement

Angebotsauswertung und Vergabe

- Während der Angebotsauswertung muss der AG in erster Linie die nachfolgenden Risiken bewerten: Insolvenz des AN, Erhaltungskonzept des Teils C, Restsubstanzwert, Spekulation in Teil C mit der daraus resultierenden Überzahlung bei einer Kostenverlagerung von Teil C in B.
- Die Bewertung des Angebots erfolgt größtenteils über ein Bepunktungssystem unter der Berücksichtigung des Preises und des technischen Wertes, der sich u. a. aus den Wertungskriterien Konzept des Qualitätssicherungssystems, des Bauverfahrens und des Bauablaufs sowie Qualität der Bauweise und des Erhaltungskonzeptes zusammensetzt. Dies war für viele AG in Teil C nicht immer objektiv möglich und infolgedessen der Abwägungsprozess stark angreifbar. Oftmals ist die Gewichtung des Preises so hoch gewählt, dass dem technischen Wert nur eine untergeordnete Rolle zukommt und er somit keinen Einfluss auf die Reihenfolge der Angebote hat.
- Das Erhaltungskonzept des Vertragsteils C passt in vielen Angeboten nicht zum Bemessungszeitraum und stimmt häufig nicht mit den Erfahrungen der Straßenbauverwaltung überein. Darüber hinaus lässt es vielmals einen relativ geringen Restsubstanzwert erwarten.

Bewertung Bieterkompetenz

- Die Bewertung der Bieterkompetenz stellte für die AG im Regelfall kein Problem dar. Sie wurde anhand von Referenzprojekten und durch Präqualifikation (PQ) erbracht. Dabei wird das PQ-Verfahren seitens der AN noch sehr zögerlich angenommen. Für den AG vereinfacht es jedoch die Angebotswertung.

Risikoverteilung

Entspricht die vertraglich vereinbarte Risikoverteilung Ihrer Vorstellung einer ausgewogenen Risikoverteilung?

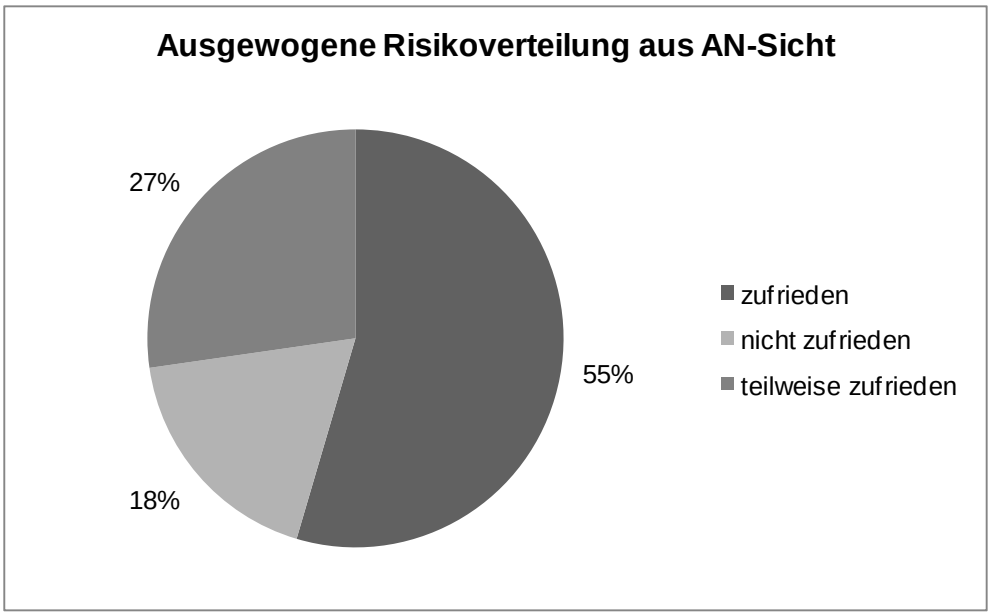


Bild 8: Ausgewogene Risikoverteilung aus AN-Sicht

- Die Risikoverlagerung vom AG auf den AN ist ein zentrales Element von FBV im Vergleich zu konventionellen Projekten. Bei FBV sind 55 % der befragten AN mit der vertraglich vereinbarten Risikoverteilung zufrieden und 27 % sehen in Teilbereichen noch Optimierungsbedarf für zukünftige Projekte.
- Die Risikoverteilung sollte zwischen öffentlichem und privatem Sektor ausgeglichen und nach dem Prinzip erfolgen: „Das betrachtete Risiko sollte jeweils von derjenigen Partei getragen werden, die es am besten bewerten und minimieren kann.“ (z. B. Beschädigungen durch Drittgewalt)
- Für einige Befragte stellt das Verkehrsmengenrisiko das Hauptproblem dar.
- Hingegen kann das Inflationsrisiko durch eine Anpassung der Indexierung minimiert werden.
- Erwartungsgemäß sehen alle AG die vertraglich vereinbarte Risikoverteilung als eine ausgewogene Risikoverteilung an.
- Einige AG sehen voraussichtlichen Diskussionsbedarf während der Erhaltungsphase, insbesondere darüber, wer im Streitfall aus dem Untergrund resul-

tierende Verformungen des Oberbaus nachzuweisen hat. Im Zweifelsfall muss eine mit Vertragsabschluss eingerichtete bzw. im Bedarfsfall einzurichtende Schiedskommission entscheiden.

- Eine Teilung des Gesetzes- und Normänderungsrisikos, das sich meist nicht im Vorhinein abschätzen lässt, wird von 50 % der AG angestrebt. Dieses Risiko wird üblicherweise derart geteilt, dass der Private aus Normänderungen resultierende Mehrkosten trägt, wenn die Normänderung zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses objektiv und realistisch absehbar ist, und darüber hinausgehende Mehraufwendungen durch den öffentlichen AG übernommen werden. Dies entspricht der Logik, dass diese Mehrkosten bei der klassischen Realisierung ebenfalls für den AG anfallen würden *(vgl. BPPP (2007), S. 27)*. Hingegen ordnen die verbleibenden 50 % der AG sowie 80 % der befragten AN das Risiko dem AG zu.

Spekulative Angebote

- 100 % der AG und 80 % der AN sehen die Gefahr von spekulativen Angeboten als gegeben an.
- Um einer Kostenverlagerung von Teil C in B entgegenzuwirken, wurde von einigen AG vorgeschlagen, die Kosten von Teil B und C zu addieren. Von dieser Summe sollten wiederum ein Mindestanteil in Teil C enthalten sein.

3.2.4 Strategische Relevanz

Erwartungen

- Für die öffentliche Hand muss ein FBV wirtschaftlich, umfassend, formalisiert sowie für den „einfachen“ Anwender praktikabel sein, um den Erwartungen gerecht zu werden. Die AG sehen in FBV die nachfolgenden Chancen: Förderung innovativer Bauweisen, eine Qualitätssteigerung des Produktes „Straße“ sowie langfristig Einsparungen von eigenen Personal- und Erhaltungskosten.
- Bei den AG besteht Konsens darüber, dass betreffend Chancen von FBV in der Praxis der laufenden Projekte die Qualitätssteigerung eher erfüllt wird als das Einbringen von innovativen Bauweisen.

- AN erhoffen sich durch an sie beauftragte FBV einen positiven Einfluss auf die Akquise weiterer Aufträge. FBV fördern aus AN-Sicht Innovationen und tragen durch einen festen Auftragsbestand zur Zukunftssicherung des Unternehmens bei.

Erfahrungswerte

- Erfahrungswerte über das Langzeitverhalten von Oberbaukonstruktionen liegen sowohl auf AG- als auch auf AN-Seite überwiegend nur in Form von personenbezogenem Wissen vor.
- Derzeit befindet sich bei vielen AG Straßendatenbanken im Aufbau, um zukünftig insbesondere Aussagen über Lebenszyklen und Erhaltungskosten treffen zu können. Jedoch ist für die richtige Interpretation der Werte ingenieurmäßiges Wissen unverzichtbar.

Strategische Geschäftsfelderweiterung – Alternative Beschaffungsvariante

Werden Funktionsbauverträge als Mittel zur strategischen Geschäftsfelderweiterung betrachtet?

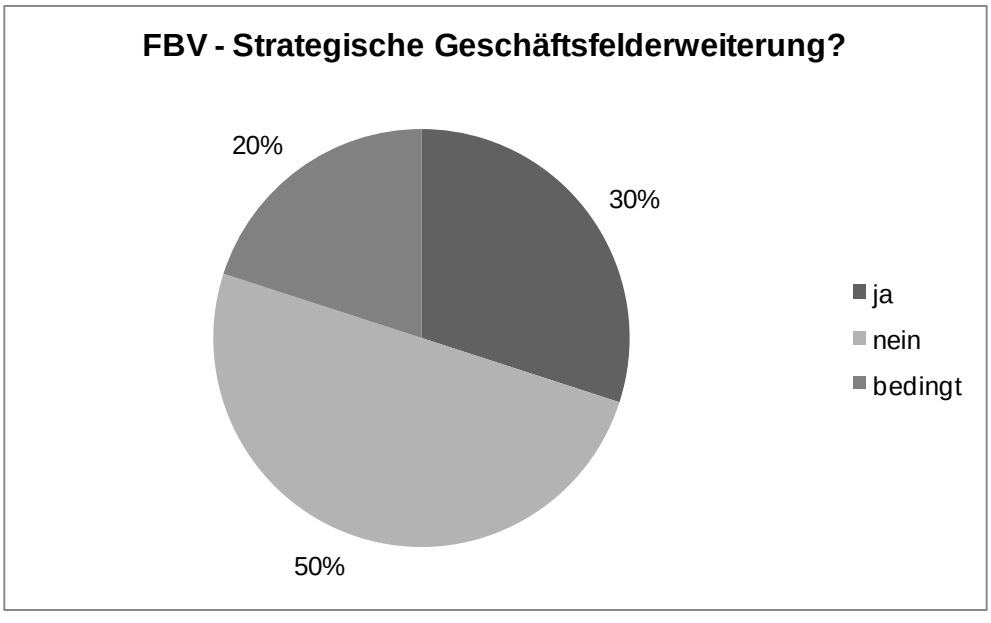


Bild 9: FBV – Strategische Geschäftsfelderweiterung für AN?

- Um FBV als eine strategische Geschäftsfelderweiterung zu sehen, existieren für viele Unternehmen noch nicht genügend Ausschreibungen für FBV.

- Vom Grundgedanken her sieht die öffentliche Hand den FBV als alternative Beschaffungsvariante an, um qualitativ hochwertiger zu bauen.

3.2.5 Zukünftiger Optimierungsbedarf

Umstände für Folgeprojekte

Unter welchen Umständen befürworten Sie die Ausführung von (Folge-)Projekten auf Basis eines Funktionsbauvertrages?

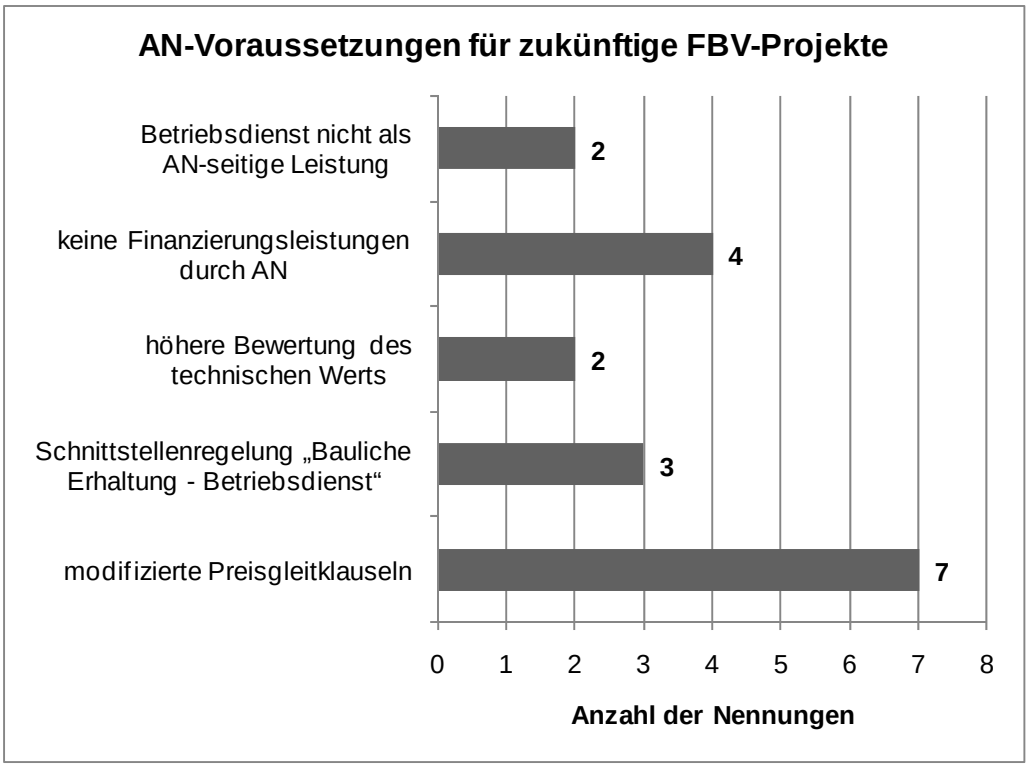


Bild 10: AN-Voraussetzungen für zukünftige FBV-Projekte

- Modifizierung der Preisindexierungen mittels bauweisenspezifischer Indizes. Darüber hinaus Preisgleitklauseln bereits schon für die Bauleistung (Teil A und B).
- Schnittstellenregelung „Bauliche Erhaltung – Betriebsdienst“.
- Höhere Bewertung des technischen Wertes im Vergabeverfahren.
- Keine Finanzierungsleistungen durch AN (stattdessen Haushaltsfinanzierung durch AG) und keine höheren Vorfinanzierungskosten.

- Betriebsdienst während des Erhaltungszeitraums nicht als AN-seitige Leistung vorsehen.

Demgegenüber sehen die AG die Voraussetzungen für Folgeprojekte breiter gestaffelt:

- Die Randbedingungen von Folgeprojekten sollten klar abgrenzbar sein, d. h. neben dem Vorliegen von homogenen Bodenverhältnissen sollten wenige Schnittstellen existieren.
- Die Angebotswertung sollte noch strukturierter ablaufen, was u. a. eine detailliertere Beschreibung der vorgesehenen Erhaltungsmaßnahmen durch die Bieter voraussetzt.
- Bei Folgeprojekten sind möglichst lange Angebotsfristen zu wählen, um noch mehr Kreativität und Innovation der Unternehmen in den funktionalen Ausschreibungsbereichen anzuregen.
- Für zukünftige FBV sollten standardisierte Anforderungen für die Qualitätssicherung definiert werden, die auch Kriterien an die Dokumentation der tatsächlich ausgeführten Leistung umfassen.
- Die Möglichkeiten zur Einschätzung des Restsubstanzwertes und somit des Anlagevermögens sind zu verbessern, um den Straßenzustand bei der Rückgabe bewerten zu können. Nur das Heranziehen von Oberflächenwerten ist dabei zu wenig.

4 Fazit und Ausblick

Der FBV wird zunehmend in den Bereichen der Bundesautobahnen, der Bundes-/ Staats- und Landesstraßen sowie der Kreis- und Gemeindestraßen umgesetzt.

Für zukünftige FBV gilt es, Projekte zu finden, bei denen möglichst wenige Schnittstellenprobleme zu erwarten sind. Dies ist eher bei Streckenlösungen außerhalb bebauter Ortslagen gegeben und weniger bei Netzlösungen. Ferner gilt es, die Wertungssystematik bei der Auftragsvergabe zu optimieren.

Die derzeitige Risikozuordnung stellt aus AG-Sicht eine ausgewogene Risikoallokation dar, d. h. die Risiken werden von demjenigen übernommen, der sie am besten beeinflussen kann. Dem öffentlichen AG ist bewusst, dass die Übertragung

von Risiken auf den privaten AN immer mit Kosten verbunden ist. Jedoch betrachten 45 % der befragten Unternehmen die vertraglich vereinbarte Risikoverteilung als verbesserungsbedürftig. Insbesondere bei Netzmodellen wird die Risikoverteilung als unausgewogen angesehen, v. a. das Verkehrsmengenrisiko - das relevante Hauptrisiko - droht zum „Dealbreaker“ zu werden.

Die Vertrags- und Vergütungsstruktur des FBV wird von beiden Vertragspartnern als relativ einfach und praktikabel betrachtet. Darüber hinaus legt die Mehrzahl der AG und der AN Wert auf eine Haushaltsfinanzierung und keine Fremdfinanzierung durch den AN. Für den AN hingegen beinhalten FBV höhere Finanzierungskosten als konventionelle Bauverträge.

Die mittelständischen bzw. großen mittelständischen Bauunternehmen wickeln einen großen Anteil der bisherigen FBV-Projekte in Deutschland ab. Für sie nimmt der FBV eine Mittelposition zwischen konventionellen Bauverträgen und Betreibermodellen ein.

Als Voraussetzung für ein Engagement bei zukünftigen FBV nennen die Unternehmen insbesondere modifizierte Preisgleitklauseln, haushaltsfinanzierte Projekte und eine klare Schnittstellenregelung „Bauliche Erhaltung – Betriebsdienst“.

Weiterer Forschungsbedarf besteht aus baubetrieblicher Sicht bei der Standardisierung von Vertragsbestandteilen, der Optimierung der Risikoverteilung und der Abgrenzung „Bauliche Erhaltung – Betriebsdienst“ sowie der Modifizierung des kombinierten Kostenindexes. Der Verfasser wird sich in seiner weiteren Forschungsarbeit insbesondere auf den letztgenannten Punkt konzentrieren.

Literatur

Beckers, Thorsten (2005): Die Realisierung von Projekten nach dem PPP-Ansatz bei Bundesfernstraßen. Ökonomische Grundlagen und eine Analyse des F-Modells, des A-Modells sowie des Funktionsbauvertrages. Dissertation. Berlin: 2005.

BMVBS (2008) – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Masterplan Güterverkehr und Logistik. Berlin: September 2008. http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1057628/Masterplan-Gueterverkehr-und-Logistik.pdf, 41 S., 14.02.2009.

BPPP (2007) – Bundesverband Public Private Partnership (Hrsg.): PPP für kommunale Straßen. Eine Entscheidungshilfe. Hamburg: November 2007. http://www.bppp.de/media/file/29.BRO_Entscheidungshilfe.pdf, 43 S., 02.02.2009.

Gerdes, Enno (2007): PPP-Ansätze für Fernstraßen. Deutschland, Österreich und Großbritannien im Vergleich unter besonderer Berücksichtigung institutioneller und finanzwirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Dissertation. Hamburg: 2007.

Hirschhausen, Christian von; Beckers, Thorsten; Klatt, Jan Peter (2005): Aktuelle ÖPP-Modelle für die Bundesfernstraßen. Eine ökonomische Analyse. ADAC-Studie zur Mobilität. ADAC – Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. (Hrsg.). Ressort Verkehr. München, 2005.

Knoll, Eberhard et al. (1999): Funktionsbauverträge. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 780. Bonn: Bundesdruckerei GmbH, 1999.

ZTV Funktion-StB 04 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Funktionsbauverträge im Straßenbau, Ausgabe 2004.

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sinan Özcan

Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement (PPQM) bei komplexen Bauprojekten am Beispiel des Straßenbaus – Grundlagen und Anforderungen

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sinan Özcan
Universität Kassel, Institut für Arbeitswissenschaft und Prozessmanagement
Fachgebiet Projektmanagement
Heinrich-Plett-Straße 40, 34132 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 177

1 Einleitung 177

1.1 Problemstellung und Zielsetzung 177

1.2 Vorgehensweise der Untersuchung 179

2 Theoretische Grundlagen 181

2.1 System- und Organisationstheorie 181

2.2 Projekt- und Qualitätsmanagement 183

2.3 Projektqualitätsmanagement (PQM) 186

3 Besonderheiten in der Abwicklung von Straßenbauprojekten 188

4 Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement (PPQM) 189

4.1 Anforderungen an das PPQM 189

4.1.1 Anforderungen aus der Theorie 189

4.1.2 Anforderungen aus der Praxis 191

4.2 Voraussetzungen zur Anwendung des PPQM 191

5 Schluss 192

Literatur 192

Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement (PPQM) bei komplexen Bauprojekten am Beispiel des Straßenbaus – Grundlagen und Anforderungen

Zusammenfassung

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über das Forschungsthema „Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement“ (PPQM) am Beispiel von Straßenbauprojekten, das im Rahmen meiner Dissertation am Lehrstuhl für Projektmanagement, Universität Kassel, derzeit bearbeitet wird.

Hiermit wird auch zum ersten Mal in der allgemeinen Fachliteratur der Begriff „Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement“ (PPQM) eingeführt. In diesem Beitrag werden in der Einleitung die Problemstellung, die Zielsetzung und die Vorgehensweise der Untersuchung zum PPQM kurz beschrieben. Danach werden die Systemtheorie, die Organisationstheorien sowie maßgebliche Elemente und Werkzeuge des Projekt- und Qualitätsmanagements vorgestellt, die die Grundlagen des zu entwickelnden PPQM bilden. In Kapitel 3 werden die Besonderheiten von Straßenbauprojekten aufgezeigt, weil das PPQM für diese konzipiert wird. Anschließend werden in Anlehnung an die Theorien und an bisher durchgeführten Interviews sowie Dokumentenanalysen die Anforderungen an das PPQM beschrieben und welche Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz des PPQM in der Praxis erfüllt sein müssen.

Inhalt dieses Beitrags ist nicht die Vorstellung der endgültigen Lösung für die Problemstellung und des PPQM-Modells. Das Ziel ist es, einen ersten Einblick in diese Thematik zu geben.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Ein Bauvorhaben wird i.d.R. durch das Zusammenwirken vieler Projektbeteiligter geplant und realisiert. Beteiligte sind dabei u.a. Auftraggeber (AG), Behörden und Ämter, Architekten und Fachplaner, Ingenieurbüros sowie Bauunternehmer (AN) und Nachunternehmer (NU). Die Zusammenarbeit der am Bauprozess Beteiligten

ist dabei so zu koordinieren, dass die geforderten Projektziele des Auftraggebers erreicht werden *(vgl. Thoben et al., 2005)*. Da der Bauherr grundsätzlich für sein Bauwerk zuständig ist, sollte dieser die Koordinierungsaufgaben übernehmen oder externe Unterstützung in Form von Ingenieurbüros in die Projektorganisation integrieren, um eine zielführende Projektqualität erreichen zu können. Der Koordinierungsaufwand ist dabei u.a. von dem Bauvorhaben selbst und der gewählten Projektaufbauorganisation abhängig. Bei Straßenbauprojekten mit einem Bauherrn als öffentlichen Auftraggeber sind zudem weitere, insbesondere formale Randbedingungen zu berücksichtigen. Die Projektorganisation, bestehend aus allen Projektbeteiligten, ergibt sich dann aus der gewählten Vergabe- und Vertragsform. Die Vergabe von Aufträgen dient grundsätzlich der Bedarfsdeckung bei denen Bauherren (Auftraggeber), gewerbliche Unternehmer oder Freiberufler gegen Entgelt mit der Bedarfsdeckung beauftragen (z.B. Bau einer Bundesfernstraße). In diesem Fall vergibt bzw. erteilt der Auftraggeber den Auftrag an einen Auftragnehmer, die rechtliche Bindung erfolgt durch einen Vertrag und es entsteht die Schnittstelle AG zu AN in der Projektorganisation.

Bei komplexen Bauvorhaben, wie z.B. dem Bau von Bundesfernstraßen, existieren zwischen den Projektbeteiligten eine Reihe von Schnittstellen, die geregelt werden müssen, um die Sicherstellung der Projektziele gewährleisten zu können. Die Projektziele werden zwischen den Projektpartnern vertraglich vereinbart, auch die Schnittstellen zwischen den Vertragspartnern werden so geregelt. Es gibt jedoch eine ganze Reihe von Schnittstellen (z.B. bauablaufbedingte Schnittstellen zwischen AN-AN bei Einzelvergabe) zwischen Projektbeteiligten, die keine vertragliche Grundlage untereinander haben, wodurch Probleme in Projekten entstehen können. Wenn diese nicht erkannt, analysiert, bewertet und geregelt werden, kann keine hohe Projektqualität erreicht werden und der Projekterfolg könnte gefährdet sein. Die bisherigen Interviews haben gezeigt, dass vertraglich nicht geregelte Schnittstellen während der Bauausführung derzeit vor allem in Bauleitergesprächen behandelt werden. Darüber hinaus dienen zur Koordinierung der Projektbeteiligten Standard-Medien wie Telefon, Fax, Mail etc. Es hat sich gezeigt, dass moderne Informations- und Kommunikationstechnologien so wie virtuelle Projekträume oder anderweitige Möglichkeiten wie z.B. aus dem Qualitätsmanagement kaum bis gar nicht zur Anwendung kommen.

Die konfliktbehaftete Situation in der Baubranche *(vgl. Meyer-Hesseln, 2001)* zeigt jedoch, dass die derzeitige Situation nicht zufriedenstellend ist. Untersuchungen, z.B. der Gesellschaft für Projektmanagement (GPM), haben gezeigt, dass viele Projekte wegen schlechter Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten scheitern. Es sind also neue Lösungen notwendig, um diese nicht zufriedenstellende Situation während der Projektrealisierung für alle Projektbeteiligten zu ändern. Dies betrifft insbesondere auch die Beziehung zwischen den öffentlichen Auftraggebern und den Auftragnehmern. In Anbetracht der hohen zukünftigen Investitionsvolumen in die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland sind neue Ansätze zur Zusammenarbeit gefragt, um öffentliche Baumaßnahmen wirtschaftlich und qualitativ hochwertig abwickeln zu können.

Abhilfe können z.B. durch eine partnerschaftliche Projektabwicklung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer *(vgl. Spang, 2005)*, durch mehr Transparenz unter den Projektbeteiligten und durch Ansätze des Qualitätsmanagements geschaffen werden *(vgl. Schwerdtner, 2005)*.

In Anlehnung an die oben beschriebene Problemstellung wird im Rahmen meiner Dissertation ein PPQM-Modell (PPQM, Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement) am Beispiel des Straßenbaus entwickelt, das zum Umgang mit Schnittstellenproblemen zwischen den Projektbeteiligten während der Realisierungsphase unterstützend eingesetzt werden kann. Das Ergebnis wird ein PPQM-Modell als Funktion von ausgesuchten Elementen des Projektmanagements und des Qualitätsmanagements sein, mit dessen Hilfe die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten so optimiert werden kann, dass ein Beitrag zur Sicherung der Projektziele geleistet wird. Konkret soll die Bauproduktqualität erhöht werden, die zum einen von der Prozess- und zum anderen von der Materialqualität der eingesetzten Baustoffe abhängig ist. Der Fokus dieser Untersuchung liegt dabei in der Prozessqualität, wo Faktoren wie Personalqualifikation, Bauverfahren, Information, Kommunikation, Transparenz und Kooperation der Beteiligten eine wesentliche Rolle spielen.

1.2 Vorgehensweise der Untersuchung

Nach einer ausführlichen Literaturrecherche und -analyse zum Thema wurden bezüglich der Problemstellung erste Interviews mit Experten aus der Praxis und

Wissenschaft durchgeführt, um das Thema zu stabilisieren. Im nächsten Schritt musste die geeignete Forschungsmethodik ausgewählt werden, um eine praxisnahe Grundlage für die Lösung des Problems zu schaffen. Zur Auswahl der Forschungsmethodik stand eine Reihe von verschiedenen Möglichkeiten zur Verfügung *(vgl. Saunders et al., 2007)*. Die Auswahl einer Forschungsmethode bzw. eine Kombination der Methoden hat einen großen Einfluss auf die weitere Vorgehensweise der Untersuchung und ebenso auf die Qualität und Aussagefähigkeit der Ergebnisse. Deshalb war es an dieser Stelle entscheidend, die richtige Wahl in Abhängigkeit des Forschungsziels und der Problemstellung zu treffen. Auf Grund der komplexen Problemstellung und des Forschungsziels hinsichtlich der Entwicklung eines praxisnahen Ansatzes (PPQM-Modell) zur Lösung der Schnittstellenproblematik mit Mitteln des Projekt- und insbesondere des Qualitätsmanagements wurde als Forschungsmethodik eine Kombination aus einer Datenerhebung durch strukturierte aber offene Einzelinterviews (qualitative Untersuchung) und einer Dokumentenanalyse (Analyse von Qualitätsmanagement (QM)-Handbüchern / QM-Systemen) gewählt. Die Datenerhebung ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht komplett abgeschlossen. Bis heute wurden 15 Expertengespräche zum Thema PPQM geführt. Durchschnittlich dauerte ein Interview zwei Stunden. Jedes Interview wurde protokolliert, um es im Anschluss analysieren zu können. Die Erkenntnisse aus den Interviews werden direkt in die Entwicklung des PPQM-Modells integriert. Es stehen noch ca. 6-7 Interviews zum jetzigen Zeitpunkt aus. Über die Interviews hinaus stellten bis jetzt vier Bauunternehmen und ein öffentlicher Auftraggeber ihr aktuelles QM-System zur Inhaltsanalyse zur Verfügung.

Auf Grundlage der Theorien, den Erkenntnissen aus den Interviews und der Inhaltsanalysen wird schließlich das PPQM-Modell konzipiert. Zum Abschluss der Forschungsarbeit werden dann weitere Expertengespräche folgen, in denen das endgültige PPQM-Modell validiert werden soll. Bei dem entwickelten Modell bleiben die baurechtlichen Vorgaben (BGB, VOB, VOF, HOAI, etc.) unberührt.

Bevor im Folgenden die angewandten Theorien kurz geschildert werden, soll zunächst die erarbeitete Definition für „PPQM“ an dieser Stelle aufgeführt werden:

Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement (PPQM)

„Das Prozessorientierte Projektqualitätsmanagement (PPQM) ist ein Werkzeug zur Unterstützung des Projektmanagements in der Realisierungs- und Umsetzungsphase eines Projektes und soll insbesondere die Unterprozesse (Vorgänge, Tätigkeiten) aller Projektbeteiligter transparent machen, an den Schnittstellen zwischen den Projektbeteiligten ansetzen, dort wo Informationen, Verantwortlichkeiten und Kompetenzen organisationsübergreifend übertragen werden, um eine höhere Projektqualität zu erzielen.“ (Özcan)

2 Theoretische Grundlagen

Dieser Abschnitt soll eine Übersicht über die angewandten Theorien und Ansätze geben, die die Basis der Entwicklung des PPQM-Modells bilden.

2.1 System- und Organisationstheorie

Systemtheorie

Die Systemtheorie bildet die Ausgangsbasis für die Entwicklung des PPQM-Modells. In der Literatur werden unterschiedliche Systemarten differenziert. Organisationen zählen zu den sozialen, offenen Systemen. Offene Systeme entwickeln über Austauschprozesse mit ihrer Umwelt eine Dynamik und variieren ihre Zustände. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie ihre internen Organisationsstrukturen bei Umweltänderungen selbst umstellen. In diesem Zusammenhang wird ein System als eine Menge von geordneten Elementen mit Eigenschaften, die durch Relationen verknüpft sind, definiert. Die Menge und Ausprägung der Relationen zwischen den Elementen prägen hingegen die Struktur und die Komplexität des Systems *(vgl. Bienert, 2002)*.

In Anlehnung an *Frühauf (1999)* kann ein Bauprojekt als System abgebildet werden, d.h. mit Hilfe des Systemansatzes lässt sich der Bauablauf darstellen. Das Gesamtsystem, der „Bauprozess“, lässt sich demnach in die Subsysteme „Bauvorbereitung“ und „Bauablauf“, bestehend aus einer großen Anzahl verschiedener Teilsysteme und Elemente, abbilden. Das für die Umsetzung der Bauaufgabe maßgebende Subsystem „Bauausführung“ kann schließlich als Untersystem aus dem Subsystem „Bauablauf“ abgeleitet werden. Die einzelnen Projektbeteiligten

bilden dabei die Elemente, die Relationen untereinander ergeben sich zum Teil durch die Verträge und durch die bauorganisatorischen Rahmenbedingungen, wodurch Schnittstellen entstehen.

Neben der Systemtheorie bilden Organisationstheorien weitere Grundlagen für die Entwicklung des PPQM. Auf diese soll im Folgenden ebenfalls kurz eingegangen werden.

Organisationstheorien

Organisationstheorien haben den Zweck die „in der Realität vorhandenen Organisationsformen repräsentativ zu ermitteln, die Bedingungen ihres Vorkommens durch exakte Faktorenanalyse festzustellen und die Effizienz organisatorischer Regelungen unter alternativen Zielen zu messen.“ *(Bienert, 2002)* Organisationen werden als komplexe soziale Systeme betrachtet. Es ist nicht möglich, alle Eigenschaften und Beziehungen zwischen den Elementen, d.h. in diesem Zusammenhang zwischen den Projektbeteiligten, in einer einzigen Organisationstheorie zu erfassen. Dabei sei erwähnt, dass eine Vielzahl verschiedener Organisationstheorien (z.B. Transaktionskostentheorie, Principal-Agent-Theory, Ressourcen-Ansatz, Anreiz-Beitrags-Theorie) existiert. Diese werden entsprechend zur Entwicklung des PPQM-Modells herangezogen.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht, wo Organisationen als komplexe soziale Systeme betrachtet werden, wird bei der Entwicklung des PPQM auch die Projektorganisation als soziales Gebilde gesehen, das ein Ziel verfolgt und eine formale Struktur hat, die hilft, die Aktivitäten der Projektbeteiligten auf das verfolgte Ziel hin auszurichten und zu koordinieren *(vgl. Bienert, 2002).*

Auf der einen Seite müssen Organisationen bestrebt sein, eine interne Harmonisierung – hier ist z.B. an opportunistisches Verhalten von z.B. Projektbeteiligten zu denken, eigene (private) Ziele werden auf Kosten des Projekterfolges verfolgt – herbeizuführen, auf der anderen Seite müssen hohe Abstimmungsleistungen unter den verschiedenen Projektbeteiligten mit ihren spezifischen Eigenschaften erbracht werden. Eine Organisation, wie z.B. eine Bauprojektorganisation, muss in der Lage sein, Änderungen in ihrem Umfeld zu verstehen, um passende Aktionen und Maßnahmen daraus ableiten zu können. Dabei ist eine ganzheitliche Lösung

im Sinne des Projekterfolgs einer Einzellösung, wo nur wenige Projektbeteiligte davon profitieren aber nicht das Projekt, vorzuziehen.

Moderne Organisationen, zu denen Projektorganisationen zählen, zeichnen sich durch Spezialisierung der Beteiligten aus, was gegenseitige Abhängigkeit und die Entstehung von Schnittstellen nach sich zieht, die geregelt werden müssen. An dieser Stelle setzt das PPQM an.

Nachdem die grundlegenden Theorien kurz angerissen wurden, sollen im Folgenden konkretere Ansätze vorgestellt werden, die zur Entwicklung des PPQM unterstützend heranzuziehen sind.

2.2 Projekt- und Qualitätsmanagement

Projektmanagement

Das Projektmanagement ist eine Führungsaufgabe zur erfolgreichen Realisierung von Projekten. Grundsätzlich setzt das Projektmanagement schon in der Initiierungsphase eines Projektes an und wird als Führungsmittel bis zum Abschluss eines Projektes genutzt. Für die erfolgreiche Abwicklung bietet das Projektmanagement unterschiedliche Elemente und Werkzeuge an, die in Abhängigkeit der Projektphasen in unterschiedlicher Intensität zum Einsatz kommen. Zum einen handelt es sich bei den Werkzeugen um konkrete Ansätze zum Planen und Steuern von Projekten *(vgl. Patzak & Rattay, 1998)*, zum anderen werden weiche Themen, wie z.B. Kommunikation, Teamarbeit, etc. thematisiert *(vgl. Kerzner, 2003)*.

Im Zusammenhang mit dem zu entwickelnden PPQM sind vor allem die folgenden Projektmanagement-Elemente und -Werkzeuge von großem Interesse, da sie das Zusammenwirken der Projektbeteiligten maßgeblich mit beeinflussen können: Vertragsmanagement, Projektorganisation, Projektstrukturplanung, Terminplanung/ -steuerung, Ressourcenplanung / -steuerung, Kommunikation / Information und Zuständigkeiten / Verantwortung / Befugnisse sowie das Stakeholdermanagement.

Die Projektorganisation wird im Wesentlichen von dem Auftraggeber bestimmt. Die Art der Vergabe und der Vertragsgestaltung bilden die Basis der Projektorganisation. In den Verträgen werden die Projektziele (Teilziele) vereinbart, die von

jedem Projektbeteiligten unter den vorgegebenen Randbedingungen zu erfüllen sind. Durch die gewählte Projektorganisationsform entstehen erste Schnittstellen zwischen den Projektbeteiligten.

Der Projektstrukturplan (PSP) gibt Auskunft über die zu erbringenden Leistungen im gesamten Projekt. Die Arbeitspakete müssen alle Leistungen enthalten, die vertraglich von den Projektbeteiligten zu erbringen sind. Er beantwortet somit die Frage, was in einem Projekt gemacht werden soll.

Der Terminplan soll den zeitlichen Ablauf des Projektes wiedergeben. Dabei werden die einzelnen Arbeitspakete aus dem Projektstrukturplan (PSP) in einzelne Vorgänge untergebrochen und miteinander in Relation gebracht. Auf diese Weise werden u.a. technisch, rechtlich und organisatorisch bedingte Schnittstellen berücksichtigt und aufeinander abgestimmt.

Eng geknüpft an die Terminplanung ist die Ressourcenplanung. Damit wird sichergestellt, dass zur Erreichung des Projektziels und der Teilziele genügend Ressourcen (Mensch, Maschine, Material) zur Verfügung stehen. Die Verfügbarkeit der Ressourcen muss mit dem Terminplan abgestimmt sein.

Letztendlich kann die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten nur dann optimal funktionieren, wenn klare Regeln zur Kommunikation aufgestellt und eingehalten werden. Hinzu kommt, dass die richtigen Informationen zur richtigen Zeit bei dem richtigen Empfänger ohne Verzerrung der Inhalte ankommen. Die Kommunikation und die Information bilden schließlich die Basis für die Entscheidungsträger in einem Projekt, um die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Das Stakeholdermanagement (SHM) dient der Identifikation der vom Projekt betroffenen Personen, Personengruppen, Institutionen sowie Organisationen, um entsprechende Maßnahmen im Umgang mit ihnen ergreifen zu können. Bei Straßenbauvorhaben, die i.d.R. großes öffentliches Interesse verursachen, kommt dem SHM eine wichtige Rolle zu.

Weltweit wird das Projektmanagement im Wesentlichen durch die Organisationen „Project Management Institute“ (PMI) und „International Project Management Association“ (IPMA) geprägt. In Deutschland werden die „Projektmanagement-Interessen“ durch die „Gesellschaft für Projektmanagement“ (GPM), als nationale Gesellschaft der IPMA und durch den „Deutschen Verband der Projektmanager“

(DVP) vertreten. Des Weiteren wird in Deutschland die Norm DIN 69 900 ff. angewendet, worin ebenfalls Projektmanagement- Standards definiert sind.

Da das Ziel des PPQM die Erhöhung der Bauproduktqualität ist, werden im Folgenden Möglichkeiten des Qualitätsmanagements in diesem Zusammenhang aufgezeigt.

Qualitätsmanagement

Das Verständnis für den Umgang mit der Qualität hat sich seit den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts von der Qualitätsprüfung (Endkontrolle) über die Qualitätssicherung (Kontrolle der Produktionsprozesse, Prozessorientierung) hin zum heutigen, modernen Qualitätsmanagement (Verpflichtung des Managements sowie Einbeziehung aller Mitarbeiter) verändert. Im Fokus des modernen Qualitätsmanagements liegen die Kundenorientierung und die Kundenzufriedenheit. Um eine hohe Kundenzufriedenheit erreichen zu können, muss eine Organisation (hier die Projektorganisation) qualitätsfähig sein. Dies setzt voraus, dass die Prozessqualität beherrscht wird, um die geforderte Produktqualität erreichen zu können. Neben der Kundenzufriedenheit soll mit dem Qualitätsmanagement auch die Rendite der Organisation durch bessere Prüfungen, mehr Prävention und bessere Prozessbeherrschung gesteigert werden. Die Spitze des modernen Qualitätsmanagements bildet derzeit das „Total Quality Management“ (TQM). Das TQM verfolgt die Ziele der Einbeziehung der Kunden, der Lieferanten, der Mitarbeiter und der internen Kunden-/ Lieferanten-Beziehungen. Dadurch ergibt sich eine umfassende Betrachtung und ein ganzheitliches Denken (Total) innerhalb der Organisation. Das TQM bezieht die Qualität der Arbeitsausführung, der Prozesse und der Organisation selbst. Daraus resultiert letztlich die Qualität der Produkte. Hinzu kommt der Ansatz der ständigen Verbesserung in der Organisation (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, KVP), welches nach dem Deming-Zyklus (Plan-Do-Check-Act, PDCA) realisiert wird *(vgl. Ottmann, 2003).*

Das Qualitätsmanagement ist in der stationären Industrie (z.B. Automobilbereich) viel stärker verbreitet als in der Bauwirtschaft. Dies liegt u.a. in der Eigenschaft der stationären Industrie, Massenprodukte herzustellen. Damit eng geknüpft sind immer wiederkehrende, sich wiederholende Prozesse. Darüber hinaus regeln moderne und gute Qualitätsmanagement-Systeme (QM-Systeme), dokumentiert in

einem QM-Handbuch, auch interne Schnittstellen zwischen Abteilungen und Bereichen einer Organisation (z.B. Unternehmung). Auch die Befugnisse, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten werden intern mit einem QM-System geregelt *(vgl. Hering & Blank, 2002)*. Diese Anforderungen werden auch an das PPQM gestellt.

Im Bau existiert jedoch in dem Sinne keine „standardisierte“ Produktion. Jedes Bauvorhaben ist ein Unikat, so können keine „geregelten und standardisierten“ Abläufe für die Realisierung eines Bauvorhabens im Vorfeld dokumentiert werden. Die Abläufe, hier Prozesse bzw. Unterprozesse (Vorgänge) genannt, entstehen in Abhängigkeit der Bauaufgabe immer wieder neu (zumindest ist immer die Örtlichkeit neu). Der Bauablauf muss jedesmal neu geplant werden mit immer wechselnden Projektbeteiligten. Aus diesem Grund hat sich das Qualitätsmanagement im Bau noch nicht bis auf die Produktionsebene (Prozessebene) organisationsübergreifend durchgesetzt. Falls ein QM-System z.B. in einem Bauunternehmen existiert, dann sind darin meist interne Prozesse zum Leiten und Lenken der Organisation dokumentiert.

Das Qualitätsmanagement bietet, wie das Projektmanagement auch, verschiedene Werkzeuge, um die geforderten Ziele in einem Projekt qualitätsgerecht zu erreichen. Zum einen handelt es sich dabei um statistische Methoden *(vgl. Hering & Blank, 2002)*, die im Rahmen des Bau-Projektgeschäftes nicht zur Anwendung kommen können, zum anderen um Methoden wie z.B. das Benchmarking, das Quality Function Deployment (QDF) oder das Ursache-Wirkungsdiagramm, die einen sinnvollen Einsatz im Projektmanagement ermöglichen *(vgl. Ottmann, 2003)*. Wichtig bei der Entwicklung des PPQM ist vor allem wegen der ganzheitlichen Betrachtungsweise auch das TQM *(vgl. DIN EN ISO 9004:2000)*.

Das Qualitätsmanagement basiert im Wesentlichen auf der Normreihe DIN ISO 9000 ff. Darüber hinaus existieren eine Reihe von branchenspezifischen Normen und Richtlinien zum Thema Qualität. Die maßgeblichen Ansätze, Methoden und Werkzeuge des Qualitätsmanagements werden bei der Entwicklung des PPQM berücksichtigt.

2.3 Projektqualitätsmanagement (PQM)

Der Begriff „Projektqualitätsmanagement (PQM)“ ist in der Fachliteratur nicht neu. Damit ist ein projektbezogenes Qualitätsmanagement gemeint *(vgl. Blindow,*

2000). Es wird darauf verwiesen, dass ein unternehmensbezogenes Qualitätsmanagement (UQM) durch ein übergeordnetes, projektbezogenes Qualitätsmanagement (PQM) ergänzt werden muss, welches zusätzlich das Zusammenwirken aller am Bauprojekt Beteiligten untereinander regelt. Ein PQM soll deshalb an den Nahtstellen zwischen den Projektbeteiligten ansetzen, wo Informationen weitergegeben werden und Zuständigkeiten wechseln *(vgl. Zbinden & Kellenberger, 1997)*. Dieser Ansatz bildet eine **wesentliche** Grundlage für die Entwicklung des PPQM.

Im Hinblick auf das Qualitätsmanagement wurde in der Baubranche schon früh erkannt, dass einzelne, unternehmensbezogene Qualitätsmanagement-Systeme für die Projektarbeit mit mehreren externen Projektpartnern weniger geeignet sind, was zur Folge hatte, dass man sich immer öfter mit dem Thema Projektqualitätsmanagement auseinandergesetzt hat. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass einzelne projektbeteiligte Organisationen und Unternehmen komplexe Bauvorhaben nicht völlig unabhängig voneinander realisieren können, muss eine unternehmensübergreifende Betrachtung vorgenommen werden. Einzelne, unternehmensbezogene QM-Systeme (UQM) alleine können Schnittstellenprobleme zwischen den Projektbeteiligten nicht lösen. Die projektbezogenen Regelungen müssen im Idealfall alle Projektbeteiligten mit einbeziehen. Die Verwirklichung dieser Regelungen lassen sich im Rahmen eines Projektqualitätsmanagements (PQM) verwirklichen *(vgl. Ackermann et al., 2000)*.

Ein wesentliches Ziel des PQM ist somit die Koordinierung der Projektbeteiligten, um das damit verbundene schnittstellenbedingte Konfliktpotenzial zu minimieren. Können solche Regelungen frühzeitig definiert werden, so können eher Maßnahmen zur Bewältigung der Probleme ergriffen werden. Hierbei ist vor allem der Auftraggeber mehr gefordert, das Verhältnis seiner diversen Vertragspartner untereinander und zu Dritten, z.B. zu Ingenieurbüros, eindeutiger zu regeln. Das PQM stellt dann auch einen übergeordneten Rahmen für die jeweiligen QM-Systeme der anderen Projektbeteiligten dar *(vgl. Ackermann et al., 2000).*

In diesem Zusammenhang wurde 2004 der internationale Leitfaden für Qualitätsmanagement in Projekten, die ISO 10006:2004 veröffentlicht. Darüber hinaus gibt es das Merkblatt 2007 des „schweizerischer Ingenieur- und Architektenvereins“ (sia) zur Qualität im Bauwesen, worin das projektbezogene Qualitätsmanagement thematisiert wird. De Weiteren wurde in 2004 ein Leitfaden zum Qualitätsma-

nagement im Straßenbau von der „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen“ (FGSV) herausgegeben, die wiederum spezifische Qualitätsmanagement-Ansätze für den Straßenbau liefert.

Die oben erwähnten Ansätze sowie die Grundlagen des Prozessmanagements im Zusammenhang mit dem Qualitätsmanagement *(vgl. Wagner, 2006)* werden bei der Entwicklung des PPQM berücksichtigt.

Da das PPQM am Beispiel des Straßenbaus entwickelt wird, soll im Folgenden kurz auf die Besonderheiten bei Straßenbauvorhaben eingegangen werden.

3 Besonderheiten in der Abwicklung von Straßenbauprojekten

Straßen sind das wesentliche Element für das Funktionieren einer Gesellschaft und gehören zur gesellschaftlichen Infrastruktur. „Der Sammelbegriff Infrastruktur ist von dem lateinischen infra (unten, unterhalb) abgeleitet. Die Infrastruktur (somit Unterbau) bezeichnet alle langlebigen Grundeinrichtungen personeller, materieller und institutioneller Art, welche das Funktionieren einer arbeitsteiligen Volkswirtschaft garantieren. Meist wird sie öffentliche Infrastruktur genannt. Der Begriff beinhaltet z.B. Verwaltung, **Verkehr**, Handel und Produktion“ *(www.wikipedia.de, Suchbegriff: Infrastruktur, 2009)*.

Nach *Spang & Hüper (2008)* unterscheiden sich Verkehrsprojekte, zu denen auch Straßenbauprojekte gezählt werden, von den anderen Bauprojekten durch typische Merkmale, die beachtlichen Einfluss auf die Realisierung haben und oftmals auch enorme Risikopotenziale beinhalten. Sie identifizieren dabei folgende Merkmale, die Verkehrs- und somit auch Straßenbauprojekte so besonders machen:

- Straßenbauprojekte sind i.d.R. große Linien- oder Flächenbauwerke,
- Straßenbauprojekte haben oftmals ein hohes Projektvolumen (€),
- Der wesentliche Baustoff ist der Boden, der Fels, die Natur,
- Die Projektabwicklung ist witterungsabhängig,
- Ausbau, Umbau und Erneuerung von Straßen werden größtenteils unter Betrieb vorgenommen,
- Es existieren hohe Anforderungen an Logistik,

- Straßenbauprojekte werden i.d.R. von der öffentlichen Hand ausgeschrieben und vergeben,
- Straßenbauprojekte stehen oftmals im Blickpunkt der Öffentlichkeit.

Die oben erwähnten Merkmale sind bei der Realisierung eines Straßenbauprojektes zu beachten und werden bei der Entwicklung des PPQM berücksichtigt.

Bei öffentlichen Auftraggebern (staatliche Bedarfsträger) ist die Bedarfsdeckung auch eine privatrechtliche Tätigkeit, d.h. der Staat tritt wie eine Privatperson auf, wo Auftraggeber und Auftragnehmer gleichberechtigte Vertragspartner sind. Im öffentlichen Auftragswesen gelten jedoch zahlreiche besondere Gesetzes- und Verwaltungsbestimmungen, insbesondere für das Vergabeverfahren *(vgl. Poppinga, 2007)*. Die Vergabeverfahren und die Vertragsgestaltung haben einen wesentlichen Einfluss auf die Projektorganisation, die Kommunikation sowie auf die Informationspolitik im Projekt. Dadurch, dass ein Straßenbauvorhaben ein Linienprojekt darstellt, ist dies im Zusammenhang mit dem Projektstrukturplan (PSP) und der Termin- und Ressourcenplanung sowie -steuerung zu berücksichtigen, die wesentliche Elemente des PPQM bilden.

4 Prozessorientiertes Projektqualitätsmanagement (PPQM)

4.1 Anforderungen an das PPQM

Die Anforderungen an das PPQM leiten sich zum einen aus den theoretischen Grundlagen, zum anderen aus den Interviews sowie aus den Dokumentenanalysen ab. Grundsätzlich soll durch das PPQM die Frage beantwortet werden, was von wem, wann, wo und wie gemacht wird und welche Schnittstellen durch die Tätigkeiten des einen Projektbeteiligten zu anderen Tätigkeiten anderer Projektbeteiligter entstehen und wie diese zielführend behandelt werden sollen. Dementsprechend werden die folgenden Anforderungen abgeleitet.

4.1.1 Anforderungen aus der Theorie

Auf die Anforderungen aus der Systemtheorie und den Organisationstheorien wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da sie „nur“ die Basis des PPQM bilden.

Konkretere Anforderungen an das PPQM lassen sich insbesondere vom Projekt- und Qualitätsmanagement ableiten.

Aus dem Projektmanagement im Zusammenhang mit Straßenbauprojekten werden konkretere Anforderungen für die *Bauprojektorganisation* für Straßenbauvorhaben unter Berücksichtigung der formalen Anforderungen und der möglichen Vergabe- und Vertragsarten abgeleitet. In das PPQM ist ein *„dynamischer Projektstrukturplan“* zu implementieren, welcher an den Projektfortschritt laufend anzupassen ist und alle vertraglichen Leistungen beinhaltet. Aufbauend auf dem dynamischen Projektstrukturplan ist im Rahmen des PPQM eine *„dynamisch-synchrone Terminplanung und -steuerung“* zu integrieren, in die alle Projektbeteiligten ihre Unterprozesse (Vorgänge) einzutragen haben. Die eingegebenen Prozesse sind laufend aktuell zu halten und ebenso sind die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den Prozessen der jeweiligen Projektbeteiligten im PPQM dynamisch abzubilden. Des Weiteren muss das PPQM ein integriertes „*Weg-Zeit-Diagramm“* beinhalten, um örtliche Schnittstellen in Abhängigkeit der Zeit identifizieren und behandeln zu können. Eine weitere Anforderung ergibt sich durch die Verteilung der Zuständigkeiten unter den Projektbeteiligten während der Projektabwicklung, d.h. es ist eine *„dynamische Verantwortlichkeitsmatrix“* erforderlich. Für jeden einzelnen Prozess sind Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten, Weisungsbefugnisse etc. transparent für jeden Projektbeteiligten anzugeben. So kann ein transparenter Informationsfluss und eine offene Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten geschaffen werden. Letztendlich sind auch die Möglichkeiten des *„Stakeholdermanagements“* bei der Entwicklung des PPQM zu beachten.

Weitere Anforderungen werden aus der QM-Norm DIN ISO 9001:2000 abgeleitet. In Anlehnung an die acht Grundsätze des Qualitätsmanagements muss das PPQM *auftrag-geberorientiert* und auf die *Projektführungsebene als Unterstützungswerkzeug* ausgerichtet sein. Es muss alle *Projektbeteiligten mit einbeziehen*, muss *system- und prozessorientiert* sein, zur sachlich und objektiven *Entscheidungsfindung beitragen* und die *Schnittstellen unter den Projektbeteiligten regeln*. Darüberhinaus müssen Kriterien zur ***Messbarkeit der Projektqualität*** in das PPQM implementiert sein, um konkrete Aussagen über den Projekterfolg (Projektqualität) treffen zu können. Außerdem sind ausgesuchte Anforderungen aus dem TQM zu berücksichtigen.

Aus dem Projektqualitätsmanagement (PQM) wird insbesondere die Anforderung übernommen, dass das *PPQM an den Schnittstellen bzw. Nahtstellen (vgl. Buysch, 2003)* zwischen den Projektbeteiligten zu implementieren ist.

Weitere Anforderungen haben sich aus den bisher durchgeführten Interviews und den Dokumentenanalysen ergeben, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

4.1.2 Anforderungen aus der Praxis

Das PPQM muss eine *Standardisierung für die Projektbeteiligten* mit sich bringen und es darf *nicht zu einem Mehraufwand* führen. Die offene Kommunikation und Information muss für alle Projektbeteiligten einen *Mehrwert* und nicht nur die Holschuld für eine Information mit sich bringen. Der Mehrwert des PPQM muss über Qualitätskriterien *messbar* sein, sonst wäre der Einsatz insgesamt fraglich. Der *Detaillierungsgrad der einzutragenden Unterprozesse* (Vorgänge) durch die zuständigen Projektbeteiligten ist klar zu definieren. Durch das PPQM müssen für die Projektbeteiligten *materielle Anreize* geschaffen werden, damit alle Beteiligten Interesse an einer ganzheitlichen Projektoptimierung haben, denn durch die Offenheit und Transparenz des PPQM können keine „versteckten Puffer“ im Terminplan eingeplant werden und damit gehen Renditepotenziale für einzelne Projektbeteiligte verloren. Es muss sichergestellt werden, dass das ***PPQM für das Projekt wirtschaftlich*** ist, sonst macht der Einsatz keinen Sinn. Es ist zudem klar zu definieren, bei welcher Projektorganisationsform das PPQM für welchen Projektbeteiligten den größten Nutzen bringt und für wen den größten Aufwand.

Die oben erwähnten Anforderungen an das PPQM stammen aus den ersten Analysen der geführten Interviews und den Dokumentenanalysen der zur Verfügung stehenden QM-Systeme.

4.2 Voraussetzungen zur Anwendung des PPQM

Für die Anwendung des PPQM müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein, damit es erfolgreich in der Praxis angewendet werden kann. Eine wichtige Bedingung ist, dass die Anwendung des PPQM durch den öffentlichen Auftraggeber vertraglich vorgegeben werden muss, in anderen Worten, die Anwendung muss in den Ausschreibungsunterlagen gefordert werden. Das PPQM muss dann von allen Projektbeteiligten, also auch ggf. von den Nachunternehmen, genutzt und gepflegt

werden. Alle Projektbeteiligten sollten Zugang zum PPQM haben, sonst sind die Kommunikation und der Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten gestört, Schnittstellenprobleme können nicht behandelt werden.

Idealerweise ist auch die „Leitlinie für die partnerschaftliche Projektabwicklung bei Infrastrukturprojekten zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer“ (PPA-Leitlinie, Universität Kassel, Lehrstuhl für Projektmanagement) ebenfalls Teil der Ausschreibung. Damit wären Grundsätze für eine partnerschaftliche Projektabwicklung im Vorfeld geschaffen. Derzeit wird die PPA-Leitlinie unter der Leitung des Lehrstuhls für Projektmanagement an der Universität Kassel im Rahmen von Pilotprojekten im Bereich „Verkehrsinfrastruktur“ getestet.

5 Schluss

Die hier vorgestellten Ansätze über das PPQM-Modell geben einen kurzen Einblick in die Thematik. Endgültige Ergebnisse und das konkrete PPQM-Modell werden Mitte Oktober 2009 im Rahmen meiner Dissertation am Lehrstuhl für Projektmanagement der Universität Kassel publiziert.

Literatur

Ackermann, T. et al. (2000). „Qualitätsmanagement im Tunnelbau aus Sicht des Generalunternehmens“, Felsbau 18 (2000) Nr. 5.

Bienert, M.A. (2002). „Organisation und Netzwerk”, Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, 2002.

Blindow, F.K. (2000). „Projektqualitätsmanagement (PQM) im Tunnelbau“, Felsbau 18 (2000), Nr. 15.

Buysch, M. (2003). „Schnittstellenmanagement für den schlüsselfertigen Hochbau“, DVP-Verlag, Wuppertal, 2003.

Frühauf, H. (1999). „Qualitätsverbesserung im Schlüsselfertigen Hochbau“, Expert Verlag, Renningen-Malmsheim, 1999.

Hering, E. und Blank, H.-P. (Hrsg. 2002). „Qualitätsmanagement für Ingenieure“, Springer Verlag, Berlin, 2003.

Kerzner, H. (2003). „Projektmanagement – Ein systemorientierter Ansatz zur Planung und Steuerung“, mitp-Verlag, Bonn, 2003.

Meyer-Hesseln, J. (2001). „Schlichtung verhindert teure Streitigkeiten“, Bauingenieur24.de (Abruf: 22.03.2006).

Ottmann, R. (2003). „Qualitätsmanagement“, Projektmanagement Fachmann, GPM, RKW-Verlag, Eschborn, 2003.

Patzak, G und Rattay, G. (1998). „Projektmanagement - Leitfaden zum Managen von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen“, Linde Verlag, Wien, 1998.

Poppinga, H. (2007). „Auftragswesen“ in „Der Elsner - Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen“, Otto Elsner Verlagsgesellschaft, 2006.

Saunders, M. et al. (2007). “Research Methods for Business Students”, Pearson Education Limited, 2007.

Schwerdtner, P. (2005). „Qualitätsmanagement in der Bauwirtschaft als Mittel zur Konfliktbewältigung“, Baumarkt + Bauwirtschaft, 6/2005.

Spang, K. (2006). „Innovative Projektabwicklung bei Bauprojekten -Plädoyer für einen Paradigmawechsel“, Bauingenieur, Band 81, März 2006.

Spang, K. und Hüper, A.-B. (2008). „Partnering-Konzept für öffentliche Auftraggeber, insbesondere bei Infrastrukturprojekten“ in „Partnering in der Bau- und Immobilienwirtschaft“, Eschenbruch & Racky (Hrsg.), W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, 2008.

Thoben, K-D. et al. (2005). „Die Bauorganisation im Wandel - Möglichkeiten der Prozessoptimierung durch den Einsatz mobiler I&K Technologien auf Baustellenumgebungen“, Zeitschrift für den wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Bd./Jg. 100(2005)H. 6, S. 359-364.

Wagner, K. W. (2006). „PQM – Prozessorientiertes Qualitätsmanagement“, Carl Hanser Verlag, München, 2006.

Zbinden, P. und Kellenberger, J. (1997). „Qualitätsmanagement beim Gotthard-Basistunnel“, Forschung + Praxis, STUVA, Nr. 37.

.

Dipl.-Ing. Melanie Schleicher

Komplexitätsmanagement von Geschäftsprozessen dargestellt am Beispiel der Baupreisermittlung im Schlüsselfertigbau

Dipl.-Ing. Melanie Schleicher
Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft
Fachgebiet Baubetriebswirtschaft
Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 197

1 Einleitung 197

2 Geschäftsprozessmodellierung 199

2.1 Ziele der Geschäftsprozessmodellierung 199

2.2 Darstellung von Geschäftsprozessen mit Hilfe von Ereignisgesteuerten Prozessketten 200

2.2.1 Definition von Ereignisgesteuerten Prozessketten 200

2.2.2 Elemente und Symbole 202

2.2.3 Modellierungsregeln 204

3 Bestimmung der Prozesskomplexität mittels EPK 206

3.1 Der Angebotsbearbeitungsprozess als EPK 206

3.2 Komplexitätsbestimmung 209

3.3 Interpretation der Ergebnisse 210

4 Anwendungsorientierte Ansätze des Komplexitätsmanagements 212

4.1 Koordinierung von Komplexität als Managementaufgabe 212

4.2 Schnittstellenmatrix 213

5 Fazit und Ausblick 215

Literatur 215

Komplexitätsmanagement von Geschäftsprozessen dargestellt am Beispiel der Baupreisermittlung im Schlüsselfertigbau

Zusammenfassung

Die Komplexitätsbewältigung ist eine ständige Aufgabe in unserem beruflichen sowie privaten Alltag, die jedoch häufig unbewusst vollzogen wird. Die zunehmende Komplexität von Bauvorhaben, Bauunternehmen und ihrer Umwelt, bedingt durch die steigende Anzahl sich gegenseitig beeinflussender Faktoren, verlangt allerdings eine weitaus größere Aufmerksamkeit. Dieser Beitrag konzentriert sich auf die analytische Komplexitätsbestimmung zweier Prozesse aus dem Bereich der Kalkulation, mit dem Ziel, durch einen direkten Vergleich einen Komplexitätszuwachs bei der Baupreisermittlung schlüsselfertiger Bauvorhaben (SF-Kalkulation) bestätigen zu können. Als Hilfsmittel zur Prozessmodellierung dienen Ereignisgesteuerte Prozessketten. Die Darstellung der Ergebnisse der Komplexitätsbestimmung erfolgt in einem kartesischen Koordinatensystem. Darauf aufbauend werden anwendungsorientierte Ansätze des Komplexitätsmanagements bezogen auf die SF-Kalkulation vorgestellt.

1 Einleitung

Der Begriff der Komplexität steht allgemein für die Vielschichtigkeit oder die Gesamtheit aller Merkmale bzw. Möglichkeiten und wird häufig mit Kompliziertheit oder Schwierigkeit gleichgesetzt. Aus der Sicht der Systemtheorie entsteht die „Komplexität eines Systems durch die Interaktion der Elemente eines Systems miteinander und mit der Systemumwelt und wird bestimmt durch die Vielzahl und Vielfalt der Elemente (Elementekomplexität) und ihrer Relationen (Relationenkomplexität) sowie die dynamische Veränderlichkeit der Elemente und ihrer Beziehungen untereinander.“ *(Kirchhof 2003, S.18)*[1] Wildemann *(2004, S. 2)* beschreibt Komplexität sehr anschaulich mit den Merkmalen vernetzt, intransparent, umfangreich und eigendynamisch.

[1] Kirchhof beschreibt hiermit die Dimension der strukturellen Komplexität.

Die zunehmende Komplexität von Bauvorhaben ist ein entscheidender Bewältigungsfaktor im Schlüsselfertigbau (SF-Bau), der den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens bestimmt. Die Ursachen für diese Komplexitätserhöhung, die so genannten Komplexitätstreiber, sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Bild 1: Ursachen der Komplexitätserhöhung im Schlüsselfertigbau *(Racky 2005)*

Für eine erfolgreiche Komplexitätsbewältigung schlüsselfertiger Bauvorhaben bereits in der Phase der Angebotsbearbeitung spielt insbesondere die Handhabung der vorhandenen Schnittstellen eine wesentliche Rolle. Schnittstellen sind „Berührungsstellen von interdependenten, funktionell getrennten Aufgabenbereichen zur zielorientierten, arbeitsteiligen Erfüllung eines Projekts.“ *(Buysch, 2003, S. 42)* Bubenik *(2001, S. 84)* liefert eine bauwerksbezogene Schnittstellendefinition. Er bezeichnet Schnittstellen als „Berührungspunkte von Teilleistungen oder Teilprozessen, an denen gewerkeübergreifende Zusammenhänge zu berücksichtigen sind, um eine in ihrer Gesamtheit qualitativ einwandfreie Bauleistung zu erbringen.“

Diese beiden Definitionen spiegeln folgende Aspekte der Komplexität wider, die bei der SF-Kalkulation besondere Beachtung finden müssen:

- Die vernetzte und voneinander abhängige Vorgehensweise der am Prozess Beteiligten unter Berücksichtigung der notwendigen Kommunikationsbeziehungen und Informationsflüsse.
- Der funktionale Gesamtzusammenhang aller Teilleistungen des Systems Bauwerk unter Berücksichtigung deren Abhängigkeiten und gegenseitigen Beeinflussung.

Komplexitätsbewältigung beinhaltet den bewussten Umgang mit Komplexität und setzt zunächst das Erkennen komplexer Strukturen und Zusammenhänge voraus. Das bedeutet für die Praxis, dass eine vollständige Schnittstellenidentifizierung hinsichtlich Aufbau- und Ablauforganisation erforderlich ist. Mit einer steigenden Schnittstellendichte erhöht sich gleichzeitig der Koordinierungsbedarf, der von den Beteiligten wahrgenommen und als eigenständige Aufgabe begriffen werden muss. Das Management muss diesbezüglich in der Lage sein, Methoden, Instrumente, Verfahren etc. zu entwickeln, um mit einer zunehmenden Komplexität umgehen und Lösungsmöglichkeiten bereitstellen zu können.

2 Geschäftsprozessmodellierung

2.1 Ziele der Geschäftsprozessmodellierung

Ein Geschäftsprozess besteht aus verschiedenen, im Zuge der betrieblichen Leistungserbringung ablaufenden Tätigkeiten, die in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sind und von unterschiedlichen Aufgabenträgern ausgeführt werden. Zur Realisierung dieser Tätigkeiten werden zum einen die Unternehmensressourcen eingesetzt, zum anderen sind ein kontinuierlicher Informationsfluss sowie eine ausreichende Kommunikation zwischen den Prozessbeteiligten erforderlich *(vgl. Staud 2006, S. 7f.).* Dieser so genannte Input erzeugt einen Output in Form von Produkten oder Dienstleistungen. Schmelzer/Sesselmann definieren einen Geschäftsprozess als eine funktions- und organisationsübergreifende Verknüpfung wertschöpfender Aktivitäten, durch die eine vom Kunden erwartete Leistung erbracht wird und die sich an den aus der Geschäftsstrategie abgeleiteten Prozesszielen orientiert *(vgl. Schmelzer/Sesselmann 2006, S. 60).*

Geschäftsprozesse sind im Unternehmen grundsätzlich anzutreffen, unabhängig davon, ob sie bewusst wahrgenommen oder sich selbst überlassen werden. Im Hinblick auf einen optimierten Prozessablauf und das Erreichen der Unternehmensziele ist jedoch eine konkrete Analyse und das Verständnis der einzelnen Prozesse eine entscheidende Voraussetzung.

Eine Möglichkeit, Geschäftsprozesse besser erfassen zu können, ist die Geschäftsprozessmodellierung, für die sich folgende Ziele formulieren lassen *(vgl. Rosenkranz 2002, S. 15)*:

- Erhöhung der Prozesstransparenz
- Effizienzsteigerung der Geschäftsprozesse durch Neuplanung, Innovation und Optimierung
- Ausrichtung der Geschäftsprozessmodellierung auf Kundenbedürfnisse und Kundennutzen
- Dokumentation, Speicherung und Archivierung von Wissen in Datenbanken
- Controlling der Aufbau- und Ablauforganisation
- Hilfe bei der Standardisierung/Zertifizierung
- Verursachungsgemäße Ermittlung von Werten, Nutzen und Kosten
- Ermittlung wichtiger Kontroll- und Steuergrößen für Geschäftsprozesse
- Simulation der Einführung neuer Technologien und Organisationsformen

2.2 Darstellung von Geschäftsprozessen mit Hilfe von Ereignisgesteuerten Prozessketten

2.2.1 Definition von Ereignisgesteuerten Prozessketten

Ereignisgesteuerte Prozessketten sind das Werkzeug für die Beschreibung und die Analyse von Geschäftsprozessen.

„Ereignisgesteuerte Prozessketten sind gerichtete Graphen und bestehen aus den zwei verschiedenen Knoten Ereignis und Funktion sowie weiteren Knoten, die Verknüpfungsoperatoren modellieren. Die Kanten des Graphen modellieren die Abhängigkeiten zwischen Ereignissen und Funktionen.“ *(Richter-von Hagen/Stucky, 2004 S. 84)*

Die Methode der Ereignisgesteuerten Prozessketten einschließlich der entsprechenden Notation wurde von A.-W. Scheer im Rahmen des ARIS-Konzepts (ARIS = Architektur integrierter Informationssysteme) entwickelt und findet immer mehr Anwendung bei der Geschäftsprozessoptimierung. Das ARIS-Konzept[2] berücksichtigt bei der Betrachtung von Prozessen unterschiedliche Sichtweisen – Datensicht, Funktionssicht, Organisationssicht, Leistungssicht und Steuerungssicht – die zur Verbesserung der Verständlichkeit und der Transparenz der Prozessmodelle beitragen. Dadurch können die meist komplexen Sachverhalte sinnvoll voneinander getrennt dargestellt werden. Bei der Modellierung von Geschäftsprozessen mit Hilfe von Ereignisgesteuerten Prozessketten werden zwei Varianten unterschieden:

- *Einfache* Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) beschränken sich auf die Grundelemente.
- *Erweiterte* Ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK) enthalten zusätzlich Organisationseinheiten und Informationsobjekte.

Die jeweiligen Elemente und entsprechenden Symbole einer EPK sowie einer eEPK werden nachfolgend ausführlich erläutert.

[2] Siehe hierzu auch *Scheer (2001)*: „ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen“, 4. Auflage, Berlin und *Scheer (2002)*: „ARIS - Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem“, 4. Auflage, Berlin.

2.2.2 Elemente und Symbole

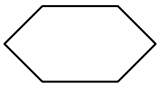
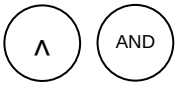
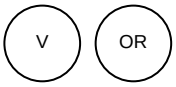
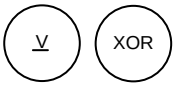
Grundelemente einer EPK		Symbol	Beschreibung
KNOTEN	Ereignis		– Ereignisse sind Zustände, die sich innerhalb eines Prozesses ergeben können. – Prozessinput sowie Prozessoutput – Passive Komponenten, die Aktivitäten auslösen – Repräsentieren einen eingetretenen betriebswirtschaftlichen Zustand – Ereignisse lösen Funktionen aus und sind deren Ergebnis. – Zeitpunktbezogen
	Funktion		– Funktionen sind Tätigkeiten (Prozessschritte), die in einem Prozess ausgeführt werden. – Aktive Komponenten, die etwas durchführen – Zeitverbrauchendes Geschehen
	Verknüpfungsoperatoren (Konnektoren)		**UND-Operator:** – Ausdruck für Parallelität – Konjunktion („und“) – Gesamtaussage ist wahr, wenn beide Aussagen wahr sind. – Alle Elemente müssen gleichzeitig vorhanden sein.
			**ODER-Operator:** – Disjunktion („und/oder“) – Gesamtaussage ist wahr, wenn mindestens eine Aussage wahr ist. – Von den möglichen Elementen können eines, mehrere oder alle eintreten.
			**EXKLUSIV ODER-Operator:** – Antivalenz („entweder/oder“) – Gesamtaussage ist wahr, wenn genau eine Aussage wahr ist. – Von den gegebenen Elementen ist genau eins zulässig.
KANTEN	Kontrollfluss		– Abhängigkeit zwischen Ereignis und Funktion – Ausdruck der zeitlich-logischen Abfolge von Ereignissen und Funktionen im Prozessablauf

Bild 2: Elemente und Symbole einer EPK

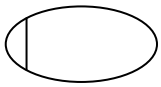
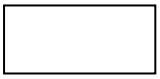
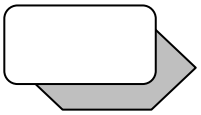
Elemente einer eEPK	Symbol	Beschreibung
Organisationseinheit		– Mit der Angabe der Organisationseinheit wird klargestellt, welche Abteilung oder Stelle für die Ausführung einer Funktion verantwortlich ist. – Verbindung von Funktion und Organisationeinheit mittels durchgezogener Linie
Informationsobjekt		– Informationen (Papierform oder elektronische Form), die für die Ausführung von Funktionen benötigt werden – Verbindung von Informationsobjekt und Funktion mittels Pfeil – Richtung der Kante: a. Informationsobjekt ist Voraussetzung zur Ausführung der Funktion (Input) b. Informationsobjekt entsteht durch die Ausführung der Funktion (Output)
Anwendungssystem		– Unterstützt die Ausführung einer Funktion – Beispiel: Datenbank – Verbindung von Anwendungssystem und Funktion mittels durchgezogener Linie
Prozesswegweiser		– Verweis auf einen anderen Prozess, der aus Gründen der Übersichtlichkeit aus der EPK ausgelagert wird (z. B. Subprozess) – Steht innerhalb der EPK anstelle einer Funktion – Steht am Anfang und Ende der EPK anstelle des Start- bzw. Schlussereignisses – Auslösen oder Aufrufen eines anderen Prozesses – Kombination von Funktions- und Ereignissymbol

Bild 3: Zusätzliche Elemente und Symbole einer eEPK

2.2.3 Modellierungsregeln

Geschäftsprozesse werden in der Regel arbeitsteilig und nicht ausschließlich von einer Person modelliert. Um Ereignisgesteuerte Prozessketten dennoch einheitlich darstellen zu können, ist das Festlegen von Modellierungsregeln vor dem Beginn der Modellbildung sinnvoll und gewährleistet eine gleichbleibende Qualität der einzelnen Modelle. Diese Regeln beziehen sich auf die zulässigen Verknüpfungen der Elemente innerhalb einer Prozesskette *(vgl. Seidlmeier 2006, S. 84 und Staud 2006, S. 80)*

- Jede EPK beginnt und endet mit einem Ereignis oder einem Prozesswegweiser, aber nie mit einer Funktion.
- Eine Kante verbindet zwei Knoten von jeweils unterschiedlichem Typ, d. h. Ereignisse und Funktionen wechseln sich im Ablauf ab.
- Ereignisse und Funktionen dürfen immer nur genau einen Eingang und einen Ausgang haben.
- Die Verknüpfungsoperatoren (AND, OR, XOR) verbinden Ereignisse oder Funktionen miteinander.
- Sowohl alle Eingänge als auch alle Ausgänge eines Verknüpfungsoperators sind immer vom gleichen Typ (Typ Ereignis oder Typ Funktion).
- Durch Konnektoren verzweigte Teilabläufe (Pfade) werden durch gleichartige Konnektoren wieder zusammengeführt.
- Werden mehrere Pfade mit einem Konnektor wieder verbunden, darf der Konnektor nur eine auslaufende Kante besitzen.
- Einzelne Ereignisse dürfen nur über den AND-Operator mit mehreren Funktionen verknüpft werden, d. h. auf ein auslösendes Ereignis darf kein OR- oder XOR-Operator folgen, da Ereignisse als passive Elemente keine Entscheidungen treffen können.

Die nachfolgende Abbildung liefert eine zusammenfassende Darstellung der vorhandenen Verknüpfungsmöglichkeiten von Prozesselementen in einer EPK.

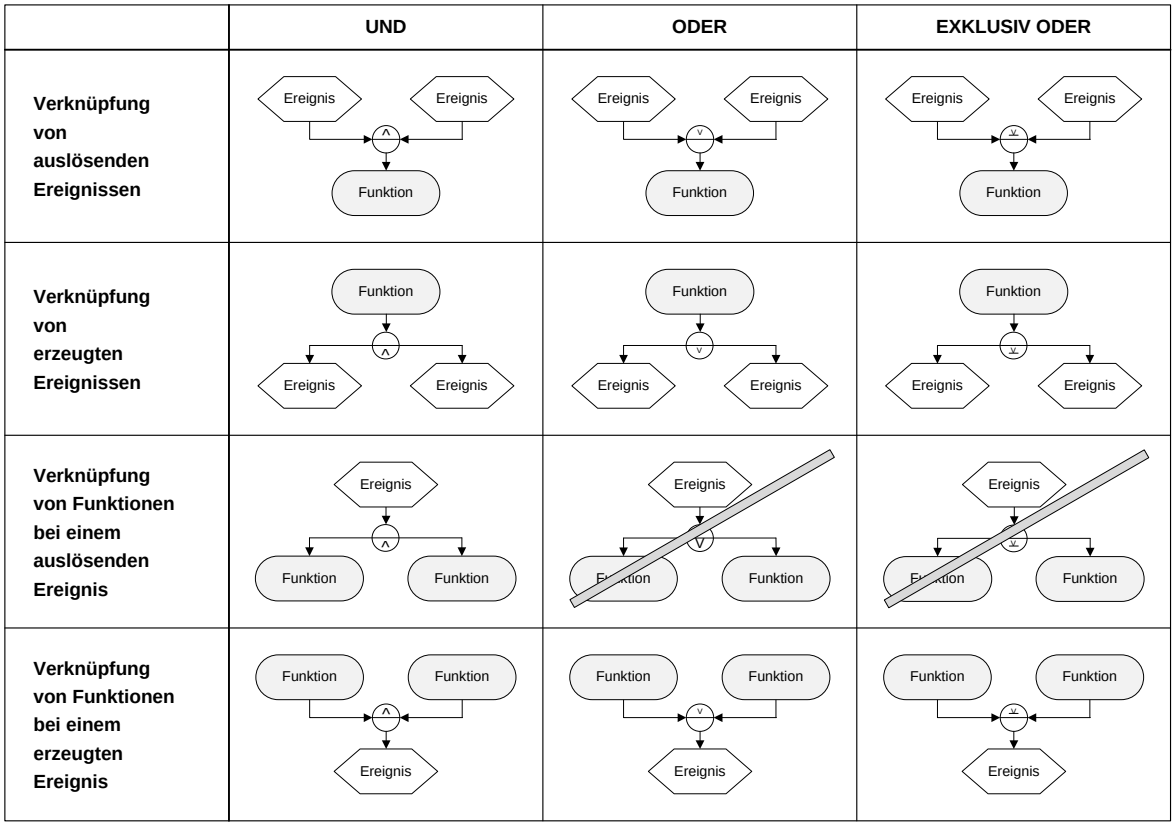


Bild 4: Verknüpfungsmöglichkeiten *(Wilhelm 2007, S. 218)*

3 Bestimmung der Prozesskomplexität mittels EPK

Zur Bestimmung der Prozesskomplexität existieren in der betriebswirtschaftlichen Literatur unterschiedliche Ansätze.[3] Im Rahmen dieses Beitrags erfolgt eine analytische Komplexitätsbestimmung mit Hilfe von EPK. Das Ziel dieser Komplexitätsbestimmung und des anschließenden Vergleichs zweier ausgewählter Prozesse ist es, den komplexeren Prozess zu identifizieren und einen eindeutigen Komplexitätszuwachs zu veranschaulichen.

3.1 Der Angebotsbearbeitungsprozess als EPK

Gemäß der zuvor erläuterten Grundlagen der Geschäftsprozessmodellierung mittels EPK werden zunächst zwei ausgewählte Kalkulationsprozesse in einem Prozessmodell dargestellt. Zum einen ist dies die Fachloskalkulation, zum anderen die SF-Kalkulation, die, wie eingangs bereits beschrieben, eine hohe Komplexität aufweist. Bei der Modellbildung ist auf einen einheitlichen Detaillierungsgrad zu achten, um die beiden Prozessmodelle vergleichbar zu machen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird auf eine Darstellung als eEPK verzichtet. Einzige Ausnahme ist der Prozesswegweiser im jeweiligen Modell, der das Ende der Angebotsbearbeitung bzw. den Beginn der Arbeitsvorbereitung verdeutlicht.

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die modellierten EPK für den Prozess der Fachloskalkulation und der SF-Kalkulation, die als Ausgangsbasis für die weiteren Betrachtungen dienen.

[3] Siehe hierzu auch *Raufeisen (1999)*: „Konzept zur Komplexitätsmessung des Auftragsabwicklungsprozesses - Eine empirische Untersuchung“, Dissertation TU München und *Kaufmann (1996)*: „Komplexitäts-Index-Analyse von Prozessen“, Controlling Heft 4, Juli/August 1996, S. 212-221.

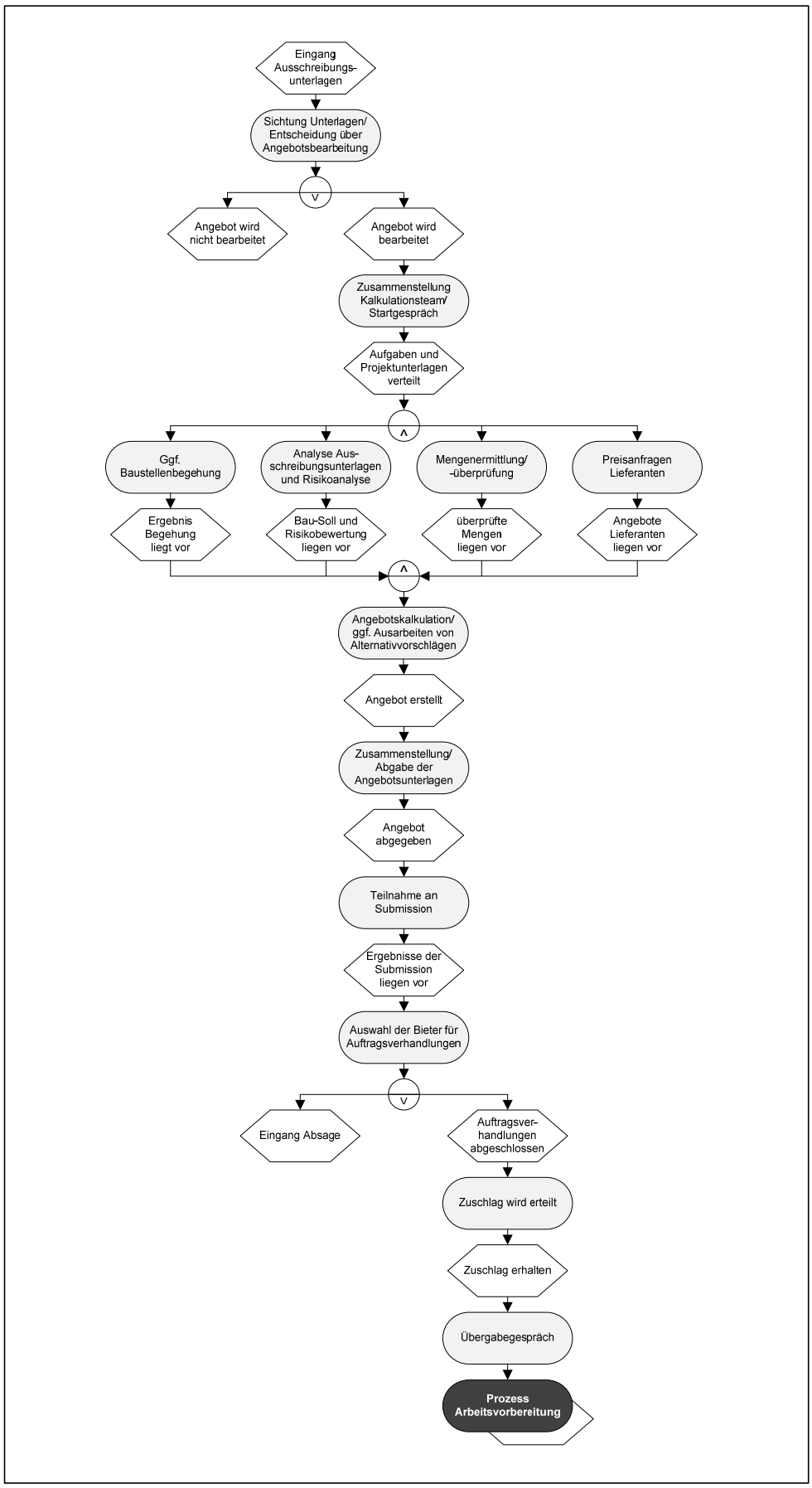


Bild 5: Prozess der Fachloskalkulation als EPK

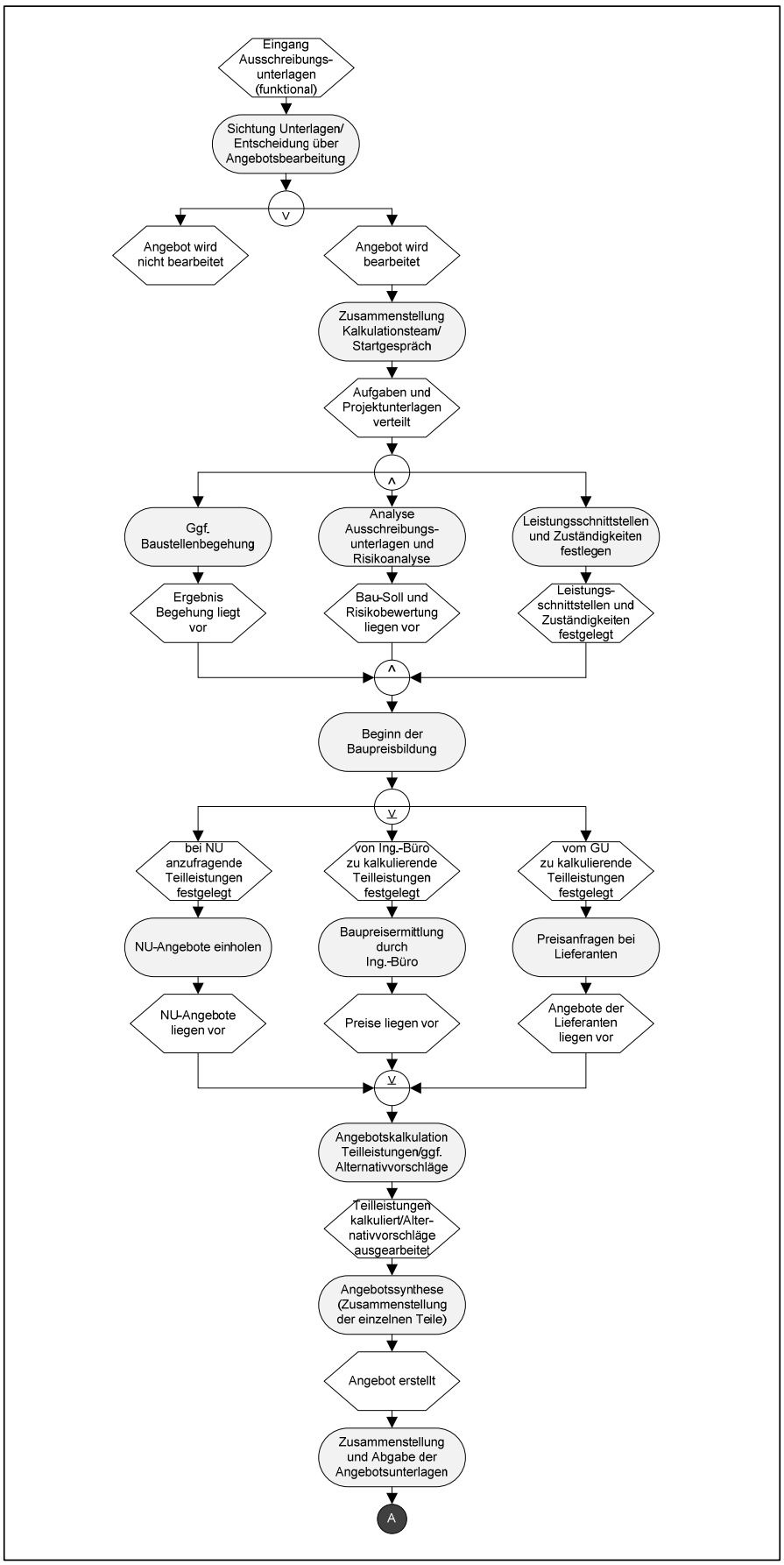


Bild 6: Prozess der SF-Kalkulation als EPK

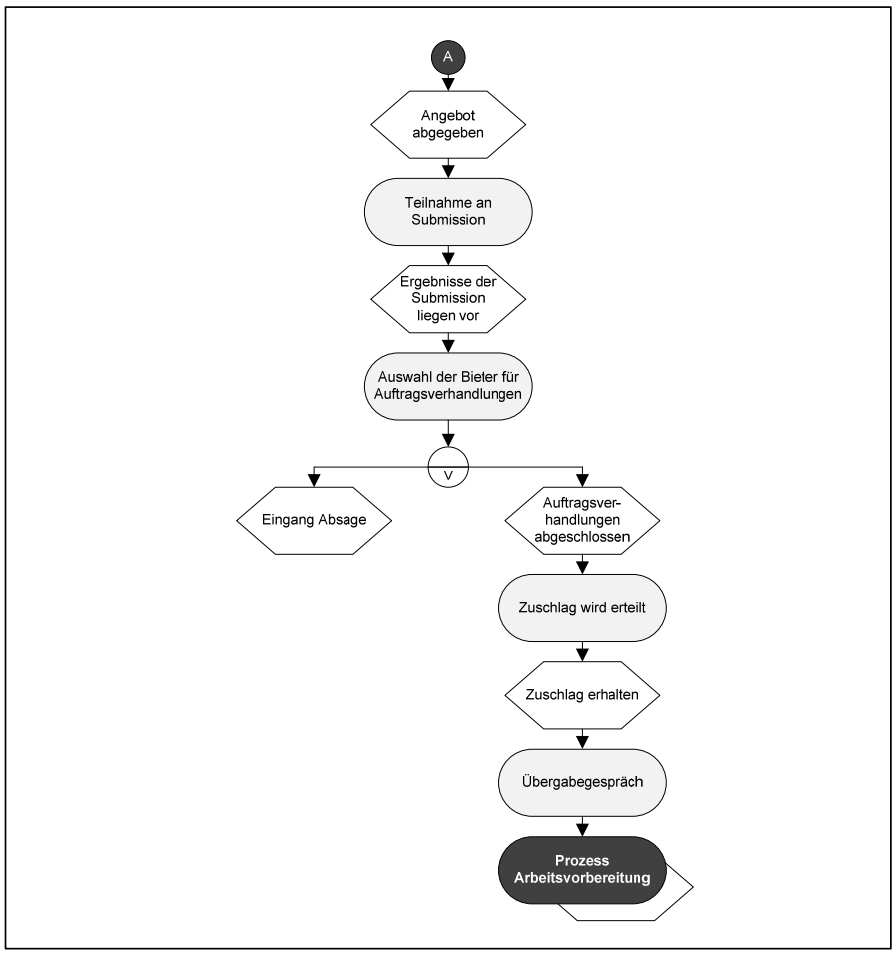


Bild 6 (Fortsetzung): Prozess der SF-Kalkulation als EPK

3.2 Komplexitätsbestimmung

Bei der Komplexitätsbestimmung mittels EPK[4] werden die einzelnen Prozesselemente betrachtet. Da die Anzahl der Kanten direkt von der Anzahl der Knoten bzw. Konnektoren abhängig sind, werden diese nicht berücksichtigt. Des Weiteren muss eine geringfügige Änderung der in Kapitel 2.2.2 aufgeführten Elementdefinitionen vorgenommen werden. Konnektoren stellen zwar grundsätzlich einen Knoten in der EPK dar, müssen jedoch getrennt von den übrigen Knoten, d. h. den Ereignissen und Funktionen, erfasst werden. Somit werden nur noch Knoten und Konnektoren unterschieden.

[4] Dieser Ansatz zur Komplexitätsbestimmung wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützten PESOA-Projekts (PESOA = Process Family Engineering in Service-Oriented Applications) vorgestellt und zur Entwicklung einer Methodik zur Umfangsbestimmung (Aufwandsprognosen und Kostenvorhersagen) von Projekten und Produkten für prozessorientierte Softwareproduktfamilien eingesetzt (PESOA-Report Nr. TR13/2004).

Die in den obigen Abbildungen gezeigten EPK enthalten folgende Elemente:

Tabelle 1: Komplexitätsbestimmende Elemente

Elemente / Prozess	Anzahl Knoten	Anzahl Konnektoren
Fachloskalkulation	26	4
SF-Kalkulation	36	6

3.3 Interpretation der Ergebnisse

Die komplexitätsbestimmenden Elemente aus Tabelle 1 erfordern eine hinreichende Interpretation. Zur Ergebnisdarstellung wird ein kartesisches Koordinatensystem gewählt, in das die jeweilige EPK, als Punkt definiert über ihre Anzahl an Knoten und Konnektoren, übertragen wird.

Für das nachstehende Diagramm gelten folgende Rahmenbedingungen:

- In Anlehnung an die in Kapitel 2.2.3 formulierten Modellierungsregeln wird davon ausgegangen, dass ein Konnektor mindestens zwei Knoten gleichen Typs miteinander verbindet. Entsprechend werden die Achsen des Koordinatensystems skaliert.
- Die jeweils eine EPK beschreibenden Punkte können im Diagramm aufgrund der Modellierungsregeln nur innerhalb des grau markierten Bereichs liegen.
- Je größer der Abstand einer als Punkt abgebildeten EPK vom Nullpunkt des Koordinatensystems, desto komplexer ist der Prozess.

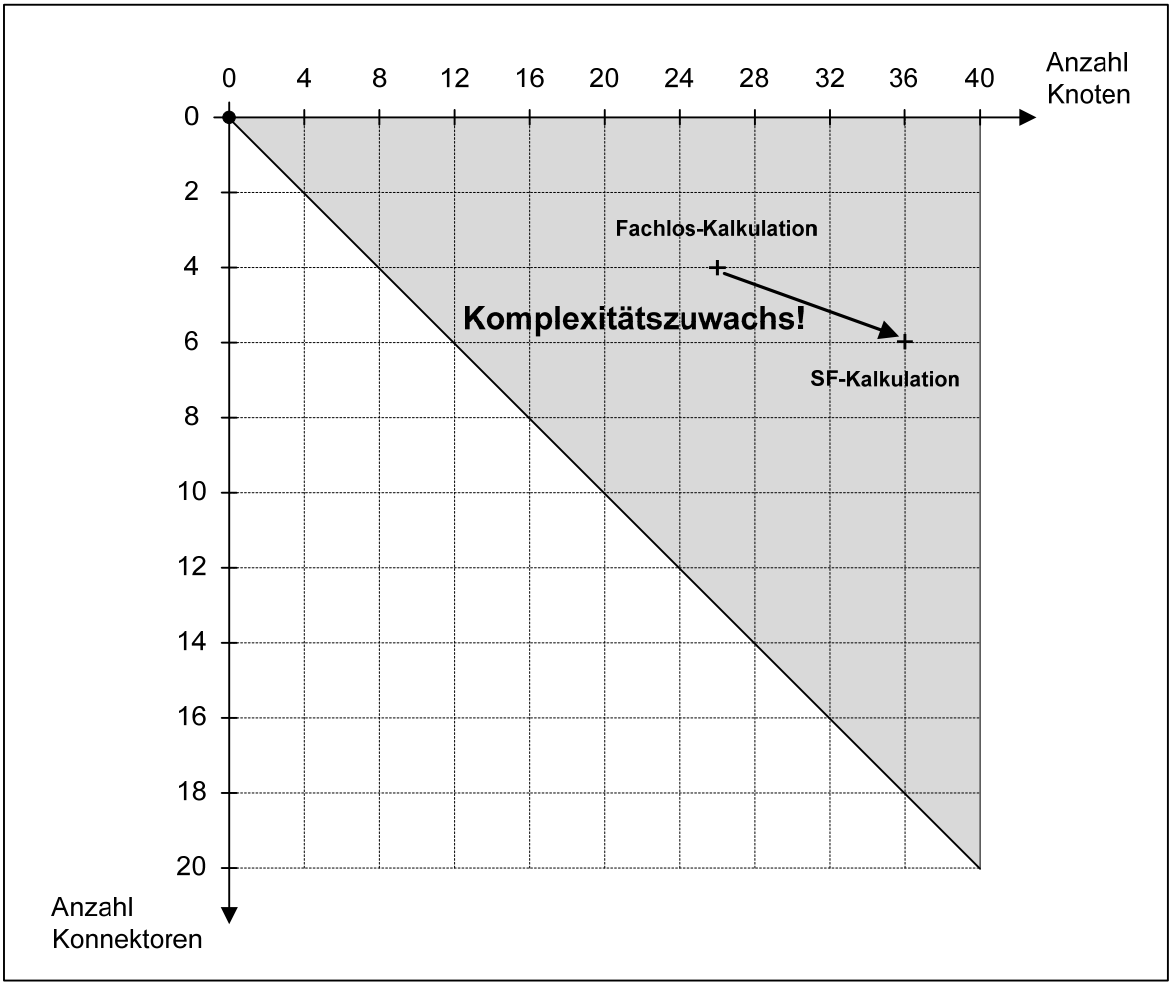


Bild 7: Ergebnis der Komplexitätsbestimmung

Betrachtet man die im Koordinatensystem dargestellten Ergebnisse, so ist ein größerer Abstand des Prozesses der SF-Kalkulation als des Prozesses der Fachloskalkulation vom Nullpunkt des Systems festzustellen.

Somit ist die Annahme rechnerisch bestätigt, dass der Prozess der SF-Kalkulation komplexer ist als der Prozess der Fachloskalkulation, d. h. es ist ein quantifizierbarer Komplexitätszuwachs vorhanden. Dieser spiegelt sich zum einen in der größeren Anzahl von Prozesselementen und zum anderen durch parallele Prozessabläufe wider.

4 Anwendungsorientierte Ansätze des Komplexitäts-managements

4.1 Koordinierung von Komplexität als Managementaufgabe

Die Vielzahl zu koordinierender Schnittstellen muss in den Unternehmen als entscheidender Bewältigungsfaktor erkannt werden, d. h. das Koordinieren vorhandener Komplexität ist vom Management als Aufgabe zu definieren und an konkrete Funktionsträger (Mitarbeiter) zu delegieren. Die zwingende Zielsetzung einer erfolgreichen Angebotsbearbeitung im SF-Bau setzt eine einwandfreie Synthese der von verschiedenen Prozessbeteiligten bearbeiteten Angebotsteile voraus. Die einzelnen Schritte hierfür sind:

- Eine vollständige Identifizierung und Analyse der Leistungsschnittstellen.
- Das Verteilen der zu kalkulierenden Teilleistungen auf die jeweiligen Kalkulatoren.
- Das Festlegen der Schnittstellenverantwortung.
- Die formalisierte Kommunikation der am Prozess Beteiligten (z. B. definierte Zwischengespräche), die den notwendigen Informationsfluss gewährleistet.

Die Umsetzung dieser Schritte muss durch das Management dahingehend unterstützt werden, dass die Verantwortung für ihre erfolgreiche Durchführung auf eine Person bzw. mehrere Personen übertragen wird und die benötigten Arbeitsmittel zur Verfügung stehen. Zu den Aufgaben eines solchen „Angebotskoordinators“ (hierbei muss es sich nicht zwangsläufig um eine zusätzliche Person handeln) zählen:

- Die konkrete Definition des Koordinierungsbedarfs an den einzelnen Leistungsschnittstellen.
- Das Delegieren der erforderlichen Maßnahmen an den oder die Träger der Schnittstellenverantwortung (Kalkulatoren).
- Das Überwachen und Dokumentieren der geklärten bzw. noch zu klärenden Sachverhalte in den Schnittstellenbereichen im Zuge des Kalkulationsprozesses.

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass jederzeit nachvollzogen werden kann, wann, in welchem Umfang und mit welchem Ergebnis eine Schnittstelle von dem verantwortlichen Mitarbeiter berücksichtigt wurde. Ein in der Praxis anwendbares Instrument zum Koordinieren von Schnittstellen zwischen den einzelnen Gewerken ist die so genannte Schnittstellenmatrix[5], die nachfolgend beschrieben wird.

4.2 Schnittstellenmatrix

Die Schnittstellenkoordinierung beginnt mit einer geeigneten Projektstrukturierung, die das Gesamtsystem Bauwerk zunächst in seine Subsysteme wie Rohbau, Gebäudehülle, Technische Gebäudeausrüstung (TGA) und Ausbau gliedert und in einem weiteren Schritt die Subsysteme ausführungsorientiert unterteilt in die Fachgewerke der VOB/C. Die Schnittstellenmatrix ist auf der Grundlage dieser festgelegten Projektstrukturierung zu erstellen. In jeder Zelle der Matrix, ausgenommen in den grau gekennzeichneten, sind die zu untersuchenden Schnittstellen in Listenform zu hinterlegen. In solchen Listen sind zudem projektbezogen folgende Informationen zu dokumentieren:

- Name des zuständigen Kalkulators,
- Zeitpunkt, Beteiligte und Ergebnis des Klärungsgesprächs.

Die Bilder 8 und 9 veranschaulichen die beschriebene Projektstrukturierung sowie die darauf aufbauende Schnittstellenmatrix.

[5] *Buysch (2003, S. 78)* setzt die Schnittstellenmatrix zur Dokumentation ausschließlich organisatorischer Schnittstellen ein, um den Verantwortungsbereich zu bestimmen.

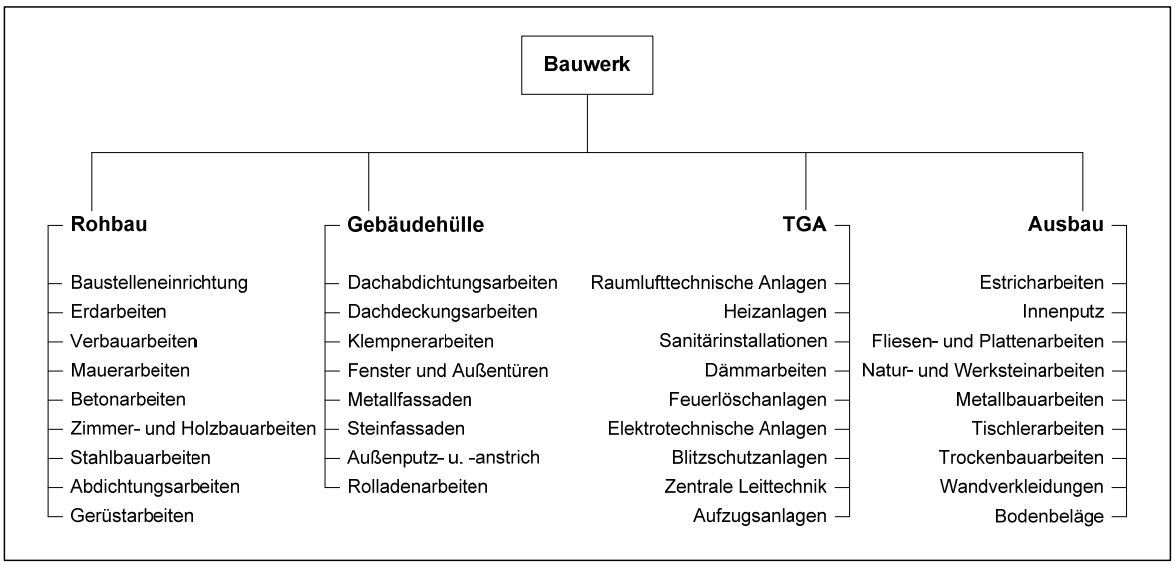


Bild 8: Projektstrukturierung

Gesamtsystem Bauwerk			Rohbau									Gebäudehülle								TGA								
			Baustelleneinrichtung	Erdarbeiten	Verbauarbeiten	Mauerarbeiten	Betonarbeiten	Zimmer- und Holzwerkarbeiten	Stahlbauarbeiten	Abdichtungsarbeiten	Gerüstarbeiten	Dachdeckungsarbeiten	Dachabdichtungsarbeiten	Klempnerarbeiten	Fenster und Außentüren	Metallfassaden	Steinfassaden	Außenputz und -anstrich	Rolladenarbeiten	Raumlufttechnische Anlagen	Heizanlagen	Sanitärinstallationen	Dämmarbeiten	Feuerlöschanlagen	Elektrotechnische Anlagen	Blitzschutzanlagen	Zentrale Leittechnik	Aufzugsanlagen
Gesamtsystem Bauwerk	Rohbau	Baustelleneinrichtung																										
		Erdarbeiten																										
		Verbauarbeiten																										
		Mauerarbeiten																										
		Betonarbeiten																										
		Zimmer- und Holzwerkarbeiten																										
		Stahlbauarbeiten																										
		Abdichtungsarbeiten																										
		Gerüstarbeiten																										
	Gebäudehülle	Dachabdichtungsarbeiten																										
		Dachdeckungsarbeiten																										
		Klempnerarbeiten																										
		Fenster und Außentüren																										
		Metallfassaden																										
		Steinfassaden																										
		Außenputz und -anstrich																										
		Rolladenarbeiten																										
	TGA	Raumlufttechnische Anlagen																										
		Heizanlagen																										
		Sanitärinstallationen																										
		Dämmarbeiten																										
		Feuerlöschanlagen																										
		Elektrotechnische Anlagen																										
		Blitzschutzanlagen																										
		Zentrale Leittechnik																										
		Aufzugsanlagen																										

Bild 9: Schnittstellenmatrix (Ausschnitt)

5 Fazit und Ausblick

Die Prozessmodellierung mittels EPK kann als Ausgangsbasis zur Komplexitätsbestimmung eingesetzt werden. Vergleichbare Prozesse lassen sich dadurch hinsichtlich ihrer Komplexität differenzieren. Da Komplexität ein entscheidender Bewältigungsfaktor schlüsselfertiger Bauvorhaben ist, reicht es nicht aus, lediglich eine steigende Komplexität zu identifizieren. Vielmehr müssen die Ursachen hierfür im Zuge eines Komplexitätsmanagements ausreichend untersucht und konkrete Instrumente entwickelt werden, um diesen entgegenzuwirken. Für die Angebotsbearbeitung im SF-Bau bedeutet dies im Hinblick auf ein fehlerfreies und lückenloses Angebot als Prozessoutput eine vollständige Schnittstellenanalyse und eine konsequente Koordinierung dieser Schnittstellen. Um den Koordinierungsaufwand und somit die Anzahl an Schnittstellen möglichst gering zu halten, muss das Unternehmensmanagement versuchen, die vorhandene Komplexität zu reduzieren. Inwieweit sich die Komplexität im SF-Bau reduzieren, beherrschen oder sogar teilweise vermeiden lässt, ist Inhalt weiterer Forschungsarbeiten.

Literatur

Bubenik, Alexander (2001): „Die Fassade und ihr Einfluss auf die schlüsselfertige Bauausführung“, Dissertation TU Darmstadt, 2001.

Buysch, Michael (2003): „Schnittstellenmanagement für den schlüsselfertigen Hochbau“, Dissertation RWTH Aachen, 2003.

Kirchhof, Robert (2003): „Ganzheitliches Komplexitätsmanagement – Grundlagen und Methodik des Umgangs mit Komplexität im Unternehmen“ Dissertation TU Cottbus, 2003.

PESOA-Report Nr. T13/2004: „Metriken der Umfangsmessung und Analyse der Stakeholder“, 2004.

Racky, Peter (2005): „Linking up versus Breaking down: Demands on Cost Estimating for Turnkey Construction Projects“, CIB W78 22nd Conference on Information Technology in Construction, Dresden 2005.

Richter- von Hagen, C.; Stucky, W. (2004): „Business-Process und Workflow-Management – Prozessverbesserung durch Prozess-Management", 1. Auflage, B. G. Teubner Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2004.

Rosenkranz, Friedrich (2002): „Geschäftsprozesse – Modell- und computergestützte Planung", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 2002.

Seidlmeier, Heinrich (2006): „Prozessmodellierung mit ARIS – Eine beispielorientierte Einführung für Studium und Praxis", 2., aktualisierte Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden 2006.

Schmelzer H. J.; Sesselmann W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis – Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen", 5., vollständig überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, München Wien 2006.

Staud, Josef (2006): „Geschäftsprozessanalyse – Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware", 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2006.

Wildemann, Horst (2004): „Komplexitätsmanagement in Vertrieb, Beschaffung, Produkt, Entwicklung und Produktion", 5. Auflage, TCW-Verlag, München 2004.

Wilhelm, Rudolf (2007): „Prozessorganisation", 2., überarbeitete und ergänzte Auflage, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München 2007.

Dipl.-Ing. Thomas Rinas

Das zwei-dimensionale Kooperationsnetzwerk für die erfolgreiche Marktdurchdringung mit vorgefertigten Betonelementen und -systemen in der Schweiz – Konzeption eines Geschäftsmodells

Dipl.-Ing. Thomas Rinas
ETH Zürich, Institut für Bauplanung und Baubetrieb
Professur Bauprozess- und Bauunternehmensmanagement
ETH Hönggerberg Zürich Gebäude HIL, 8093 Zürich

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 219

1 Einleitung 219

1.1 Ausgangssituation 219

1.2 Problemdefinition 220

2 Stand der Praxis 220

3 Stand der Forschung 221

4 Forschungsmethodik 223

5 Ziele des kooperativen Geschäftsmodells 224

6 Forschungsansatz 224

6.1 Strategisch-kooperativer Netzwerkansatz 224

6.2 Konzept zweidimensionales kooperatives Geschäftsmodell 225

6.2.1 Generierung von Kundennutzen 225

6.2.2 Generierung von Partnernutzen 227

6.2.3 Realisation der Wertschöpfung 228

6.2.4 Multiplikation der Kundenbeziehung 231

7 Schlussfolgerung 231

Literatur 233

Das zwei-dimensionale Kooperationsnetzwerk für die erfolgreiche Marktdurchdringung mit vorgefertigten Betonelementen und -systemen in der Schweiz – Konzeption eines Geschäftsmodells

Zusammenfassung

Die industrielle Vorfabrikation von Stahlbetonbaufertigteilen birgt sowohl großes Industrialisierungs- und Rationalisierungspotenzial für straffe Bauproduktionsprozesse als auch hohe Gestaltungspotenziale. Wegen ihrer Kleinstrukturiertheit hat es die Vorfertigungsindustrie in der Schweiz bisher nicht geschafft, die Potenziale der industriellen Vorfabrikation erfolgreich und nachhaltig auf dem stark lokal geprägten und differenzierten Schweizer Baumarkt zu platzieren. Im europäischen Vergleich ist der Vorfertigungsgrad in der Schweiz im Bereich des Betonbaus sehr niedrig. Um die Potenziale der Vorfertigung marktgerecht zu bündeln und zu platzieren und den Rückstand der Vorfertigung im europäischen Marktumfeld abzubauen, müssen geeignete Strukturen sowie Geschäftsmodelle entwickelt und anbietergerechte Automatisierungs- und Industrialisierungsanstrengungen unternommen werden. Dieser Beitrag präsentiert die Konzeption eines Geschäftsmodells, um die strukturellen Nachteile der Schweizer Fertigteilindustrie durch ein zwei-dimensionales Kooperationsnetzwerk auf der Entwicklungs- und Produktionsebene und auf der Absatz- und Montageebene zu überwinden und die Vorfertigung stärker und nachhaltiger im Bauprozess in der Schweiz zu verankern. Das Geschäftsmodell versetzt kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) und lokale Architekten in die Lage, die Vorteile industrialisierter Prozesse für die Generierung von Kundennutzen auszunutzen.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Industrialisierung im Bauwesen ist seit vielen Jahren das ambitionierte Ziel der internationalen Forschung. Große Anstrengungen wurden durch die internationale Forschungsgemeinde in den letzten Jahren unternommen und verschiedene An-

sätze entwickelt. In der Schweiz, wo die Bauindustrie und besonders die Vorfertigungsindustrie durch kleine Akteure charakterisiert sind und wo starke lokale Architekten in jedem einzelnen Bauprojekt dominieren, wurden jedoch nur geringe Fortschritte auf diesem Gebiet erreicht. Der Bauprozess wird weiterhin von handwerklichen Tätigkeiten vor Ort dominiert.

1.2 Problemdefinition

Die Schweizer Vorfertigungsindustrie und die Schweizer Bauindustrie sind nicht in der Lage, die vorhandenen Industrialisierungskonzepte und -tools im vollen Umfang für verschiedene Vorfertigungsprodukte oder komplette Gebäudesysteme (Decken, Wände, Stützen und Balken) in den Bauproduktionsprozess zu implementieren. Ursachen hierfür sind:

- Architekten und Ingenieure haben entscheidende Wissenslücken bei der Planung mit vorgefertigten Betonelementen oder Systemen.
- Traditionelle Bauunternehmen sind aus Gründen der Amortisation eigener Schalungssysteme und dem mit der Vorfertigung verbundenen Wertschöpfungsabgang derzeit noch primär an der Vor-Ort-Erstellung interessiert.
- Vorfertigungsunternehmen sind relativ klein, um die hohen Investitionen zur Überführung der handwerklichen Produktion in eine automatisierte und flexible Produktion zu tätigen.
- Im Ergebnis verfügt die Schweiz über einen der geringsten Vorfertigungsgrade in Europa *(Girmscheid & Kröcher 2007, Rinas et al. 2008)*.

2 Stand der Praxis

Plattform- oder systembasierte „Mass-customization“-Produktionsmethoden sind Stand der Praxis in der europäischen Vorfertigungsindustrie. In der Schweiz verfügt kein einziges Betonvorfabrikationswerk über diese Produktionsmethoden. In der Folge stieg der Import von Betonfertigteilen aus benachbarten europäischen Ländern in den letzten Jahren kontinuierlich an (Bild 1).

Es ist Stand der Praxis in der holzverarbeitenden Industrie, weitgehend die digitale Kette mittels Computer Integrated Manufacturing (CIM) von der frühen Planung bis zur Herstellung umzusetzen. Die Betonvorfertigungsindustrie in der Schweiz steht

noch am Anfang der Nutzung heute möglicher Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK-Technologie).

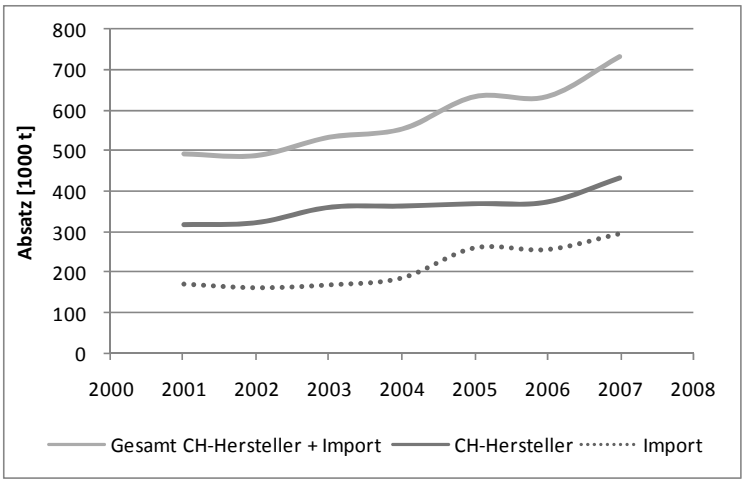


Bild 1: Absatz vorgefertigter Betonelemente in der Schweiz (Hersteller Schweiz und Importe)

Es ist Stand der Praxis, dass in fast allen Industriebereichen Distribution und Marketing zum Produkt- bzw. Lösungsabsatz existieren. Bauunternehmen dagegen fokussieren weiterhin hauptsächlich auf die Bereitstellung von Ressourcen statt auf die Bereitstellung von Produkten und Lösungen. Gesamtleistungsorientierte und lebenszyklusorientierte Angebote setzen sich auch in der Schweiz nur langsam durch und die Notwendigkeit einer Kundennutzenorientierung *(Girmscheid 2006, Girmscheid & Lunze 2008)* wurde noch nicht von allen Akteuren erkannt. Distributionssysteme und Marketinglösungen sind daher im traditionalen Baumarkt nur unzureichend etabliert.

3 Stand der Forschung

Die internationale Forschungsgemeinde unternimmt große Anstrengungen in allen Basisfeldern der Industrialisierung im Bauwesen, wie Off-site-Produktion (*Gibb 1999*) und On-site-Produktion *(Bock et al. 2007)*, logistische Belange *(Boenert & Blömeke 2003)*, Partnering, Kooperationskonzepte *(Eccles 1981, Hofmann 1999, Girmscheid 2005)*, und zur Erkenntnisgewinnung über die Potenziale und Optionen der zukünftigen Entwicklung der Bauindustrie (*Girmscheid* & Kröcher 2007). An diesen Anstrengungen ist auch die internationale Bauindustrie durch hauptsächlich industriegeleitete Projekte, wie Manubuild *(Kazi et al. 2007)* und als Pra-

xispartner in den verschiedenen Forschungsprojekten beteiligt. Die Umsetzung dieser Industrialisierung des Bauwesens in einem holistisch-generischen Geschäftsmodell in existierenden Baumärkten und kleinstrukturierten Marktbedingungen war bisher nicht Gegenstand der internationalen Forschungsanstrengungen.

In der Schweiz durchgeführte eigene empirische Untersuchungen *(Rinas et al. 2008)* zeigen zusätzlich auf:

- Architekten und Ingenieure sind überzeugt von den hohen Potenzialen der Vorfertigung und haben ein großes Interesse an der Vorfertigung.
- Architekten und Ingenieure haben ein positives Image von vorgefertigten Elementen.
- Architekten und Ingenieure verfügen über zu wenig Wissen für eine effektive Planung mit vorgefertigten Elementen und einer Planung für eine Produktion “Design to Production”.
- Architekten und Ingenieure erwarten individuelle Gestaltungsmöglichkeiten durch die Nutzung von CAM/CIM.

Im Ergebnis dieser Untersuchungen erklären 62 % der Architekten und Ingenieure und 57 % der Betonvorfertigungsunternehmen, dass sie eine Beratungs- oder Planungsgesellschaft akzeptieren würden, um das fehlende Wissen abzudecken und „Design to Production” und eine „bestmögliche Nutzung von vorgefertigten Elementen oder Systemen” effizient in den Planungsprozess zu integrieren. Folgerichtig besteht eine hohe Chance, die Konzepte und Tools der Industrialisierung im Bauwesen im Schweizer Baumarkt durch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und -strategien umzusetzen, um im Wettlauf um die Zukunft, wie Hamel & Prahalad *(Hamel & Prahalad 1997)* die Herausforderung nennen, zu bestehen. Dabei sind folgende Fragen zu beantworten:

- Wie können die technologischen Möglichkeiten der Planung und Automatisierung durch die kleinstrukturierte Schweizer Fertigteilindustrie umgesetzt werden, um individuell vorgefertigte Elemente im Rahmen der Mass-Customization herzustellen?

- Wie können die Potenziale der Vorfertigung im individuellen Wohnungsbau durch Kopplung und Know-how von der Planung und Ausführung in den Bauprozess standardmäßig integriert werden?
- Wie kann durch Integration der traditionellen handwerklichen Bauakteure und lokalen Planungsbüros die Marktdurchdringung industriell hergestellter Produkte, Elemente sowie individueller Systemgebäude potenziert und neue Absatzmärkte für die Schweizer Fertigteilindustrie erschlossen werden?

4 Forschungsmethodik

Diese Forschungsarbeit ist eingebettet in den Forschungsansatz SysBau® (Systemanbieter Bau) der Professur für Bauprozess und Bauunternehmensmanagement am Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich, der lebenszyklusorientierte Forschungsfelder – Integrative Leistungserstellung und Lean Construction abdeckt *(Girmscheid 2001, Girmscheid 2007)*. Die Gestaltung des Geschäftsmodells erfolgt generisch-deduktiv als Ziel-Mittel-Beziehung des konstruktivistischen Forschungsparadigmas *(Piaget 1973, Glasersfeld 1998, Girmscheid 2007).* Die wissenschaftliche Güte im konstruktivistischen Forschungsparadigma wird dabei durch die Triangulation erreicht in Bezug auf

- die Gangbarkeit (viability) des generisch-deduktiven Modells,
- die Durchführbarkeit (validation) durch den theoretischen Bezugsrahmen und
- die Zuverlässigkeit (confirmation of reliability) durch Testen der intendierten Zielwirkung.

Dabei erfolgt die Strukturierung anhand theoretischer Prinzipien der Principal Agent Theorie *(Jensen & Meckling 1976)* und der Strukturationstheorie *(Giddens 1985).* Die Triangulation wird abgeschlossen durch den Realisierungstest mittels alternativer Deutungen, d. h. mit der Prüfung, ob alternative Deutungen in Bezug auf die Mittel-Ziel-Beziehung möglich sind. Diese Vorgehensweise führt zu einem wissenschaftlich gesicherten Modell, in welchem interne opportunistische Verhaltensweisen weitgehend vermieden werden.

5 Ziele des kooperativen Geschäftsmodells

Die Ziele des zweidimensionalen kooperativen Geschäftsmodells sind:

1. Generierung von Kundennutzen durch die Industrialisierung der Bauprozesse.
2. Zusammenführen der Kompetenzen, um innovative und integrierte Elemente und Systeme (Lösungen) zu entwickeln und Zusammenführen der Kompetenzen und Schlüsselkunden, um die Lösungen in die lokalen Märkte zu verteilen und die Marktdurchdringung mit vorgefertigten Betonelementen zu erhöhen.
3. Implementierung aktueller IuK-Technologie und „Digitaler Prozessketten – digital chain processes" in die Planung und Ausführung sowie die stringente Ausrichtung der Bauprozesse an der Wertschöpfungskette, um ineffektive Tätigkeiten und Abfall zu vermeiden (Planung als „Value Engineering").
4. Einführen des „Design to Production"-Paradigmas und Anpassung der Projektabwicklungsprozesse zur standardmäßigen Nutzung von vorgefertigten Elementen im Planungsprozess.
5. Die Vorfertigungskooperationspartner in die Lage versetzen, Industrialisierungslösungen zu entwickeln und zumindest teilweise eine automatische Mass-Customization für die wesentlichen Produkte in Bezug auf die angebotenen Lösungen einzuführen.
6. Erbringung eines Beitrages zur Lösung der Strukturprobleme im schweizerischen Baumarkt, die die volle Entfaltung der Potenziale der Vorfertigung im Bauproduktionsprozess verhindern.

6 Forschungsansatz

6.1 Strategisch-kooperativer Netzwerkansatz

Strategische Kooperationsnetzwerke sind ein vielversprechendes Mittel, um die Ziele unter den gegebenen kleinteiligen Bedingungen des schweizer Baumarktes zu erreichen. Ein fokales Unternehmen, wie von Sydow *(Sydow 1992)* eingeführt oder von Jarillo & Ricart *(Jarillo & Ricart 1987)* als „Hub-firm" bezeichnet, allokiert die Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Rollen der Kooperationspartner. Ein fokales Unternehmen gibt dem Netzwerk eine höhere Verlässlichkeit unter den Part-

nern. Das fokale Unternehmen führt die Netzwerkprozesse entlang der Wertschöpfungskette und stellt die Steuerung der Prozesse und Akteure sicher. Virtuelle Unternehmen dagegen verfügen nicht über diese institutionelle Einrichtung und haben daher eine höhere Unverbindlichkeit verbunden mit einem höheren Risiko, die Prozesssteuerung der Wertschöpfungskette zu verlieren *(Maier 2002, Sydow 2006).*

6.2 Konzept zweidimensionales kooperatives Geschäftsmodell

Das Konzept für den Erfolg des Geschäftsmodells basiert auf vier fundamentalen Elementen:

1. Generieren von Kundennutzen durch die Bereitstellung nutzenorientierter Systemlösungen und Nutzung der Industrialisierungspotenziale durch einen holistischen Ansatz des Bauwerkserrichtungsprozesses (funktionale Organisation) und kooperativer Arbeitsketten (strukturelle Organisation).
2. Generieren von Partnernutzen durch die Bereitstellung von nutzenorientierten Systemlösungen mit zusätzlichem Kundennutzen als Differenzierung von Wettbewerbern und durch die Erschließung weiterer regionaler Märkte.
3. Optimierung der Realisation der Wertschöpfung und Kombination der Akteurskompetenzen und Akteursressourcen unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen mittels einer kooperativen Strukturierung von Produktion und Entwicklung.
4. Vervielfachen der Kundenbeziehung durch eine kooperative Strukturierung des Absatzes und der Montage.

6.2.1 Generierung von Kundennutzen

Das fundamentale Element in einem nachhaltigen Geschäftsmodell ist die Generierung von Kundennutzen. Kundennutzen ist die Grundlage für Cash-In und damit Grundlage für die Generierung von Ertrag. Drei Hauptkategorien von Kundennutzen im Baumarkt lassen sich feststellen (Bild 2):

- Garantien
- Erhöhung des Lebenszyklusnutzens
- Verringerung der Lebenszykluskosten

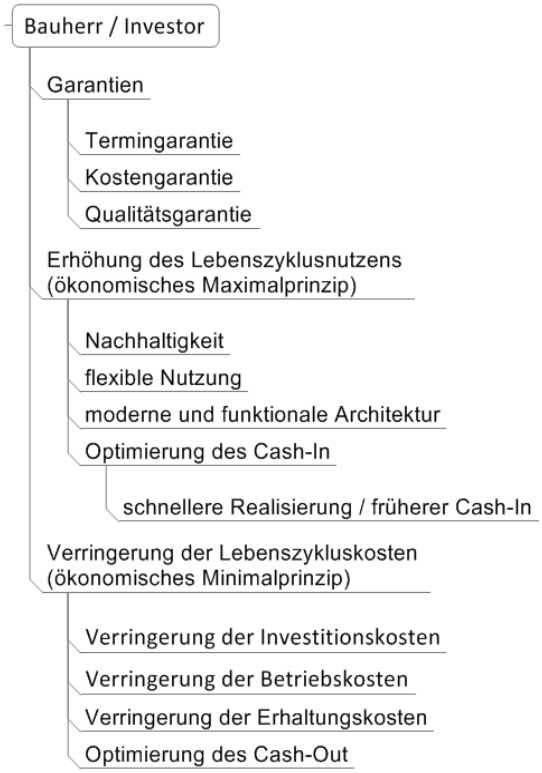


Bild 2: Kategorien des Kundennutzens

Das zwei-dimensionale kooperative Geschäftsmodell beabsichtigt die Lebenszykluskosten eines Gebäudes zu reduzieren durch

- eine ganzheitliche und integrierte Planung aller Gewerke und ein „Design to Production"-Paradigma (Ausrichtung der Planung auf die Herstellung) zur Vermeidung von Abfall und ineffektiven Arbeitsprozessen,
- eine extensive Nutzung der Vorfertigung, um die Qualität zu verbessern, die Projektlaufzeit zu beschleunigen und die Finanzierungskosten zu verringern,
- eine Implementierung von Mass-Customization in den Herstellungsprozess von vorgefertigten Betonelementen, um die kosteneffiziente Herstellung zu ermöglichen,
- eine holistische Sicht sowohl auf den Planungs- wie auch auf den Ausführungsprozess und die Implementierung eines vollständigen, durchgängigen und systematischen Prozesses der Wertschöpfungskette als Baustein der lebenszyklusorientierten Betrachtungsweise,

- eine Integration innovativer Lösungen traditioneller Bau- und Vorfertigungsunternehmen in den frühen Planungsprozess und den Wissenstransfer von der Ausführung zurück in den Planungsprozess (KVP – Rückkopplungskreis).

Zusätzlich erhöhen kürzere Planungs- und Ausführungsprozesse den potenziellen Lebenszyklusnutzen für den Kunden durch eine schnellere Verfügbarkeit der Immobilie. Weiterhin gibt die strukturierte Planung und Ausführung dem Leistungsanbieter eine bessere Möglichkeit, durch die damit einhergehende Risikominimierung in der Planung und Ausführung, Leistungsgarantien für Kosten oder Termine zu verkaufen.

Der Kundennutzen generiert sich somit aus der Erfüllung der Kundenforderungen nach Gesamtleistungsangeboten und lebenszyklusoptimierten Gebäuden.

6.2.2 Generierung von Partnernutzen

Ein weiteres fundamentales Element eines nachhaltigen kooperativen Geschäftsmodells ist die Generierung von Partnernutzen. Der Partnernutzen ergibt sich aus der Möglichkeit die Kundenanforderungen nach Gesamtleistungsangeboten und lebenszyklusoptimierten Gebäuden zu erfüllen. Jeder einzelne Partner für sich kann diese Leistungen wegen fehlender Kompetenzen, Technologien, Ressourcen und der geringeren Risikotragfähigkeit allein nicht anbieten.

Die kontinuierliche Verbesserung der Wertschöpfungskette durch Wiederholung und Replikation von Prozessen und Schnittstellen ist ein weiterer Vorteil der kooperativen Arbeit und ein Partnernutzen schaffendes Element.

Elemente der Principal Agent Theorie und der Strukturationstheorie vermeiden weitgehend opportunistisches Verhalten der Partner untereinander und verringern die Transaktionskosten der ökonomischen Aktivitäten.

Wie ausgeführt, hat der Paradigmenwechsel *(Girmscheid 2006, Girmscheid & Lunze 2008)* im Baumarkt bereits begonnen. Dieser Nutzen-Preis-Wettbewerb eröffnet eine neue Wettbewerbsebene für die Akteure, um sich von Wettbewerbern zu unterscheiden (Bild 3). Die Wettbewerbsstrategie dieses Geschäftsmodells basiert daher hauptsächlich auf der Differenzierungsstrategie *(Porter 1996)*, mittelfristig aber auch auf der Kostenführerschaft *(Porter 1996)*.

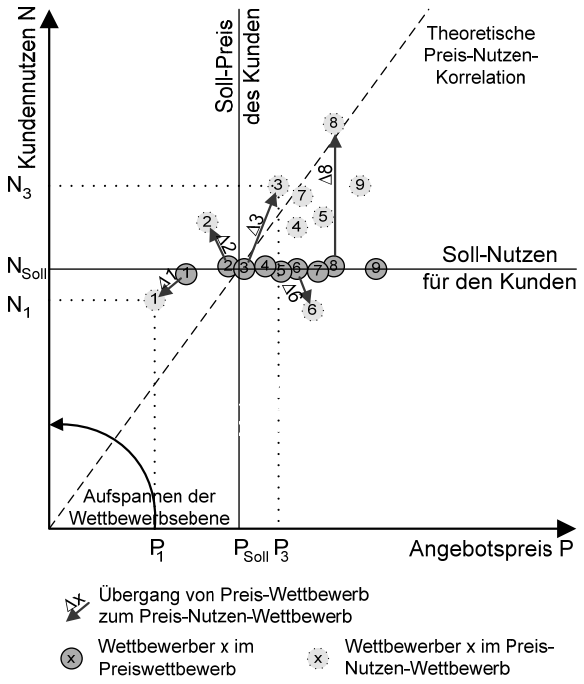


Bild 3: Die Wettbewerbsebene zwischen Kundennutzen und Angebotspreis

Die Differenzierung im Leistungsangebot ist notwendig, um den Paradigmenwechsel zum Leistungsanbieter und Kundenorientierung im Baumarkt zu vollziehen. Die Differenzierung erfolgt durch die Generierung zusätzlichen Kundennutzens, den die traditionellen Akteure im Baumarkt nicht anbieten können. Kostenführerschaft wird erreicht über die schrittweise Implementierung der Mass-Customization von vorgefertigten Betonelementen.

Zusätzlicher Partnernutzen wird generiert durch Verbesserung der Marktdurchdringung des Leistungsangebotes durch ein Distributions- und Absatznetzwerk. Jeder Partner für sich hat eine limitierte regionale Reichweite seiner Leistungen und verfügt über kein weitreichendes Distributionssystem. Ein weitläufiges Distributionssystem von Leistungen schafft den Rahmen für eine Industrialisierung im Bauprozess mit lokalen Akteuren.

6.2.3 Realisation der Wertschöpfung

Die Wertschöpfung traditioneller Projektabwicklungsprozesse ordnet sich der traditionellen Struktur der Leistungsgliederung unter und ist daher stark fragmentiert. Oft dominiert die Wertschöpfung für den einzelnen Akteur gegenüber der gemeinsamen Wertschöpfung für den Kunden.

Es ist erforderlich, die Wertschöpfung traditioneller Projektabwicklungsprozesse zu redefinieren und einer ganzheitlichen wertschöpfungskettenorientierten Ordnung zu unterwerfen durch

- die Einführung neuer Wertschöpfungsstufen,
- die Zusammenfassung von Wertschöpfungsstufen und Realisierung der Synergiepotenziale,
- die Erhöhung der Wertschöpfung auf einer spezifischen Wertschöpfungsstufe.

Eine Neuordnung der Projektprozesse erfordert eine Anpassung der Schnittstellen und Kompetenzen. Die Entwicklungs- und Produktionskooperation im vorgestellten Geschäftsmodell (1. Ebene in Bild 4) stellt diese Neuordnung der Prozesse und Schnittstellen in direkter Ausrichtung an der Wertschöpfungskette sicher.

Die erste Ebene des Geschäftsmodells bringt die notwendigen Akteure in einem kooperativen Netzwerk zusammen, um gemeinsame Systemlösungen mit maximaler Vorfabrikation zu entwickeln und anbieten zu können. Dieses Netzwerk beinhaltet Systemarchitekten, Ingenieure (Tragwerk und HKLS/E), Vorfertigungsunternehmen und Verbindungsspezialisten, um auch integrierte Elemente und neue Lösungen anbieten zu können. Ein fokales Unternehmen und Kompetenzzentrum steuert die Kompetenzallokation (Vorfertigungskompetenzen und Systemlösungskompetenzen) und die Kompetenzverteilung unter den Partnern. Alle Partner der Kooperation sind Anteilseigner an der fokalen Unternehmung und führen neben der Kooperation ihre traditionellen Leistungen weiter aus.

Der Fokus dieser Kooperation richtet sich sowohl auf die Weiterentwicklung von vorgefertigten integrierten Elementen und Systemen und auf die Verbesserung des Leistungsangebotes als auch auf die Einführung effizienterer Produktionsmethoden. Ein kontinuierlicher Entwicklungsprozess ist erforderlich, um eine erfolgreiche Transformation von einer traditionellen Arbeitskräftebereitstellung zu einem nutzenstiftenden Leistungsanbieter mit sachgerechter Nutzung der Vorfertigung zu vollziehen.

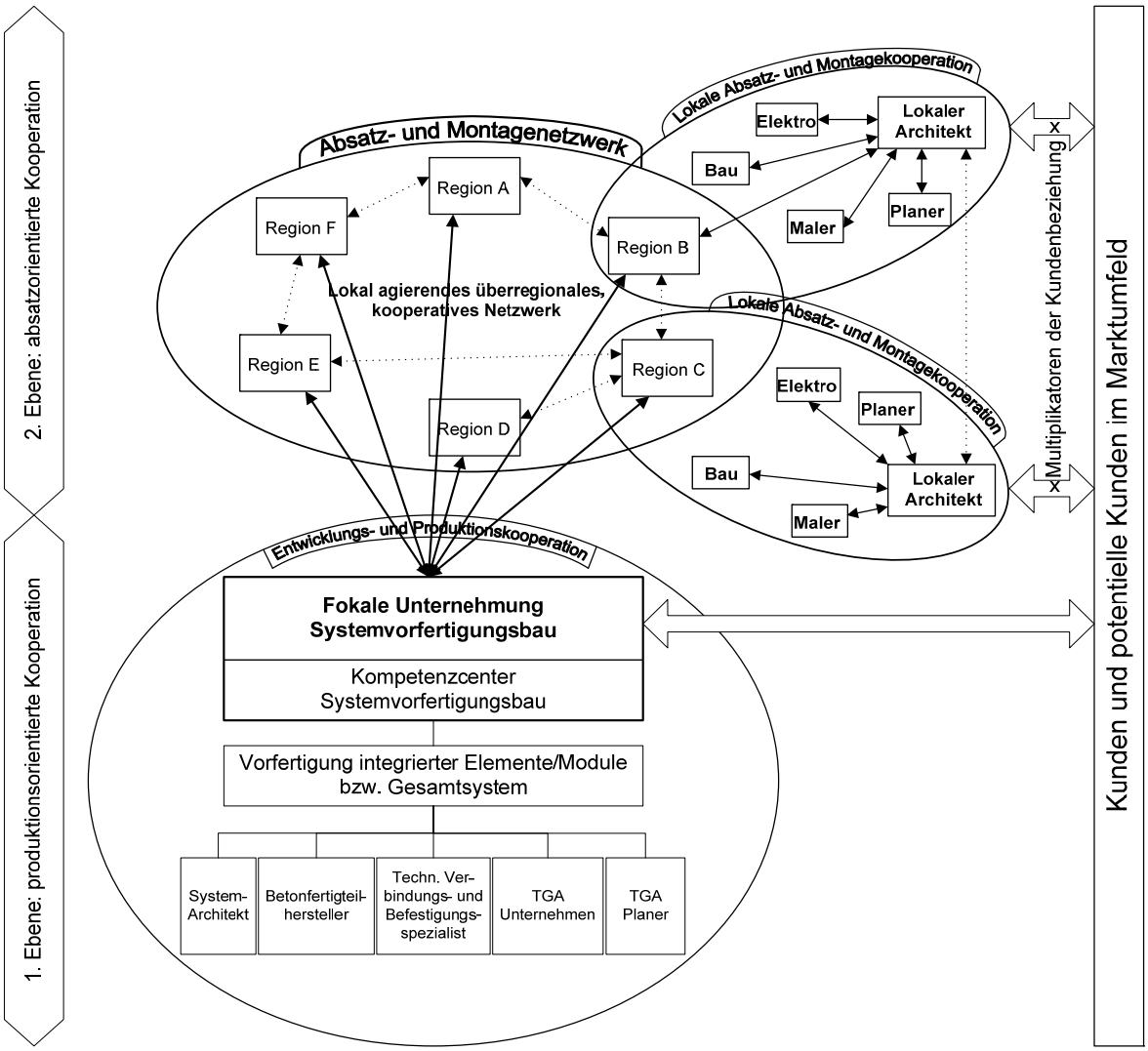


Bild 4: Das Konzept des zwei-dimensionalen Geschäftsmodells für den schweizer Markt

Die Entwicklungs- und Produktionskooperation ermöglicht der Betonvorfertigungsindustrie in der Schweiz die schrittweise Einführung der Mass-Customization. Die Mass-Customization wiederum versetzt diese in die Lage, nahezu jedes Element weitgehend unabhängig von der Serie kosteneffizient zu fertigen und die individuelle Architektur zu erhalten. Kosteneffizienz ist wichtig, um im Wettbewerb mit traditionellen Herstellungsmethoden und ausländischen Vorfertigungsunternehmen bestehen zu können.

Die kontinuierliche Verbesserung der Lösungen und die Effizienzsteigerung der Wertschöpfungskette sind weitere erforderliche Bausteine, um das Geschäftsmodell in der zweiten Dimension, der Absatz- und Montagekooperation, zu expandieren.

6.2.4 Multiplikation der Kundenbeziehung

Die zweite Dimension (2. Ebene in Bild 4) verbindet die Entwicklungs- und Produktionskooperation mit den zergliederten regionalen Märkten und vervielfacht damit den potenziellen Kundenkreis.

Lokale Architekten in der Schweiz spielen eine dominierende Rolle in jedem einzelnen Bauprojekt. Deshalb muss der lokale Architekt als Partner für ein erfolgreiches Absatz- und Montagenetzwerk gewonnen werden. Die Kooperation lokaler Akteure und die Entwicklungs- und Produktionskooperation in einem Netzwerk ermöglicht direkte Vermarktungs- und Absatzkonzepte vom Leistungsanbieter zum Kunden. Dies erhöht das Potenzial für eine erfolgreiche Marktdurchdringung mit vorgefertigten Betonelementen und Systemen entscheidend.

Lokale Architekten profitieren von den entwickelten Systemlösungen und der Erschließung der aktuell gegebenen Potenziale der Vorfertigung bei Beibehaltung der Freiheit der Architektur. Es ist dabei notwendig, den lokalen Architekten über die zukünftige Ausrichtung des Baumarktes zu orientieren und die Chancen der kooperativen Arbeit zu demonstrieren. Dabei helfen die Ergebnisse der Entwicklungs- und Produktionskooperation, die lokalen Akteure von den Verbesserungen im Planungsprozess und in der Ausführung zu überzeugen.

7 Schlussfolgerung

Das vorgestellte Konzept des zwei-dimensionalen, kooperativen Geschäftsmodells erfüllt die Anforderungen an ein nachhaltiges kooperatives Geschäftsmodell nach Girmscheid *(Girmscheid 2006)*:

- Es generiert Nutzen für Kunden und Partner.
- Es verfügt über eine leitende Wettbewerbsstrategie, um den Kunden von der Vorteilhaftigkeit des Leistungsangebotes zu überzeugen und sich von Wettbewerbern zu differenzieren.
- Es strukturiert die Realisierung der Wertschöpfungskette mit Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Rollen der Kooperationspartner.

Das Geschäftsmodell ist daher ein vielversprechender und holistischer Ansatz um

- vorgefertigte Betonelemente und -systeme in den Bauprozess individueller Wohngebäude in der Schweiz standardmäßig zu integrieren und um
- die aktuellen Potenziale sowohl der Industrialisierung durch Mass-Customization als auch für Kosteneinsparungen im schweizer Baumarkt zu erschließen.

Es adaptiert kooperative Strukturen in den Erstellungs- und Produktionsprozess mit vorgefertigten Betonelementen und Systemen durch Zusammenführung der erforderlichen Akteure und Kompetenzen als auch durch die volle Ausrichtung der Leistungsprozesse an der Wertschöpfungskette. Es berücksichtigt dabei besonders die lokalen Rahmenbedingungen im differenzierten Marktumfeld in der Schweiz und ermöglicht den schweizerischen Unternehmen die Potenziale der Industrialisierung im Bauprozess zu erschließen.

Literatur

BOCK, T., NAVON, R., RAMANATHAN, M. & SUNIL, M. K. (2007). „24th International Symposium on Automation & Robotics in Construction (ISARC 2007) Construction Automation Group, I.I.T. Madras - Keynote Papers“, I.A.A.R.C.

BOENERT, L. & BLÖMEKE, M. (2003). „Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft“, *Bauingenieur,* 78**,** 277-283.

ECCLES, R. G. (1981). „The quasifirm in the construction industry“, Journal of Economic Behavior & Organization, 2**,** 335-357.

GIBB, A. G. F. (1999). „Off-site fabrication prefabrication, pre-assembly and modularisation“, Caithness, Whittles Publishing.

GIDDENS, A. (1985). „The constitution of society outline of the theory of structuration“, Cambridge, Polity Press.

GIRMSCHEID, G. (2001). „SysCon - system provider approach“.

GIRMSCHEID, G. (2005). „Partnerschaften und Kooperationen in der Bauwirtschaft - Chance oder Irrweg?“, *Bauingenieur,* 80**,** 103-113.

GIRMSCHEID, G. (2006). „Strategisches Bauunternehmensmanagement. Prozessorientiertes integriertes Management für Unternehmen in der Bauwirtschaft“, Heidelberg, Springer.

GIRMSCHEID, G. (2007). „Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften“, Zürich, Eigenverlag des IBB an der ETH Zürich.

GIRMSCHEID, G. & KRÖCHER, M. (2007). „Innovative sales concept and knowledge-platform for prefabricated building construction“, IN CIB (Ed.) *CIB World Building Congress 2007: Construction for Development.* Cape Town, South Africa, CIB.

GIRMSCHEID, G. & LUNZE, D. (2008). „Paradigmawechsel in der Bauwirtschaft - Lebenszyklusleistungen“, *Bauingenieur,* 83**,** 87-97.

GLASERSFELD, E. V. (1998). „Radikaler Konstruktivismus: Ideen, Ergebnisse, Probleme“, Frankfurt a.M., Suhrkamp.

HAMEL, G. & PRAHALAD, C. K. (1997). „Wettlauf um die Zukunft. Wie Sie mit bahnbrechenden Strategien die Kontrolle über Ihre Branche gewinnen und die Märkte von morgen schaffen“, Wien, Wirtschaftsverlag Ueberreuter.

HOFMANN, E. (1999). „Industrielles Bauen - Neue Wege für innovative KMU“, Zürich, Eigenverlag des IBB an der ETH Zürich / Stäubli AG.

JARILLO, J. C. & RICART, J. E. (1987). „Sustaining Networks“, Interfaces, 17**,** 82-91.

JENSEN, M. C. & MECKLING, W. H. (1976). „Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure“, *Journal of Financial Economics,* 3**,** 305-360.

KAZI, A. S., HANNUS, M., BOUDJABEUR, S. & MALONE, A. (Eds.) (2007). „Open Building Manufacturing. Core Concepts and Industrial Requirements“, ManuBuild in collaboration with VTT - Technical Research Centre of Finland.

MAIER, H.-D. (2002). „Marketingorientierte Kooperationsmodelle für kleine und mittelständische Unternehmen der Bauwirtschaft“, St. Gallen.

PIAGET, J. (1973). „Erkenntnistheorie der Wissenschaften vom Menschen die Wissenschaften vom Menschen und ihre Stellung im Wissenschaftssystem“, Frankfurt/M, Ullstein.

PORTER, M. E. (1996). „What Is Strategy?“, *Harvard Business Review,* 74**,** 61-78.

RINAS, T., KRÖCHER, M. & GIRMSCHEID, G. (2008). „Branchenplattform und Vorfertigungsplanungsgesellschaft für den individuellen Fertigteilbau.“, Zürich.

SYDOW, J. (1992). „Strategische Netzwerke Evolution und Organisation“, Wiesbaden, Gabler.

SYDOW, J. (2006). „Management von Netzwerkorganisationen - Zum Stand der Forschung“, IN SYDOW, J. (Ed.) Management von Netzwerkorganisationen Beiträge aus der Managementforschung". 4., aktual. und erw. Aufl. ed. Wiesbaden, Gabler.

M. Sc. Agnes Kelm

Dipl.-Ing.
Dipl.-Kfm.
Lars Laußat

Dipl.-Ing.
Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Anica Meins-Becker

RFID-Technik in der Bau- und Immobilienwirtschaft

M. Sc. Agnes Kelm

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Lars Laußat

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anica Meins-Becker

Bergische Universität Wuppertal

Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 237

1 Die ARGE RFIDimBau 237

2 Exkurs: Grundlagen der RFID-Technik 239

2.1 Das RFID-System 239

2.1.1 Frequenzbereiche und Übertragungsarten 239
2.1.2 Transpondertypen 240
2.1.3 Datenvorhaltung 240
2.1.4 Einfluss durch Absorption und Reflexion durch Objekte in der Umgebung auf die Reichweite eines RFID-Systems 241

2.2 Vor- und Nachteile gegenüber anderen Auto-ID-Techniken 242

2.3 Die Kenntnis der Grenzen der RFID-Technik als Schlüssel zum Freilegen der Potenziale 243

3 Nutzung der RFID-Technik zur Unterstützung baulogistischer Prozesse: Die Forschungsprojekte „InWeMo“ und „RFID-Baulogistikleitstand“ 245

3.1 Das Forschungsprojekt „InWeMo“ 245

3.1.1 Ziel 245
3.1.2 Durchführung des Forschungsprojektes 245
3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse 246
3.1.4 Fazit 253

3.2 Das Forschungsprojekt „RFID-Baulogistikleitstand“ 254

3.2.1 Ziel 254
3.2.2 Durchführung des Forschungsprojektes 255
3.2.3 Konzepte und Entwicklungen übergeordneter Applikationen 256
3.2.4 Entwicklung der Applikationen für die Personallogistik 259
3.2.5 Entwicklung der Applikationen für die Materiallogistik 266
3.2.6 Fazit 270

Literatur 271

RFID-Technik in der Bau- und Immobilienwirtschaft

Zusammenfassung

Um die Ziele eines Bauprojekts hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualität erreichen zu können, muss u. a. die Versorgung mit sowie die Entsorgung von den richtigen Objekten, zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität und Quantität, am richtigen Ort und zu den richtigen Kosten erfolgen. Hierzu ist zum einen ein funktionierender Informationsaustausch und zum anderen eine Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation der angelieferten Materialien sowie der die Baustelle betretenden Personen in Echtzeit notwendig.

Zusätzlich wird die Betrachtung des Lebenszyklus eines Bauwerks infolge immer kürzerer Nutzungszyklen für die Bau- und Immobilienwirtschaft zur Optimierung der Wertschöpfung immer wichtiger. Auch hierbei gewinnen die Dokumentationen der eingesetzten Baustoffe, der Bauteile und deren Eigenschaften über die einzelnen Zyklus-Phasen zunehmend an Bedeutung.

Eine Technik, mit der sich diese Optimierung ggf. realisieren lässt, heißt RFID. Infolge von Automatisierungspotenzialen ermöglicht RFID eine neue Qualität der Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation der Material-, Personal- und Informationsströme auch in der Bau- und Immobilienwirtschaft.

Aufgrund einer Vielzahl bereits bestehender RFID-Techniken und Insellösungen in verschiedenen Branchen, welche die Folge fehlender Standards und Einzelbetrachtungen sind, besteht Forschungsbedarf hinsichtlich einer ganzheitlichen Betrachtung und der Klärung der Frage, was die bestehende RFID-Technik in Verbindung mit bestehenden Datenverarbeitungssystemen in der Bau- und Immobilienwirtschaft leisten kann bzw. welche möglichen Weiterentwicklungen erforderlich sind.

1 Die ARGE RFIDimBau

Die Forschungsprojekte des Clusters „RFID-Technik im Bauwesen“ (ARGE RFIDimBau) befassen sich mit der langfristigen, nachhaltigen Qualitätsverbesserung und Kostenoptimierung von Bauwerken. Entlang der Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft werden zur Prozessoptimierung neue IT- sowie

Auto-ID-unterstützte Methoden zur echtzeitfähigen und medienbruchfreien Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation von Prozessen entwickelt. Ein Fokus liegt hierbei auf dem Einsatz der RFID-Technik.

Die ARGE RFIDimBau besteht seit 2006 und ist für weitere Partner offen. In den Einzelprojekten werden in sich weitgehend abgeschlossene Themen bearbeitet, die aber in der Praxis als Bauprozess meist voneinander abhängen (siehe Bild 1). Durch die Zusammenarbeit in der ARGE RFIDimBau entstehen Synergien und es sollen Lösungen zur Vernetzung der Einzelansätze gefunden werden.

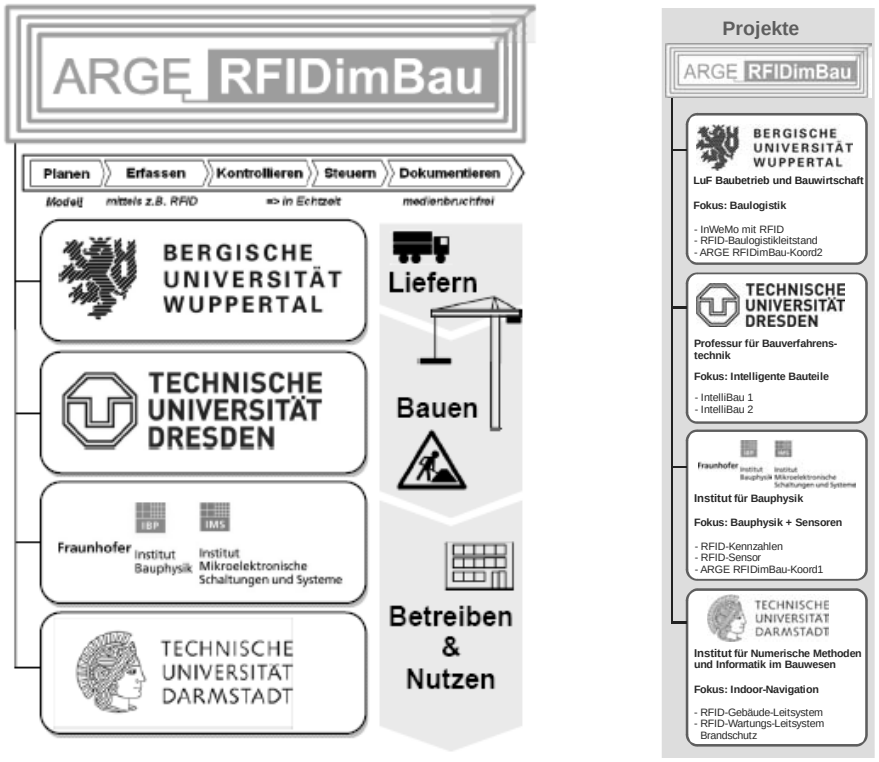


Bild 1: Die ARGE RFIDimBau

Über die ARGE RFIDimBau informiert die Website www.RFIDimBau.de.

Die Projekte der ARGE RFIDimBau werden im Rahmen der Forschungsinitiative „ZukunftBau“ vom BMVBS und BBR gefördert sowie jeweils von zahlreichen Praxispartnern unterstützt.

2 Exkurs: Grundlagen der RFID-Technik

2.1 Das RFID-System

Die RFID-Technik (Radio Frequency Identification) bietet die Möglichkeit zur automatischen Identifizierung von Personen und Gegenständen. Mit dieser Technik können Daten berührungslos und sichtkontaktfrei zwischen einem an dem zu identifizierenden Objekt angebrachten Datenträger, dem so genannten RFID-Transponder, und einer RFID-Erfassungseinheit (RFID-Reader) übertragen werden.

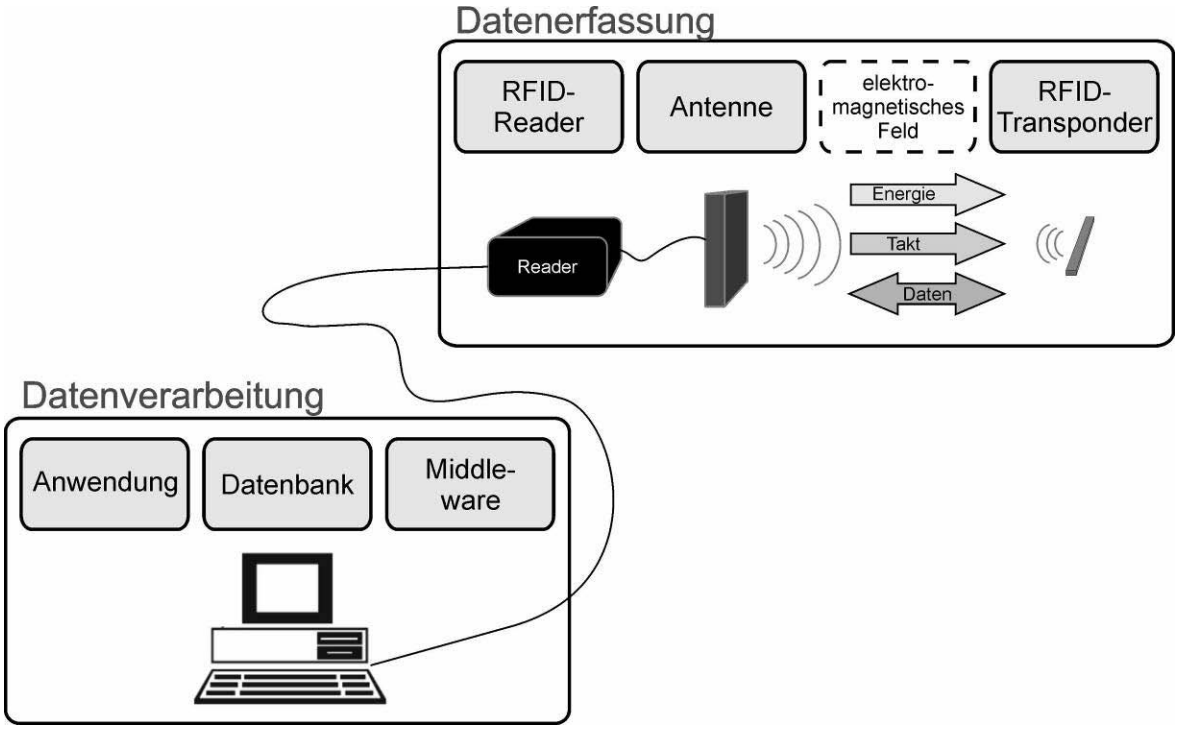


Bild 2: RFID-Übertragungssystem

2.1.1 Frequenzbereiche und Übertragungsarten

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Übertragung von Informationen zwischen RFID-Transponder, kurz RFID-Tag und RFID-Reader, die Übertragung über

- die magnetische Kopplung (LF/HF) oder
- die elektromagnetische Welle (UHF/MW).

Der Informationsaustausch mittels magnetischer Kopplung wird in den Frequenzbereichen 135 kHz (LF) und 13,56 MHz (HF) angewendet, wobei Antennen in Form einer Spule eingesetzt werden. Der RFID-Tag muss sich während des Da-

tenaustausches im Bereich des Nahfeldes der Sende- und Empfangsantenne befinden, wodurch sich für diese induktiven RFID-Systeme nur geringe Reichweiten bis zu 2 cm im LF- bzw. bis zu 1 m im HF-Bereich ergeben.

Der Informationsaustausch mittels zurückgestrahlter elektromagnetischer Welle findet seine Anwendung in den Frequenzbereichen 868 MHz (UHF) und 2,4 GHz (MW). Während des Datenaustausches muss sich der RFID-Tag lediglich im Erfassungsbereich, im Idealfall im Fernfeld, der Sende- und Empfangsantenne befinden, wodurch sich Reichweiten von mehreren Metern ergeben.

2.1.2 Transpondertypen

Darüber hinaus unterscheiden sich RFID-Systeme durch die verwendeten Transponder-Typen:

- Passive Transponder: Der Transponder verfügt über keine eigene Energieversorgung. Die zur Aktivierung des Transponderchips benötigte Energie wird aus dem von einer Sende-/Empfangsantenne erzeugten elektromagnetischen Feld gewonnen.
- Aktive Transponder: Der Transponder verfügt über eine eigene Energieversorgung und sendet aktiv in beliebig einstellbaren Intervallen seine Informationen an eine Empfangsstation.
- Semi-Aktive/-Passive Transponder: Der Transponder verfügt über keine eigene Energieversorgung. Die zur Aktivierung des Transponderchips benötigte Energie wird aus dem von einer Sende-/Empfangsantenne erzeugten elektromagnetischen Feld gewonnen. Im Gegensatz zum passiven Transponder wird beim Semi-Aktiven Transponder eine Batterie integriert, die z. B. zur Aktivierung eines zusätzlichen Sensors und zur Übertragung der Sensordaten an den RFID-Transponderchip dient.

2.1.3 Datenvorhaltung

Eine weitere Unterscheidung von RFID-Systemen wird in der Datenvorhaltung getroffen. Dabei wird nach dem Data-on-Tag- und Data-on-Network-Prinzip differenziert.

Beim Data-on-Tag-Prinzip kommen ausschließlich wiederbeschreibbare Transponder zum Einsatz. Alle objektbezogenen Informationen werden auf dem RFID-Tag gespeichert, so können an jedem Knotenpunkt die relevanten Daten nicht nur gelesen, sondern auch der Situation entsprechend aktualisiert und verändert werden.

Bei dem Konzept der zentralen Steuerung (Data-on-Network) hingegen werden der Objektfluss und der Zustand der Objekte während des Prozesses fortwährend überwacht und in einem oder mehreren Zentralrechnern in Datenbanken gespeichert. So erhält man über die Prozesssteuerung der Zentralrechner ein Abbild der aktuellen Prozessdaten und des Systemzustandes. Dieses Konzept bietet die Möglichkeit, auch verschiedene andere Auto-ID-Systeme in ein Gesamtsystem einzubinden, da es gleichgültig ist, welches Auto-ID-Verfahren zur Erfassung der Objekte verwendet wird.

2.1.4 Einfluss durch Absorption und Reflexion durch Objekte in der Umgebung auf die Reichweite eines RFID-Systems

Die Materialeigenschaften eines sich im Strahlungsfeld befindenden Objektes haben einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.

Bei nicht-leitfähigen Stoffen, auch Dielektrika genannt, ist die Dämpfung im Material stark von seiner Dichte und das Reflexionsvermögen von der Dielektrizitätskonstante abhängig. Materialien mit niedriger Dielektrizitätskonstante und geringer Dichte (PVC) haben so gut wie keinen Einfluss auf die Ausbreitung der elektromagnetischen Welle. Durch bestimmte Zusatzstoffe in den Materialien können sich allerdings die Eigenschaften stark verändern. (z. B. destilliertes Wasser, dem Salz zugefügt wird oder Kunststoffe mit Metallbeimengung).

Bei leitfähigen Stoffen, insbesondere Metallen, kommt es zur Totalreflexion der elektromagnetischen Welle an der Oberfläche des Objektes. Trifft die reflektierte elektromagnetische Welle auf eine von der Antenne abgestrahlte Welle, so kommt es zu Interferenzen. Interferenz kann eine Feldschwächung oder -verstärkung bedeuten. Ein RFID-Tag, der sich in einem sog. „Loch“ (bei Feldschwächung) befindet, wird nicht mit ausreichend Energie versorgt, um ein Signal an die Antenne zurückstrahlen zu können; d. h. der RFID-Tag wird von der Sende- und Emp-

fangsantenne nicht erkannt. Durch Veränderung der Lage der Sende- und Empfangsantenne und dem Objekt zueinander verändert sich auch das Interferenzmuster, wodurch die „Löcher“ verschoben werden und der RFID-Tag wieder gelesen werden kann.

Reflexionen können aber durchaus auch positive Auswirkungen auf das RFID-System haben. RFID-Tags, die sich im „Schatten“ eines Objektes befinden, können durch Reflexionen der elektromagnetischen Welle an Wänden oder anderen Objekten ggf. „über Bande“ von der Sende- und Empfangsantenne gelesen werden.

Der starke Einfluss verschiedener Materialien auf die elektromagnetischen Felder führt dazu, dass bei der Implementierung von RFID-Systemen i. d. R. für jedes mittels RFID-Tags gekennzeichnete Objekt individuelle Untersuchungen erforderlich sind.

2.2 Vor- und Nachteile gegenüber anderen Auto-ID-Techniken

Der wesentliche Vorteil von RFID-Systemen gegenüber anderen Auto-ID-Systemen liegt in der sichtkontaktfreien Übertragung der Daten zwischen RFID-Tag und RFID-Lesegerät. Die Datenübertragung ist so auch durchführbar, wenn der RFID-Tag verschmutzt ist oder Gegenstände den Sichtkontakt behindern. Des Weiteren muss der RFID-Tag keine bestimmte Lage bezüglich der Sende- und Empfangsantenne aufweisen, d. h. RFID-Tags, die von der Antenne „weg gedreht“ sind, können trotzdem gelesen werden.

Ferner sprechen auch hohe Speichergrößen bis zu mehreren kBit sowie die Wiederbeschreibbarkeit der RFID-Chips in vielen Anwendungen für RFID-Systeme. Auch die große Pulkfähigkeit von RFID-Systemen, d. h. die Fähigkeit, mehrere RFID-Tags gleichzeitig erfassen zu können, kann in vielen Anwendungen einen großen Vorteil gegenüber Barcode-Systemen erbringen.

Diese Vorteile können sich je nach Prozess jedoch auch in Nachteile wandeln, wie folgende Stichpunkte verdeutlichen sollen:

- Lageunabhängigkeit: Auch hier setzt die Physik noch gewisse Grenzen bzgl. der relativen Ausrichtung von Sende- zu Empfangsantenne (Antenne des Lesegeräts zu Antenne des Transponders).

- Speichergröße und Wiederbeschreibbarkeit: Viele RFID-Anwendungen nutzen nur eine ID, die nicht verändert wird, denn mit zunehmendem Speicher reduziert sich z. B. die Lesegeschwindigkeit. Außerdem birgt eine Wiederbeschreibbarkeit bei unzureichendem Kopierschutz eine Manipulationsgefahr bzw. auch die Gefahr des versehentlichen Überschreibens von Daten.
- Pulkfähigkeit vs. „Unschärfeproblem“: Wie ist, wenn Pulkfähigkeit gerade nicht gewünscht ist, sicherzustellen, dass der richtige Tag gelesen wird, wenn mehrere eng beieinander liegen, aber nur die Daten eines einzelnen benötigt werden? (vgl. Bild 3)

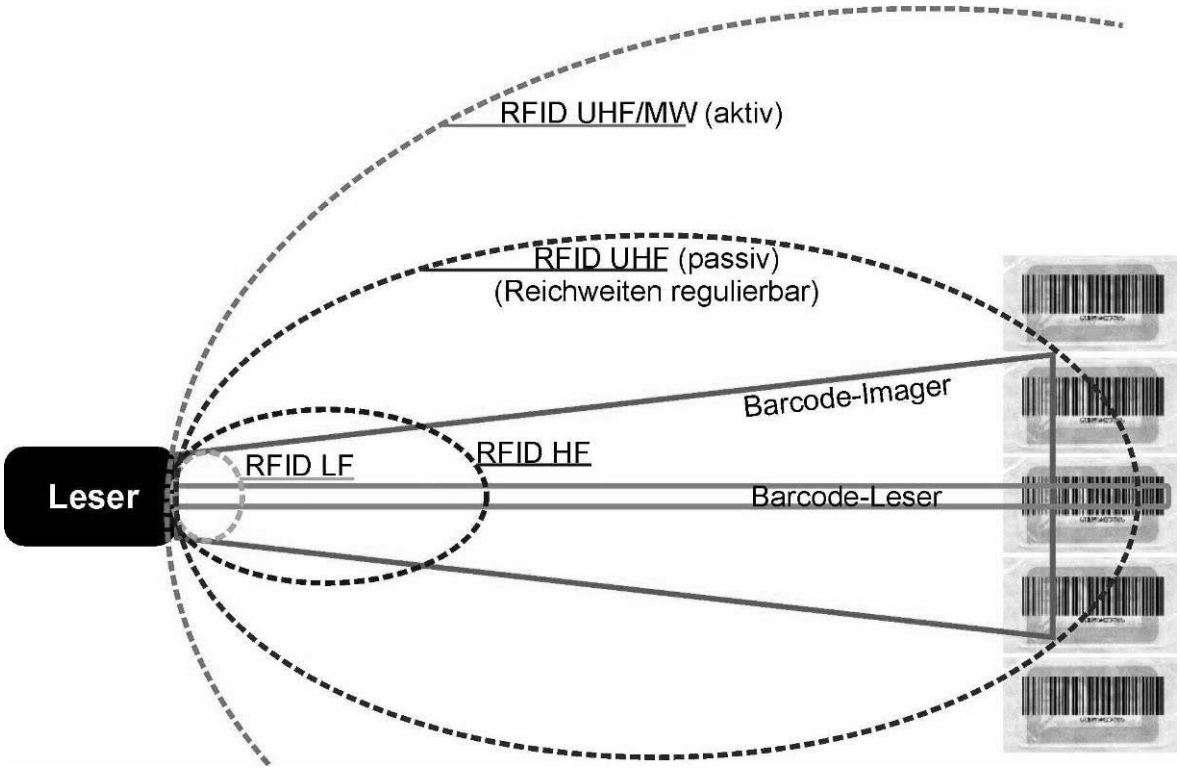


Bild 3: Erfassungsreichweiten und Zielgerichtetheit von Barcode- und RFID-Systemen im Vergleich

2.3 Die Kenntnis der Grenzen der RFID-Technik als Schlüssel zum Freilegen der Potenziale

RFID-Systeme unterliegen Grenzen, die den Rahmen des Machbaren definieren.

Zunächst sei auf die organisatorischen prozessabhängigen Grenzen hingewiesen, die dazu führen, dass jeder durch Einsatz der RFID-Technik mutmaßlich unterstützbare Prozess separat daraufhin zu untersuchen ist, ob und wie der Einsatz

der RFID-Technik tatsächlich einen Mehrwert für den Prozessablauf bieten kann. Zu den organisatorischen prozessabhängigen Grenzen gehören auch die Umgebungsbedingungen. Beispiel: Funkanlagen, die im benachbarten Frequenzbereich arbeiten, können unter Umständen Störungen im RFID-System auslösen.

Ferner existieren auch natürliche und somit unüberbrückbare physikalische Grenzen, die wiederum klar unterschieden werden sollten von den Grenzen infolge des Entwicklungsstandes der Hardware, die derzeit noch gesetzt sind, aber kurz- bis langfristig überbrückbar erscheinen. Aus der Undurchdringbarkeit von Metallen bzgl. elektromagnetischer Wellen ergibt sich z. B., dass RFID-Tags hinter geschlossenen Metallflächen niemals gelesen werden können (physikalische Grenze). Aus den Reflexionen elektromagnetischer Felder durch Metalloberflächen ergibt sich z. B., dass RFID-Transponder technisch so entwickelt werden müssen, dass sie sich dieses Verhalten zu Nutze machen (Entwicklungsstand). Der RFID-Transponder setzt Grenzen z. B. bzgl. der Lesereichweiten bei auf Metallflächen befestigten Transpondern). Vergleichbare physikalische und entwicklungsbedingte Grenzen lassen sich bzgl. der Absorption der elektromagnetischen Wellen durch Flüssigkeiten aufzeigen.

Darüber hinaus zu erwähnen sind die gesetzlichen Grenzen, die sich z. B. aus normierten Grenzwerten für Feldstärken ergeben etc. Aber auch datenschutzrechtliche Grenzen sind gesetzliche Grenzen, die jedoch i. d. R. prozessbezogen sind und somit zugleich auch organisatorische prozessabhängige Grenzen darstellen können.

Schließlich sollten auch Grenzen berücksichtigt werden, die sich daraus ergeben, dass der Einsatz standardisierter Produkte oft sinnvoll ist, auch wenn diese bestimmte Leistungsmöglichkeiten der RFID-Technik nicht voll ausschöpfen (Grenzen durch die (Mit-)Nutzung standardisierter Systeme).

Die RFID-Technik bietet innerhalb der o. g. Grenzen ein breites Feld an Möglichkeiten, (Geschäfts-)Prozesse bei durchdachtem Einsatz enorm zu verbessern.

3 Nutzung der RFID-Technik zur Unterstützung baulogistischer Prozesse: Die Forschungsprojekte „InWeMo“ und „RFID-Baulogistikleitstand“

Innerhalb der ARGE RFIDimBau untersucht bzw. untersuchte das Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft (LuF B&B) der Bergischen Universität (BU) Wuppertal im Rahmen von zwei Forschungsprojekten, „Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immobilienwirtschaft“ (Kurztitel: „InWeMo“, Laufzeit: 10/2006 bis 03/2008) und „RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik am Beispiel `Baulogistikleitstand´ für die Baustelle“ (Kurztitel: „RFID-Baulogistikleitstand“, Laufzeit: 03/2008 bis 12/2009), den Einsatz der RFID-Technik zur Unterstützung baulogistischer, d. h. material- und personallogistischer Prozesse.

3.1 Das Forschungsprojekt „InWeMo“

3.1.1 Ziel

Das Ziel des Forschungsprojektes „InWeMo“ war die Entwicklung eines Wertschöpfungsmodells zum Einsatz der RFID-Technik in der Bau- und Immobilienwirtschaft, welches einen durchgängigen transparenten Informationsfluss über die Wertschöpfungsstufen gewährleisten kann.

Folgende Praxispartner unterstützten das Projekt „InWeMo“:

3.1.2 Durchführung des Forschungsprojektes

Im Folgenden werden die zur Erfüllung des Ziels wesentlichen Schritte sowie die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und es wird ein Fazit gegeben.

Bei der Durchführung des Forschungsprojektes wurde wie folgt vorgegangen. Als Basis für die Modellentwicklung und Demonstration mussten im Vorfeld diverse Recherchen durchgeführt werden:

- Recherche zum aktuellen Stand der Baulogistik und Festlegung eigener Definitionen als Grundlage für den Kernuntersuchungsbereich im Rahmen des Forschungsprojektes
- Recherche und Zusammenfassung bzgl. der Grundlagen zum elektronischen Datenaustausch, zur Warenwirtschaft, zur Identifizierung und Kennzeichnung sowie zu Ordnungs- und Klassifizierungssystemen und (Stamm-)Datenbanken
- Durchführung einer Unternehmensbefragung in der deutschen Bauindustrie zum Thema „Zutritts- und Zufahrtskontrollsysteme für Baustellen“
- Recherche, Zusammenfassung und Aufbereitung der bauspezifischen Grundlagen zum Einsatz der RFID-Technik im Vergleich zu anderen Auto-ID-Systemen
- Recherche zum Stand der RFID-Anwendungen und baubezogener RFID-Forschung in der Bau- und Immobilienwirtschaft (national und international)

Die Ergebnisse dienten der Entwicklung des „InWeMo“:

- Entwicklung des Modells „InWeMo“ zum Informationsaustausch und Darstellung der Schnittstellen zur ARGE RFIDimBau sowie zu weiteren Applikationen

Schließlich galt es, die Funktion des Modells zu demonstrieren:

- Demonstration des Modells „InWeMo“ in Form des „RFID-Bauservers“ (Kerndemonstrator) anhand von Praxisbeispielen aus der Material- und Personallogistik (physische Demonstratoren)

3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Recherche zur Baulogistik

Um den Einsatz der RFID-Technik in der Baulogistik untersuchen zu können, legte das LuF B&B folgende Definition für die Material- und Personallogistik fest:

> Die Material- und Personallogistik zielt auf die Ver- und Entsorgung mit bzw. von den richtigen Objekten, zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität und Quantität, am richtigen Ort und zu den richtigen Kosten ab, um die Ziele eines Bauprojekts hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualität zu erreichen.

Der Bereich der Versorgungslogistik wurde somit als Kernuntersuchungsbereich definiert. Dieser Bereich umfasst alle Aktivitäten der Realisierung und Steuerung, die eine termingerechte und kostenoptimale Versorgung der Baustelle mit den erforderlichen Objekten (z. B. Material und Personal) gewährleisten. Der Bereich der Versorgungslogistik endet mit dem Eintreffen bzw. dem Lagern der Objekte auf der Baustelle.

Somit wurde im Rahmen des Projektes untersucht, ob eine termingerechte und kostenoptimale Versorgung der Baustelle durch Objektein- und -ausgangserfassungen (Material und Personal) in Echtzeit entlang der Wertschöpfungskette i. V. m. der Kontrolle, der Steuerung und der Dokumentation durch Einsatz der RFID-Technik erreicht werden kann. Hierzu musste insbesondere im Bereich des Materials untersucht werden, inwieweit in der Bauwirtschaft entlang der Wertschöpfungskette einheitlich gekennzeichnet wird und wie Material an den Übergabe-Schnittstellen der am Bau Beteiligten identifiziert wird.

Recherche zur Kennzeichnung und Klassifizierung von Material

Kennzeichnung

Die Ergebnisse zeigen, dass Baustoffhersteller und Zulieferer ihre Produkte auf unterschiedliche Art oder auch gar nicht kennzeichnen. Die Kennzeichnung erfolgt im Wesentlichen in Klarschrift. Falls Auto-ID-Systeme eingesetzt werden, dann handelt es sich um Barcode-Systeme.

Im Bereich der Baumärkte für Heimwerker findet die Kennzeichnung bereits auf hohem Niveau mit strichcodierter EAN statt. Die Warenkennzeichnung erfolgt ähnlich wie in einem Supermarkt. Bestellungen können durchgeführt, das Lager verwaltet sowie automatisch aufgefüllt und die Preise an der Kasse abgerechnet werden. Produktinformationen können durch Identifikationsnummern schnell abgerufen bzw. gefunden werden.

Bei einzelnen Baustoffhändlern findet bezüglich der Kennzeichnung bereits eine Wende statt. So werden immer mehr Produkte mittels Strichcode erfasst, was die Lagerhaltung vereinfacht und optimiert. Genutzt werden dabei die gleichen Geräte wie im Baumarkt. Hersteller und Händler sind dabei sich zu einigen bzw. haben sich bereits auf einheitliche Systeme geeinigt.

In den Bauunternehmen werden Objekte zurzeit auf einfachste Weise mit Farbmarkierungen, Firmenaufklebern oder Stiften gekennzeichnet, um diese auf einfachste, jedoch wenig manipulationssichere Art dem Eigentümer zuordbar zu machen. Ab einem bestimmten Wert werden, nicht zuletzt steuerlich veranlasst, Inventarnummern verwendet und häufig in Aufkleber- oder Etikettenform an den Objekten befestigt. Ein Strichcode auf der Baustelle wird aufgrund der beim Bauen unvermeidbaren Verunreinigungen oft als nicht praktikabel angesehen.

Grundsätzlich herrscht im Vergleich zu anderen Branchen ein enormer Nachholbedarf bei der Kennzeichnung von Objekten. Gerade die Kennzeichnung mittels RFID-Transpondern kann infolge der Möglichkeit der sichtkontaktfreien – also verschmutzungsunabhängigen – Identifizierung hier neue Möglichkeiten bieten. Hierbei sollte jedoch dafür gesorgt werden, dass neben der Kennzeichnung mittels RFID-Transpondern auch eine zuverlässige, manuell erfassbare Kennzeichnung auf anderem Weg erfolgt, da in vielen Prozessen die Identifizierung auch ohne RFID-Leser erforderlich sein wird und zudem eine Sicherheit für den Fall des Versagens des RFID-Transponders geschaffen werden sollte. In Fachkreisen besteht weitestgehend Einigkeit darüber, dass RFID-Transponder auch in der Zukunft i. d. R. nur als Ergänzung vorhandener Kennzeichnung eingesetzt werden, nicht jedoch als Ersatz für eine solche.

Klassifizierung

Klassifiziert werden im Baubereich zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Baugeschehens die unterschiedlichsten Bauprodukte, Leistungen und Informationen etc. Die Recherche zeigte, dass im Bauwesen eine Vielzahl an Klassifizierungssystemen eingesetzt wird. Am stärksten auf die Bauwirtschaft ausgerichtet erscheint das System bau:class. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob sich eines der Systeme durchsetzen wird oder ob es mehrere Systeme nebeneinander geben wird.

Das LuF B&B sieht in der Verbindung von produktneutralen Ausschreibungen mit klassifizierten Stammdatenbanken i. V. m. einer einheitlichen Kennzeichnung und Identifizierung (z. B. mit Hilfe der RFID-Technik) ein hohes Optimierungspotenzial. Durch eine solche Verbindung wäre es beispielsweise beim Wareneingang möglich zu kontrollieren, ob die angelieferten Materialien die Anforderungen der Ausschreibung erfüllen.

Recherchen zur RFID-Technik und zu RFID-Anwendungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft

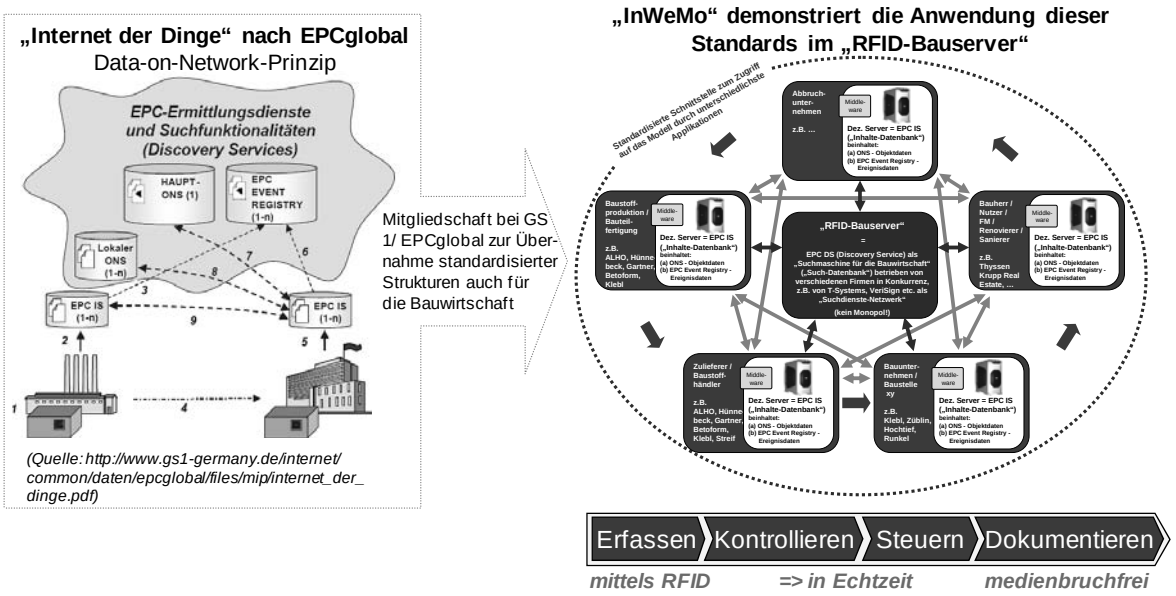
Um die Objektein- und -ausgangserfassung (Material und Personal) in Echtzeit entlang der Wertschöpfungskette i. V. m. der Kontrolle, der Steuerung und der Dokumentation durch Einsatz der RFID-Technik untersuchen zu können, war es wichtig, sich mit dem technisch Machbaren auseinander zu setzen. Somit wurde eine intensive Recherche bzgl. der Grenzen der RFID-Technik und der speziellen Anforderungen der rauen Bedingungen auf einer Baustelle durchgeführt, ein Überblick über den Stand der RFID-Anwendungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft (national und international) erstellt und Übertragungspotenzial untersucht. Auf der Grundlage der festgelegten Definition zur Material- und Personallogistik sowie der verschiedenen Recherchen konnten die Demonstratoren ausgewählt werden. Hierbei ist zu erwähnen, dass innerhalb der RFID-Technik jeder Frequenzbereich sowie aktive und passive Systeme für einen Teil der potenziellen Anwendungen geeignet ist. Daher wird es nicht dazu kommen, dass irgendwann eine einzige RFID-Technik für alle RFID-Anwendungen genutzt werden kann.

Allerdings können auf der Ebene des Informationsflusses technisch unterschiedliche RFID-Systeme (sowie weitere Auto-ID-Systeme) miteinander kombiniert werden, z. B. indem ein einheitliches und standardisiertes (sowie zu anderen Auto-ID-Bereichen kompatibles) Nummernsystem, wie z. B. der EPC und das „Data-on-Network“-Prinzip, verwendet wird. Von GS1/EPCglobal wird derzeit daher neben der Standardisierung der Technik im HF- und UHF-Bereich insbesondere die des Nummernsystems EPC sowie die des Datenaustauschs bzw. der Schnittstellen im Informationsfluss vorangetrieben (vgl. das EPCglobal-Konzept zum „Internet der Dinge“).

Entwicklung des Modells „InWeMo“

Parallel zu den unterschiedlichen Recherchen entwickelte das LuF B&B das Modell „InWeMo“. Das „InWeMo“ basiert auf den Überlegungen des Netzwerkkonzeptes von EPCglobal. Das EPCglobal-Netzwerk wurde für andere Branchen entwickelt und befindet sich in einem weit fortgeschrittenen Entwicklungsstand. Nach reiflicher Prüfung dieses Netzwerks durch das LuF B&B kam dieses zu der Über-

zeugung, dass das Netzwerk durchaus Übertragungspotenzial auf die Bauwirtschaft bietet, was auch durch Projekte im Ausland bestätigt wird.



(Quelle: http://www.gs1-germany.de/internet/common/daten/epcglobal/files/mip/internet_der_dinge.pdf)

Bild 4: Übertragung des „Internets der Dinge“ / EPCglobal-Konzepts auf die Bauwirtschaft Applikationen (schematische Darstellung, besser lesbare Darstellung im Forschungsbericht)

Im Rahmen des Berichtes wurde das Modell „InWeMo“ anhand eines Beispiels aus der Bauwirtschaft an der Schnittstelle Zulieferer/Baustelle erläutert, und seine Umsetzung wurde im Rahmen von Praxistests erfolgreich demonstriert. Das Ergebnis zeigt, dass das Modell „InWeMo“ den geforderten Informationsaustausch in Echtzeit zwischen allen am Bau Beteiligten gewährleisten kann. Der Vorteil des Modells ist, dass es nicht nur informationsseitig die RFID-Technik vereinheitlicht, sondern dass sich aufgrund des „Data-on-Network“-Prinzips auch andere Auto-ID-Techniken integrieren lassen. Die Voraussetzung ist der Einsatz einheitlicher Standards. Sobald einheitliche Standards eingesetzt werden, können auch verschiedenste Applikationen der am Bau Beteiligten, welche mittels einer Auto-ID-Technik erzeugte/erfasste Daten nutzen, im „InWeMo“ integriert werden, so u. a. die weiteren Projekte der ARGE RFIDimBau-Partner, selbst wenn für Teilbereiche eine „Data-on-Tag“-Datenvorhaltung erfolgt.

Demonstratoren

Um das Modell „InWeMo“ in der Anwendung, d. h. in Form eines internetbasierten zentralen Informationsaustauschs bzgl. Eigenschafts- und Ereignisdaten zwischen allen am Bau Beteiligten zeigen zu können, wurde ein internetbasierter Kerndemonstrator (Demonstrator Nr. 1) in Form des „RFID-Bauservers“ i. V. m. verschiedenen Demonstratoren aus der Material- und Personallogistik aufgesetzt. Die Objektein- und -ausgangserfassung (Material und Personal) in Echtzeit entlang der Wertschöpfungskette i. V. m. der Kontrolle, der Steuerung und der Dokumentation durch Einsatz der RFID-Technik wurde durch die Demonstratoren Nr. 2, Nr. 3 und Nr. 4 umgesetzt (siehe nachfolgende Abbildung).

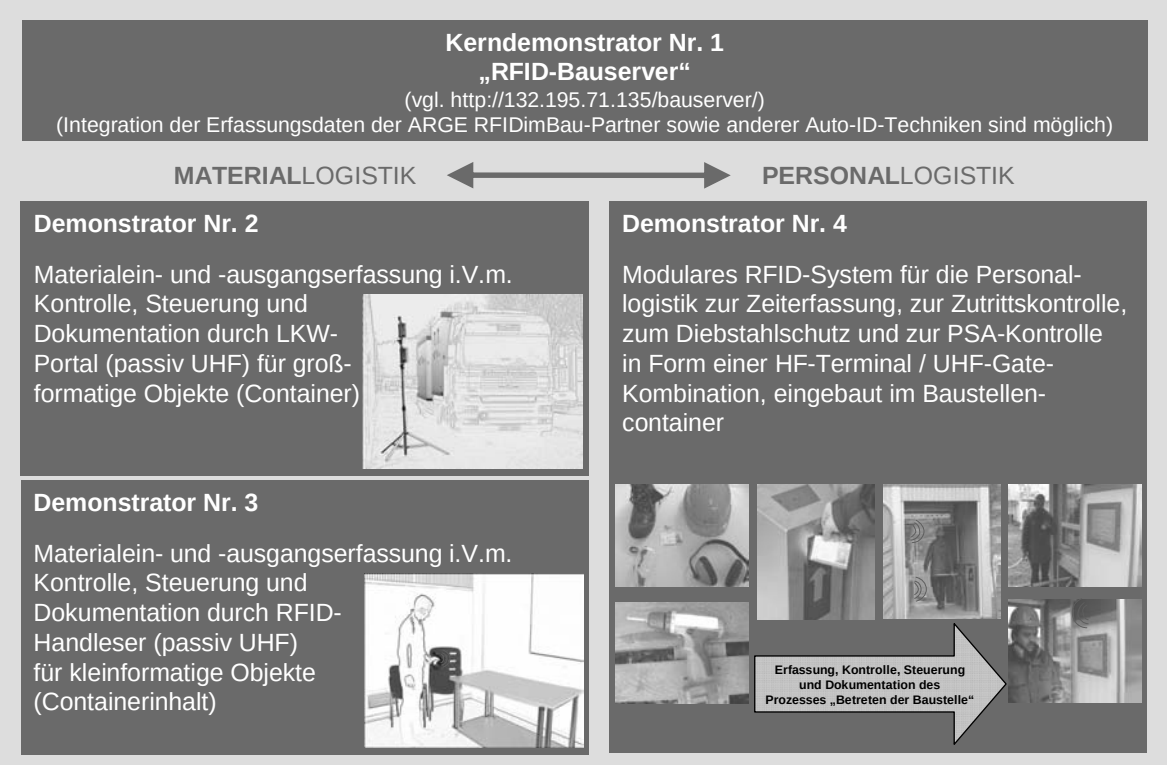


Bild 5: Übersicht der im Forschungsprojekt ausgewählten Demonstratoren

Die Demonstration des „InWeMo“, umgesetzt im „RFID-Bauserver“ (Demonstrator Nr. 1), erfolgte zunächst mit dem Demonstrator Nr. 2 erfolgreich zwischen einer Baustelle und dem Bauhof der Alho Systembau GmbH. Über den „RFID-Bauserver“ können die Beteiligten die Informationen bzgl. des Wareneinund -ausgangs der Baustellencontainer erhalten.

Die Ergebnisse aus den Tests mit dem Demonstrator Nr. 2 zeigen, dass eine Materialein- und -ausgangserfassung i. V. m. einer Kontrolle, Steuerung und Dokumentation durch ein LKW-Portal mit der passiven UHF-Technik bei Containern funktioniert. Die Ergebnisse lassen sich, nach Einschätzung des LuF B&B, auf großformatige Objekte übertragen. Eine Aussage bzgl. der Auswahl geeigneter Technik sowie zum Aufbau eines RFID-LKW-Portals ist allerdings nicht pauschal möglich. Es bedarf hier einer Vielzahl an weiteren Untersuchungen, da jedes großformatige Objekt an sich betrachtet werden muss. Dies bedeutet jedoch zugleich, dass ein universelles RFID-Portal unter Nutzung der passiven UHF-Technik für Baustellen, an denen die Ladungen der unterschiedlichsten LKW erfasst werden, nicht realisierbar ist.

Anhand des Demonstrators Nr. 3 konnte gezeigt werden, dass eine Materialein- und -ausgangserfassung i. V. m. einer Kontrolle, Steuerung und Dokumentation durch einen Handleser mit der passiven UHF-Technik bei einer Inventarerfassung im Container funktioniert. Die für den Handleser programmierte Software ermöglicht es, Ereignisdaten im EPC IS für das „InWeMo“ bzw. den „RFID-Bauserver“ zur Verfügung zu stellen und die Informationen bezüglich des Warenein- und -ausgangs allen Beteiligten zur Verfügung zu stellen. Die Software erlaubt nicht nur einen Soll/Ist-Abgleich des Warenein- und -ausgangs von Inventar, sondern sie ist auf die Warenein- und -ausgangskontrolle einer Vielzahl von klein- und großformatigen Objekten übertragbar und wird daher voraussichtlich während weiterer Forschungsaktivitäten genutzt. Wichtig ist allerdings auch hier zu erwähnen, dass bei der Kennzeichnung aller zu erfassenden Objekte u. a. untersucht werden muss, an welcher Stelle der Transponder anzuordnen ist.

Die Ergebnisse des Demonstrators Nr. 4 (Personallogistik) zeigen, dass eine Kopplung der Zutrittskontrolle und Zeiterfassung in Form eines externen, bestehenden RFID-basierten Systems der Streif Baulogistik GmbH im LF-Frequenzbereich mit einem UHF-Portal zur Erfassung der persönlichen Schutzausrüstung (PSA-Portal, vgl. Forschungsprojekt „RFID-Sicherheitstechnik“ des LuF B&B) erfolgreich durchgeführt werden konnte. Da das Platzangebot im Container nicht ausreichend war, konnte eine Vereinzelung jedoch nicht erfolgreich gewährleistet werden. Auch bei extremer Eingrenzung des RFID-Lesefelds wurde tlw. infolge von nicht beherrschbaren Reflexionen zusätzliche PSA erfasst (z. B.

von den Personen, die bereits durch das Portal gegangen waren, sich allerdings noch nicht weit genug entfernt hatten). Aus diesem Grund wurde im Rahmen des folgenden Projektes „RFID-Baulogistikleitstand“ die PSA „personalisiert“, so dass die Problematik der Vereinzelung „umgangen“ werden kann. Zudem wird es so auch möglich, zugleich etwaige seriennummernbezogene Daten in die Prüfung einzubeziehen, z. B. das Alter eines Helms oder die letzte Prüfung einer Absturzsicherung etc.

Eine Anbindung des modularen Konzeptes der Personallogistik an das „InWeMo“ ist technisch vorstellbar. Aufgrund datenschutzrechtlicher Fragestellungen bzgl. der Weitergabe von personenbezogenen Daten an Dritte bedarf es an dieser Stelle allerdings noch weiterer Forschung, insbesondere auch im Bereich der bereits bestehenden Sicherheitsmechanismen im für den Güterbereich angelegten EPC-gobal-Konzept.

3.1.4 Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das LuF B&B z. B. eine RFID-basierte Erfassung (Ist) i. V. m. der Kontrolle (Soll/Ist-Abgleich) und der Dokumentation (Ist) von Objektein- bzw. -ausgangsströmen an den Werksein- und -ausfahrten sowie auf der Baustelle entlang der Wertschöpfungskette eines Objektes als machbar und sinnvoll ansieht. Hierbei kann die RFID-Technik u. a. zur zeitnahen Steuerung logistischer Prozesse (mod. Soll) genutzt werden. Es besteht jedoch noch Forschungsbedarf z. B. zur Integration der RFID-basierten Erfassung in bestehende Prozesse sowie zur Änderung der rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen.

Für den Einsatz auf Baustellen erscheinen zur Unterstützung von Prozessen in der Personallogistik primär stationäre Leser (insbesondere Terminal- und Gatelösungen), in der Materiallogistik eher mobile Handlesegeräte geeignet. In der Materiallogistik sind Gatelösungen eher bei den Herstellern oder Zulieferern, welche häufig einheitliche logistische Ladungseinheiten transportieren, geeignet. Eine Lösung für die Schnittstelle Baustelle/Außenwelt wird im Folgeprojekt „RFID Baulogistikleitstand“ erarbeitet und aufgebaut.

Dabei wird auch das Thema Taggen von Mehrwegtransportbehältern bzw. Versandeinheiten und LKW bzw. Fahrzeugen genauer betrachtet, da ein Tagging auf Item-Ebene oft nicht sinnvoll bzw. auch nicht möglich sein wird.

3.2 Das Forschungsprojekt „RFID-Baulogistikleitstand“

3.2.1 Ziel

Das Ziel des Forschungsvorhabens „RFID-Baulogistikleitstand“ ist die Entwicklung eines Konzeptes für einen Baulogistikleitstand sowie deren Demonstration. Entlang der Wertschöpfungskette Bau, insbesondere an der Schnittstelle Baustelle/Außenwelt, sollen verschiedene, auch unabhängig voneinander fungierende, modular aufgebaute Applikationen zur Unterstützung baulogistischer Prozesse in einem Leitstand vereint werden. Der „RFID-Baulogistikleitstand“ kann als Instrument eines durch einen Datenverantwortlichen überwachten Dokumentationsmanagementsystems für das Geschehen an der Schnittstelle Baustelle/Außenwelt verstanden werden. Dieses System dient der Dokumentation einer Vielzahl vorgelagerter Erfassungs-, Kontroll- und Steuerungsprozesse.

Bild 6: Schnittstelle Baustelle/Außenwelt (Modell)

Folgende Praxispartner unterstützen das Projekt „RFID-Baulogistikleitstand“:

3.2.2 Durchführung des Forschungsprojektes

Im Folgenden werden die zur Erfüllung des Ziels wesentlichen Schritte sowie die wichtigsten Ergebnisse des Forschungsprojektes zusammengefasst und es wird ein Fazit gegeben.

Bei der Durchführung des Forschungsprojektes wurde wie folgt vorgegangen. Als Basis für die Konzeptentwicklung und Demonstration des „RFID-Baulogistikleitstands“ mussten im Vorfeld diverse Recherchen, Analysen und Workshops durchgeführt werden:

- Prozessanalysen und Workshops zum Thema „Nutzenpotenziale zum Einsatz der RFID-Technik in der Baulogistik entlang der Wertschöpfungskette Bau“

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Analysen und Workshops wurden die folgenden Auto-ID-unterstützten Applikationen und Konzepte zur Optimierung personal- und materiallogistischer Prozesse entwickelt. Insbesondere für die Schnittstelle Baustelle/Außenwelt wurden Konzepte und Applikationen inklusive Stammdatenbanken und Dokumentenmanagementsystemen zur Demonstration im „RFID-Baulogistikleitstand“ umgesetzt. Neben der RFID-Technik wurden für ausgewählte Applikationen auch andere Auto-ID-Techniken wie z. B. die Barcode-Technik oder die Fingeprint-Technik eingesetzt, da das LuF B&B diese hier für sinnvoller und für kurzfristig praxisnah umsetzbar hält.

- Konzepte und Entwicklungen übergeordneter Applikationen
    - Konzept für einen standardisierten Baustellenausweis
    - Konzept für den Einsatz eines Datenverantwortlichen
    - Entwicklung eines Bauprojekt-(Stammdaten)-Servers

  - Entwicklung eines Digitalen Erweiterten Bautagebuchs zur Dokumentation der mittels Auto-ID-Technik erfassten personal- und materiallogistischen Prozesse

- Entwicklung der Applikationen für die Personallogistik
  - Betreten des „Baulogistikleitstands“: Anbinden von Schließanlagen
  - kombinierte Zutrittskontrolle, Zeiterfassung und Kontrolle der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) beim Betreten der Baustelle
  - Bauproduktionsmittelregistrierung
  - Einbindung von Baustationen
- Entwicklung der Applikationen für die Materiallogistik
  - Baustellen-(Avisierungs)-Portal zur Online-Transportanmeldung mit Liefer-ID-Erzeugung
  - Zufahrtskontrolle über Liefer-ID auf Lieferschein
  - Wareneingangskontrolle über Lieferschein und Pulkerfassung mittels eines Handlesers inklusive zugehöriger Soll-Lieferlistenübermittlung

3.2.3 Konzepte und Entwicklungen übergeordneter Applikationen

Für den „RFID-Baulogistikleitstand“ wurden an einer stationären Einrichtung, einem modifizierten Baustellencontainer, verschiedene Auto-ID-unterstützte, modular zusammengefügte Applikationen zur Unterstützung personal- und materiallogistischer Prozesse vereint. Neben den einzelnen Applikationen ist ein Datenverantwortlicher vorgesehen, welcher neben der Einweisung von Personen, der Erstellung von Mitarbeiter-Ausweisen, dem Eingreifen bei technischem Versagen der Applikationen auch die Überwachung des Dokumentenmanagements für das Geschehen an der Schnittstelle Baustelle/Außenwelt übernimmt.

Konzept für standardisierten Baustellenausweis

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde ein Konzept für einen standardisierten Baustellenausweis entwickelt. Der standardisierte Baustellenausweis beinhaltet verschiedene Auto-ID-Techniken (Barcode, RFID, Fingerprint) zur Bedienung personallogistischer Applikationen, ein Lichtbild, die Unterschrift und einen PIN,

die Ausweis-Nr. in Klarschrift und als Barcode sowie eine qualifizierte digitale Signatur. Es handelt sich bei diesem Ausweis um einen personengebunden Ausweis, der ähnlich wie ein Sozialversicherungsausweis von einer lizensierten Stelle einmalig erstellt wird und je Baustelle in den Stammdatenbanken (hier: Bauprojekt-(Stammdaten-)Server) registriert wird. Somit befinden sich auf dem Ausweis zusätzlich die Aussteller-Lizenz-Nr. in Klarschrift und das Ausstellungsdatum in Klarschrift. Ggf. können über „Aufkleber"/„Marken" Arbeitgeber- und/oder Baustelleninformationen temporär ergänzt werden. Die folgende Abbildung zeigt die Vorderseite des aktuellen Stands des standardisierten Baustellenausweises.

Bild 7: Standardisierter Baustellenausweis (Vorderseite)

Konzept für den Einsatz eines Datenverantwortlichen

Der Datenverantwortliche hat die Aufgabe, die die Baustelle betretenden Personen einzuweisen, Mitarbeiter-Ausweise zu registrieren, PSA zu registrieren, bei technischem Versagen der Applikationen manuell einzugreifen und die Kontrolle des (teil-)automatisierten Dokumentenmanagements für das Geschehen an der Schnittstelle Baustelle/Außenwelt zu übernehmen.

Bild 8: Arbeitsplatz des Datenverantwortlichen (links: Modell / rechts: Real)

Entwicklung eines Bauprojekt-(Stammdaten-)Servers

Die Einführung und Pflege von Stammdaten ist Grundvoraussetzung für die Überprüfung von Datensätzen. Stammdaten sind Daten, die über einen längeren Zeitraum unverändert bleiben. Sie enthalten Informationen, die in gleicher Weise immer wieder benötigt werden. Diese Referenzinformationen sind für die Erkennung von Personen und Gegenständen notwendig und müssen für den Abgleich mit den am Erfassungsort eingelesenen Daten, z. B. am „Baulogistikleitstand“, zur Verfügung stehen. Hiermit können z. B. im Bereich der Personallogistik Zugangsberechtigungen erteilt werden, oder im Bereich der Materiallogistik wird ein direkter Abgleich zwischen bestellter und gelieferter Ware möglich. Es ergeben sich Stammdaten für die die Baustelle betretenden Personen und zugehörigen Firmen, für anzuliefernde Materialien und Baustoffe bzw. -teile und für die auf der Baustelle befindlichen Bauproduktionsmittel. Ferner sind Projektstammdaten anzulegen und die Erfassungseinheiten zu administrieren. Das Anlegen von Stammdatenbanken mit entsprechenden Eintragungen findet während der Ausführungsvorbereitung statt und die Datenbank kann fortlaufend durch autorisierte Personen, hier den Datenverantwortlichen, ergänzt, gepflegt und gewartet werden.

Im Rahmen des Projektes wurde ein Internet-basierter Bauprojekt-(Stammdaten-) Server entwickelt, in welchem die für die Applikationen notwendigen Stammdaten hinterlegt wurden.

Bild 9: Bauprojekt-(Stammdaten-)Server (Screenshots „Hauptseite“ und „Profil Baustellenausweis hinzufügen“)

Entwicklung eines Digitalen Erweiterten Bautagebuchs zur Dokumentation der mittels Auto-ID-Technik erfassten personal- und materiallogistischen Prozesse

Insbesondere zur Konfliktvermeidung zwischen den am Bau Beteiligten wird das Dokumentieren des Baugeschehens während der Erstellung eines Bauwerks immer wichtiger. Das im Rahmen des Projektes „RFID-Baulogistikleitstand“ entwickelte Digitale Erweiterte Bautagebuch dient dazu, das Erfassen, Kontrollieren und Steuern material- und personallogistischer Prozesse zu dokumentieren und auf verschiedenen Ebenen den am Bau Beteiligten, je nach Berechtigungsprofil, zur Verfügung zu stellen.

Bild 10: Digitales Erweitertes Bautagebuch (Screenshots der „Hauptseite“ und „Anwesendes Personal“)

3.2.4 Entwicklung der Applikationen für die Personallogistik

Betreten des „Baulogistikleitstands“: Anbinden von Schließanlagen

Die verschiedenen Türen innerhalb des „Baulogistikleitstands“ werden aus Sicherheitsaspekten mit RFID-Lesegeräten ausgestattet, so dass Lieferanten, Baustellenmitarbeiter, Besucher, der Datenverantwortliche etc. je nach Benutzerprofil den Zugang zu den entsprechenden Bereichen innerhalb der „Baulogistikleitstand“-Anlage erhalten können. Beim Betreten der entsprechenden Zonen registriert sich die entsprechende Person mittels ihres standardisierten Baustellenausweises und erhält bei positiver Kontrolle Zutritt zu den entsprechenden Bereichen.

Bild 11: Betreten des „Baulogistikleitstands“ (links: Modell / rechts: Real)

Für die Applikation des Betretens des „Baulogistikleitstands“ ist der Baustellenausweis das informationstragende Element.

Zur Steuerung der Applikation werden im Bauprojekt-(Stammdaten-)Server vorab folgende Stammdaten hinterlegt: Liste der Personen-ID mit jeweiligem Berechtigungsprofil / ggf. PIN.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten: Personen-ID/Tür-ID/Zutritt gewährt bzw. nicht gewährt/Datum und Zeitstempel des Betretens bzw. Verlassens.

Kombinierte Zutrittskontrolle, Zeiterfassung und Kontrolle der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) beim Betreten der Baustelle

Argumente für eine Zutrittskontrolle

Eine Aufgabe der Personallogistik auf Baustellen ist die Zutrittskontrolle. Auf Großbaustellen können mehrere hundert Arbeiter gleichzeitig tätig sein. Häufig kommt es vor, dass die Arbeiter nicht nur einem Unternehmen angehören, sondern als Nachunternehmer Auftragsarbeiten für den Hauptunternehmer durchführen. Zudem passieren auf manchen Baustellen zahlreiche Besucher täglich den Baustellenzugang. Unbefugten Personen sollte der Zutritt zu Baustellen z. B. aus Sicherheitsgründen und aus Gründen des Diebstahlschutzes sowie zur Verhinderung von Schwarzarbeit verwehrt werden. Um das zu gewährleisten, werden Baustellen häufig eingefriedet, z. B. mit einem Bauzaun. Ob der Zutritt zur Baustelle zusätzlich von Pförtnern oder einem Sicherheitsdienst überwacht wird, hängt von

der Baustelle und dem ausführenden Bauunternehmen bzw. Bauherrn ab. Auf Großbaustellen werden oft manuell zu kontrollierende Ausweise für die Arbeiter und Besucher ausgegeben, die am Eingang zur Baustelle überprüft werden. Dies ist personal- und zeitintensiv sowie fehleranfällig, da die Ausweise oft nur kurz im Vorbeigehen vorgezeigt werden.

Gründe für eine Anwesenheitszeiterfassung

Ein weiterer zentraler Punkt der Personallogistik ist die Erfassung der Arbeits- bzw. Anwesenheitszeiten der Mitarbeiter. Die Zeiterfassung wird aus mehreren Gründen durchgeführt, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Gründe für eine PSA-Kontrolle

Auf einer Baustelle spielt Sicherheit eine große Rolle. Neben dem Bauherrn bzw. seinem Vertreter (z. B. SiGeKo) sind u. a. die Bauleiter der ausführenden Unternehmen für die Sicherheit der anwesenden Personen verantwortlich. Die Persönliche Schutzausrüstung (PSA) soll helfen, Arbeitsunfälle zu verhindern bzw. gesundheitliche Folgen möglichst gering zu halten. Heute wird das Verwenden der PSA allein durch visuelle Kontrolle der Bauleiter bzw. der Vorgesetzten der Arbeiter sichergestellt bzw. sollte sichergestellt werden. Allzu oft wird aber in der Routine des Alltags die PSA vernachlässigt, sobald die Vorgesetzten außer Sichtweite sind. Dass Vorgesetzte selbst hier nachlässig sind anstatt als gutes Beispiel voran zu gehen, soll nicht behauptet werden.

Ansatz zum Einsatz eines Baustellenausweises

Mittels eines standardisierten Baustellenausweises, welcher ein Fingerprint-System beinhaltet, kann zunächst die Manipulierbarkeit der Zutrittskontrolle und auch der Zeiterfassung durch Ausweisweitergabe verhindert werden, da alle die Baustelle betretenden Personen ihren Fingerabdruck auf dem standardisierten Baustellenausweis gespeichert haben. (Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Fingerabdruck nur auf dem Ausweis und nicht im Bauprojekt-(Stammdaten-) Server gespeichert.) Eine Kontrolle, ob die zum Ausweis zugehörige Person auch vor Ort ist, ist nun möglich. Der Prozess „Betreten der Baustelle“ gestaltet sich nun wie folgt: Im ersten Schritt wird beim Durchschreiten des PSA-Kontrollportals au-

tomatisiert die personenbezogene PSA über die RFID-Technik abgefragt. Im nächsten Schritt wird die Person dazu aufgefordert, sich mittels Vorhalten des Baustellenausweises vor ein RFID-Terminal anzumelden und eine Authentifizierung durch Auflegen des Fingers auf einen Fingerprintleser durchzuführen. Gleichzeitig wird das Profil der erfassten PSA kontrolliert. Bei positiver Kontrolle des Baustellenausweises, des Fingerprints und der PSA öffnet sich das Drehkreuz und der Zugang zur Baustelle wird gewährt. Bei Bedarf wird nun auch die Zeit des „Kommens“ automatisiert registriert. Der Prozess des Verlassens der Baustelle funktioniert entsprechend, jedoch i. d. R. ohne PSA-Abfrage.

Bei negativer Kontrolle wird zum einen die Person über einen Touchscreen und zum anderen der Datenverantwortliche informiert.

Bild 12: Zutrittskontrolle, Zeiterfassung, PSA-Kontrolle (links: Konzept / Mitte: Modell/ rechts: Real)

Für die Applikation der Zutrittskontrolle, der Zeiterfassung und der PSA-Kontrolle sind der Baustellenausweis und die PSA als die informationstragenden Elemente zu bezeichnen.

Zur Durchführung der Applikationen werden im Bauprojekt-(Stammdaten)-Server vorab folgende Stammdaten hinterlegt: Liste der Personen-ID mit jeweiligem Berechtigungsprofil/PSA-ID je Zutrittsanlage.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten: Personen-ID/Zutrittsanlagen-ID/Zutritt gewährt bzw. nicht gewährt/Datum und Zeitstempel des „Kommens“ bzw. „Gehens“/PSA vollständig bzw. nicht vollständig/Hinweispflicht bzgl. des Tragens der PSA erfüllt.

Bauproduktionsmittelregistrierung

Auf Baustellen wird eine große Anzahl teurer Bauproduktionsmittel eingesetzt und von vielen verschiedenen Personen genutzt. Dies führt sowohl für Mitarbeiter des Unternehmens als auch für Dritte zu der Versuchung, Bauproduktionsmittel unbemerkt von der Baustelle zu entwenden. Das Nutzen einer Maschine durch mehrere Personen fördert zudem nicht den sorgsamen Umgang, da für Schäden und Verschleiß niemand verantwortlich gemacht werden kann.

Eine Sicherung der Gegenstände wie sie z. B. aus dem Handel bekannt ist, ist auf Baustellen im Allgemeinen nicht anzufinden. Auch können mit passiver RFID-Technik sichere Diebstahlschutzportale nicht aufgebaut werden. Zudem fehlt es i. d. R. an eindeutigen Identifizierungsmöglichkeiten und insbesondere an Eigentümerdatenbanken, um nachträglich Diebstahl nachweisen zu können. Allerdings werden aus diesen Gründen auf Großbaustellen immer häufiger Bestandslisten von Bauproduktionsmitteln manuell geführt.

Das Führen dieser Bestandslisten kann durch Einsatz von Auto-ID-Techniken (teil-)automatisiert und somit vereinfacht werden. Hierfür werden Bauproduktionsmittel, wie Baumaschinen, Bauwerkzeuge, Baugeräte und Bauanlagen mit RFID-Transpondern oder Barcodes gekennzeichnet.

Für eine Verbuchung der Bauproduktionsmittel wird zur Identifikation des Mitarbeiters zunächst der standardisierte Baustellenausweis ebenfalls per RFID- oder Barcodeleser und im Anschluss das zuzuordnende Bauproduktionsmittel wiederum mit RFID- oder Barcodeleser erfasst. Falls das Bauproduktionsmittel dem System noch nicht bekannt ist, erscheint ein Hinweisfeld und das Bauproduktionsmittel kann einem entsprechenden Artikel im Artikelkatalog zugeordnet werden. Die Verbuchung kann entweder stationär oder mobil durchgeführt werden. Für einzelne Kleingeräte bietet sich voraussichtlich eine stationäre Lösung und für Großgeräte sowie ganze Wagenladungen von Kleingeräten eine mobile Lösung an.

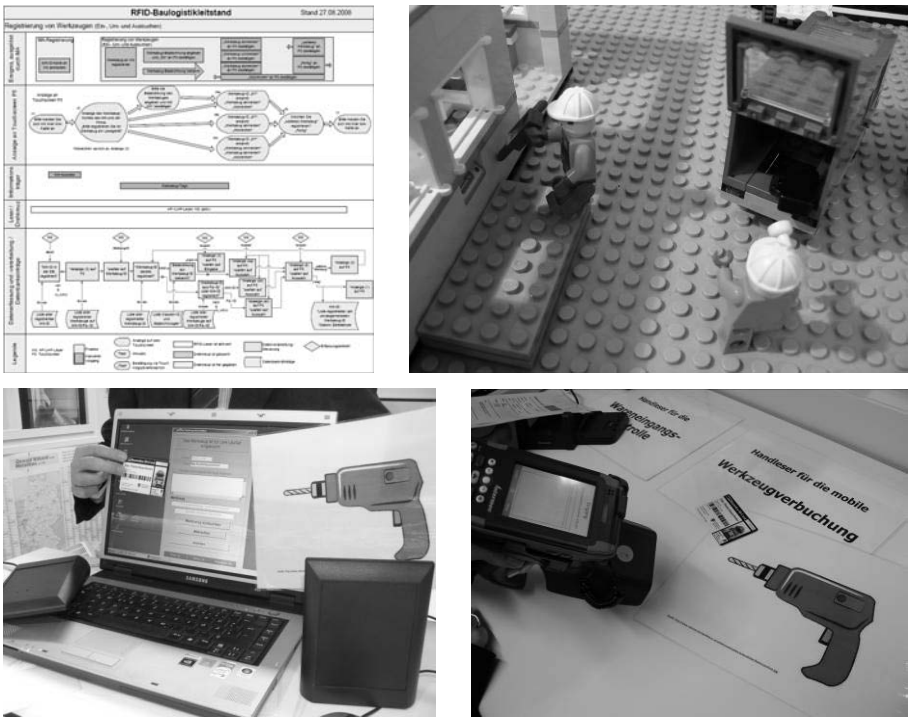


Bild 13: Bauproduktionsmittelregistrierung (oben links: Konzept / oben rechts: Modell / unten links: Real stationär / unten rechts: Real mobil)

Für die Applikation der Bauproduktionsmittelverbuchung sind der Baustellenausweis und die Bauproduktionsmittel als die informationstragenden Elemente zu bezeichnen.

Zur Durchführung der Applikationen werden im Bauprojekt-(Stammdaten)-Server vorab folgende Stammdaten hinterlegt: Liste der Mitarbeiter-ID mit jeweiligem Berechtigungsprofil/Liste der Bauproduktionsmittel/Liste des Artikelkatalogs an Bauproduktionsmitteln.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten: Mitarbeiter-ID/Bauproduktionsmittel-ID/Artikelbezeichnung/Datum und Zeitstempel der An- bzw. Abmeldung der Bauproduktionsmittel.

Einbindung von Baustationen

Als Beispiel für bereits auf Baustellen eingesetzte Baustationen ist die Miet- oder Baustation der Fa. Gradwohl GmbH zu nennen. Die Baustationen „werden mit Verbrauchsmaterialien sowie Mietgeräten bestückt und dienen der Versorgung der

vor Ort befindlichen Bauunternehmen … “ *(Gradwohl 2008)* sowie deren Nachunternehmer. Vorteil ist, dass ein „sehr hoher Zeit- und damit verbundener finanzieller Aufwand für das jeweilige ausführende Unternehmen gespart werden. Bisher musste der betreffende Mitarbeiter sein Mietgerät oder Verbrauchsmaterial bei einem externen Unternehmen organisieren und verlor auf diesem Wege … wertvolle Zeit.“ *(Gradwohl 2008).*

Im Rahmen des Forschungsprojektes „RFID-Baulogistikleitstand“ wurde die bestehende Baustation der Fa. Gradwohl GmbH integriert, indem die Bedienung dieser Baustation, d. h. das Bestücken durch den Lieferanten und die Materialentnahme durch die Mitarbeiter, ebenfalls mittels des standardisierten Baustellenausweises erfolgen kann. Hierzu erfolgte eine Umrüstung des RFID-Lesesystems und es wurde ein Konzept zur Vernetzung mit dem DEBt erstellt.

Bild 14: Integration der Gradwohl-Baustation (links: Konzept / mitte: Modell / rechts: Real)

Für die Applikation der Einbindung von Baustationen ist der Baustellenausweis das informationstragende Element.

Zur Durchführung der Applikationen werden im Bauprojekt-(Stammdaten-)Server vorab u. a. folgende Stammdaten hinterlegt: Personen-ID mit jeweiligem Berechtigungsprofil.

In der Baustation wurden folgende Stammdaten hinterlegt: Personen-ID/Liste der Fachnummern/Liste der Artikel, mit der die Baustation bestückt wird/Zahlungsinformationen.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten:

Für Lieferanten zur Bestückung der Baustation: Lieferanten-ID/Fach-ID/Datum und Zeitstempel der Bestückung.

Für Mitarbeiter zur Entnahme von Material aus der Baustation: Mitarbeiter-ID/ Fach-ID/Datum und Zeitstempel der Entnahme.

3.2.5 Entwicklung der Applikationen für die Materiallogistik

Baustellen-(Avisierungs-)Portal zur Online-Transportanmeldung mit Liefer-ID-Erzeugung

Die Organisation der Vielzahl der während der Erstellung eines Bauvorhabens auftretenden Transporte stellt große Herausforderungen an die Baulogistiker. Insbesondere bei innerstädtischen Großbaustellen mit nur wenigen Pufferzonen spielt eine Koordination der Transporte eine bedeutende Rolle. Häufig werden die Transporte per Telefon von den Baustellen bei den Lieferanten angemeldet. Falls mehrere Bauleiter/Poliere für ihre jeweiligen Bauabschnitte Transporte gleichzeitig bestellen, kann es zu Überbuchungen der Zufahrten zur Baustelle, der Entladezonen, der Pufferzonen etc. kommen. Die Folge sind Rückstaus und somit Chaos rund um innerstädtische Baustellen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll mittels eines internetbasierten Baustellen-(Avisierungs-)Portals sichergestellt werden, dass Transporte koordiniert über eine zentrale Plattform gebucht werden. Erste Ansätze bzgl. einer solchen Plattform bestehen bereits seitens der bauserve GmbH und seitens der Streif Baulogistik GmbH. Durch Einloggen auf einer Internetplattform kann die zu beliefernde Baustelle ausgewählt werden und die Bestellung wird beim entsprechenden Lieferanten inklusive der Vorgabe eines Ankunft-Zeitfensters aufgegeben. Nach Abschluss des Bestellvorgangs wird eine E-Mail erzeugt und der entsprechende Lieferant wird über die vorliegende Bestellung informiert. Bei Ablehnung der Bestellung wird wiederum die Baustelle per E-Mail informiert oder es lässt sich ggf. nicht vermeiden, hier ein Telefongespräch zur ersten Terminabstimmung durchzuführen. Bei der Annahme der Bestellung wird der Lieferant dazu aufgefordert, die Bestellung zu detaillieren und die Anzahl der für diese Bestellung benötigten Fahrzeuge anzugeben. An diesem Punkt setzt die Optimierung durch Einsatz einer Auto-ID-Technik ein. Je Fahrzeug wird von der Internet-Plattform eine sog. Liefer-ID, in Klarschrift und umgewandelt in einen Barcode auf einem Zugangsschein,

erzeugt. Nach Abschluss der Bestätigung der Bestellung wird die Baustelle informiert und erhält die zu dem vorgegebenen Zeitfenster angemeldeten Liefer-IDs.

Bild 15: Baustellen-(Avisierungs-)Portal zur Online-Transportanmeldung mit Liefer-ID-Erzeugung (links: Konzept / Mitte: Modell / rechts: Real)

Bild 16: Baustellen-(Avisierungs-)Portal zur Online-Transportanmeldung mit Liefer-ID-Erzeugung (Screenshots „Hauptseite“ und „Zugangsschein“)

Für die Applikation zur Online-Transportanmeldung mit Liefer-ID-Erzeugung mittels eines Baustellen-(Avisierungs-)Portals ist der Zugangsschein je Fahrzeug das informationstragende Element, da dieser die Liefer-ID in Barcodeform beinhaltet.
Zur Durchführung der Applikationen werden im Bauprojekt-(Stammdaten-)Server vorab folgende Stammdaten hinterlegt: Liste der Personen-ID/Berechtigungsprofil/Liste der vertraglich gebundenen Lieferanten/Liste der Bestellnummern je Bestellvorgang.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten: Mitarbeiter-ID des Bestellenden/Mitarbeiter-ID des Lieferanten/Datum und Zeitstempel für die Zufahrtskontrolle/Liefer-ID je zugehörigem Zeitfenster.

Zufahrtskontrolle über Liefer-ID auf Lieferschein

Bei der Zufahrtskontrolle werden die die Baustelle erreichenden Fahrzeuge mittels der auf den Zufahrtsschein gedruckten Liefer-ID in Form eines Barcodes auf deren Zufahrtsberechtigung für das angemeldete Zeitfenster kontrolliert. Die Kontrolle kann sowohl bei der Zufahrt als auch bei der Ausfahrt durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Kontrolle wird ein Ampelsignal auf „grün“ geschaltet oder die Schranke öffnet sich.

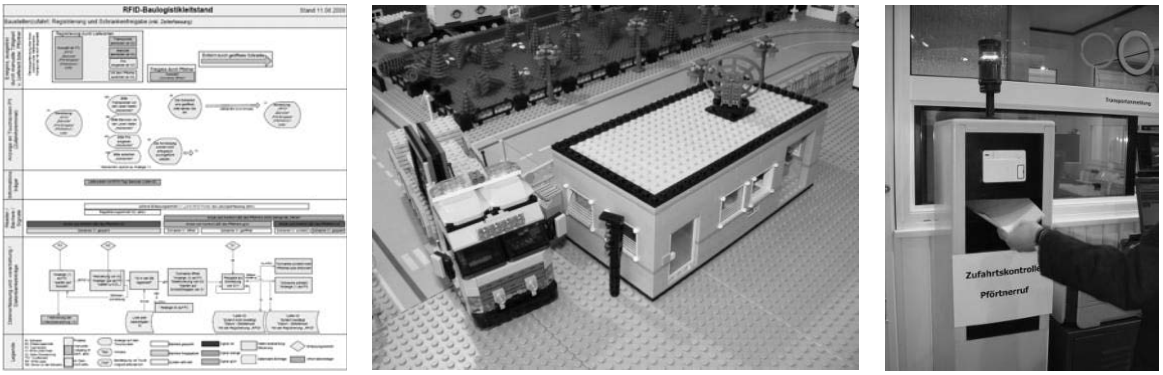


Bild 17: Zufahrtskontrolle durch Barcode-basierte Liefer-ID (links: Konzept / Mitte: Modell / rechts: Real)

Für die Applikation „Zufahrtskontrolle über Liefer-ID auf Zugangsschein“ ist dieser je Fahrzeug das informationstragende Element.

Zur Durchführung der Applikationen werden im Bauprojekt-(Stammdaten-)Server vorab folgende Stammdaten hinterlegt: Liefer-ID/Datum/Zeitfenster.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten: Baustellen-ID/MA-ID des Bestellenden/MA-ID des Lieferanten/Liefer-ID/Zufahrt gewährt bzw. Zufahrt nicht gewährt/Datum und Zeitstempel der Zu- bzw. Ausfahrt/zugehörige Daten des Lieferavis.

Wareneingangskontrolle über Lieferschein und Pulkerfassung mittels eines Handlesers inklusive zugehöriger Soll-Lieferlistenübermittlung

Bei der Warenein- und Warenausgangskontrolle kann eine Vielzahl an Problemen auftreten. Schwierig ist die Durchführung des Soll/Ist-Abgleichs zwischen Liefer-

schein und an- bzw. ausgelieferter Ware, z. B. da die Ware häufig aus ähnlichen Teilen besteht und per Augenmaß nur schwer zu erfassen ist. Die Folge ist ein häufiges Abzeichnen der Lieferscheine ohne tatsächliche Kontrolle, teilweise mit ungutem Gefühl, zum Teil routiniert ohne Bewusstsein, dabei fahrlässig zu handeln.

Warenein- und -ausgangskontrollen auf Baustellen können durch den Einsatz von Auto-ID-Techniken vereinfacht werden. Die Voraussetzung hierfür ist eine einheitliche standardisierte Kennzeichnung von Materialien entlang der Wertschöpfungskette Bau. Das bedeutet, dass der Hersteller, der Lieferant und auch die Baustelle eine einheitliche Kennzeichnung von Materialien nutzen. Im Rahmen des Projektes „InWeMo“ wurde der Standard von EPCglobal ausführlich bzgl. Übertragungspotenzial für die Bauwirtschaft untersucht. Im Rahmen des Projektes „RFID-Baulogistikleitstand“ wird dieser Standard zur optimalen durchgängigen Kennzeichnung von Materialien weiter verfolgt. Als Auto-ID-Technik zur Kennzeichnung kommen in Abhängigkeit der zu kennzeichnenden Materialien die RFID-Technik oder der Barcode in Frage.

Die standardisierte Kennzeichnung kann der Lieferant bereits während des Prozesses des Kommissionierens dazu nutzen, die Materialien bei Bedarf zu entsprechend gekennzeichneten Versandeinheiten zusammenzustellen. Zudem kann bereits beim Lieferanten eine RFID- oder Barcode-basierte Warenausgangskontrolle stattfinden. Die Ergebnisse des Soll/Ist-Abgleichs können in dem sog. EPCIS des Lieferanten gespeichert werden und die Baustelle hat die Möglichkeit, über das EPCglobal-Netzwerk, die Informationen (Uhrzeit, Ereignisdaten und Stammdaten der anzuliefernden Materialien) bzgl. des Warenausgangs abzurufen. Gleichzeitig erhält die Baustelle das Lieferavis bzgl. der anzuliefernden Materialien, das neben der Lieferschein-Nr. auch die o. g. Liefer-ID enthält.

Bei Ankunft des Fahrzeugs inklusive Ladung auf der Baustelle, d. h. nach erfolgreich durchgeführter Zufahrtskontrolle, erfasst die die Ladung in Empfang nehmende Person den Barcode als Liefer-ID mittels eines Handlesers und erhält somit auf dem Display des Handlesers die entsprechenden Soll-Daten des Lieferscheins aus dem Lieferavis übertragen. Der Handleser beinhaltet zum einen einen Barcode- und zum anderen einen RFID-Leser. Beim Entladen des LKW werden

die Materialien nun erfasst und es erfolgt automatisiert die quantitative Wareneingangskontrolle.

Bei der Rücklieferung von z. B. Mietmaterial von der Baustelle zurück zum Lieferanten kann die Warenausgangskontrolle in Anlehnung an die bereits oben beschriebene Vorgehensweise durchgeführt werden.

Bild 18: Wareneingangskontrolle über Lieferschein und Pulkerfassung mittels eines Handlesers inklusive zugehöriger Soll-Lieferlistenübermittlung (links: Konzept / Mitte: Modell / rechts: Real)

Für die Applikation „Wareneingangskontrolle über Lieferschein und Pulkerfassung mittels eines Handlesers inklusive zugehöriger Soll-Lieferlistenübermittlung“ sind der Zugangsschein inklusive Liefer-ID in Barcode-Form je Fahrzeug sowie die mittels Auto-ID-Technik gekennzeichneten Materialien die informationstragenden Elemente.

Zur Durchführung der Applikationen werden im Bauprojekt-(Stammdaten)-Server vorab folgende Stammdaten hinterlegt: Liefer-ID/Lieferavis als sog. Soll-Liste.

Die während der Applikation erzeugten Daten werden in der entsprechenden Datenbank abgelegt und über die Applikation Digitales Erweitertes Bautagebuch zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören folgende Daten: Liefer-ID/Soll-Daten/Ist-Daten/Datum und Zeitstempel der Erfassung/digitale Signatur des Kontrolleurs.

3.2.6 Fazit

Die Konzepte und Applikationen des Projektes „RFID-Baulogistikleitstand“ wurden, wie einige Abbildungen auch zeigen, in der Realität erfolgreich umgesetzt und wurden erstmalig am Stand des BBR auf der Bau 2009 in München präsentiert und von dem interessierten Fachpublikum begeistert aufgenommen. Während des

Jahres 2009 wird der „RFID-Baulogistikleitstand“ auf der Baustelle „ThyssenKrupp Quartier“ in Essen in Bezug auf Praxistauglichkeit erprobt.

Literatur

Gradwohl GmbH (2008). „Baustationen machen das Einkaufen leichter“, http:/www.die-baustation.de/downloads/abz0106S.7.pdf, Stand 29.05.2008.

Sonstiges

Der Forschungsbericht zum Projekt „InWeMo“ kann beim Verlag Vieweg Teubner Research erworben werden (ISBN 78-3-8348-0765-6).

Aktuelle Informationen zum Projekt „RFID-Baulogistikleitstand“ sind unter www.baubetrieb.de bzw. www.RFIDimBau.de zu finden.

Prof. Dr.-Ing. Peter Jehle

Dipl.-Ing. Stefan Seyffert

Dipl.-Ing. Steffi Wagner

Dipl.-Ing. Nikolai Michailenko

RFID-IntelliBau – Das intelligente Bauteil

Prof. Dr.-Ing Peter Jehle
Dipl.-Ing. Stefan Seyffert
Dipl.-Ing. Steffi Wagner
Dipl.-Ing. Nikolai Michailenko
Technische Universität Dresden, Institut für Baubetriebswesen
01062 Dresden

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 275

1 Ziel der Forschung 275

2 Idee und Grundlagenuntersuchung 277

3 Umsetzung in Pilotprojekten 282

3.1 Pilotprojekt Fertigteilwerk 284

3.2 Pilotprojekt Baustelle 286

4 Ausblick 287

RFID-IntelliBau - Das intelligente Bauteil

Zusammenfassung

Die Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie im Bauwesen sind seit 2005 ein Forschungsschwerpunkt am Institut für Baubetriebswesen der Technischen Universität Dresden. Durch die Kennzeichnung aller Bauteile eines Bauwerkes und die damit verbundene dezentrale Datenhaltung direkt am Bauteil werden die realen Objekte mit der digitalen Welt verknüpft. Dies ermöglicht die Automatisierung von Geschäftsprozessen im Bauablauf, eine medienbruchfreie Prozesssteuerung und die durchgängige Qualitätssicherung. Ein lückenloser Informationsfluss in allen Lebenszyklen eines Bauwerks steigert die Bau- und Nutzungsqualität und wirkt somit nachhaltig auf die Wertbeständigkeit.

Am Pilotprojekt „Ministerium der Finanzen des Landes Brandenburg“ in Potsdam werden die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie (Phase 1) nun in einer zweiten Forschungsphase geprüft und fortgeschrieben. Dafür werden über 2500 Transponder in allen Raum abschließenden Bauteilen eingebaut.

Parallel dazu werden in zwei Fertigteilwerken (Fertigung konstruktiver Fertigteile, Umlaufanlage) die Fertigungsprozesse analysiert und auf ihre Optimierung durch Anwendung von RFID-Systemen untersucht.

Aus den Ergebnissen der Praxisanwendungen werden die Wertschöpfungspotenziale für die Bau- und Nutzungsphase abgeleitet und Aussagen über den personellen und monetären Nutzen getroffen.

Die Forschung erfolgt seit Oktober 2006 als Teilprojekt „RFID-IntelliBau“ innerhalb der Forschungsarge „RFID-Technologie im Bauwesen“, die bereits im vorangegangenen Beitrag erläutert wurde.

1 Ziel der Forschung

Am Institut für Baubetriebswesen der Technischen Universität Dresden wird das Ziel verfolgt, durch eine Vielzahl „intelligenter“ Bauteile (alle tragenden oder Raum abschließenden Bauteile eines Gebäudes wie beispielsweise Stahlbetonwände und -decken, Fertigteile oder Mauerwerkswände), eine dezentrale Informationshaltung zu erreichen. Bei der Verwendung der RFID-Technologie im Bauwesen ist

ein Lösungsansatz erforderlich, der einer ganzheitlichen Nutzung über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes zulässt.

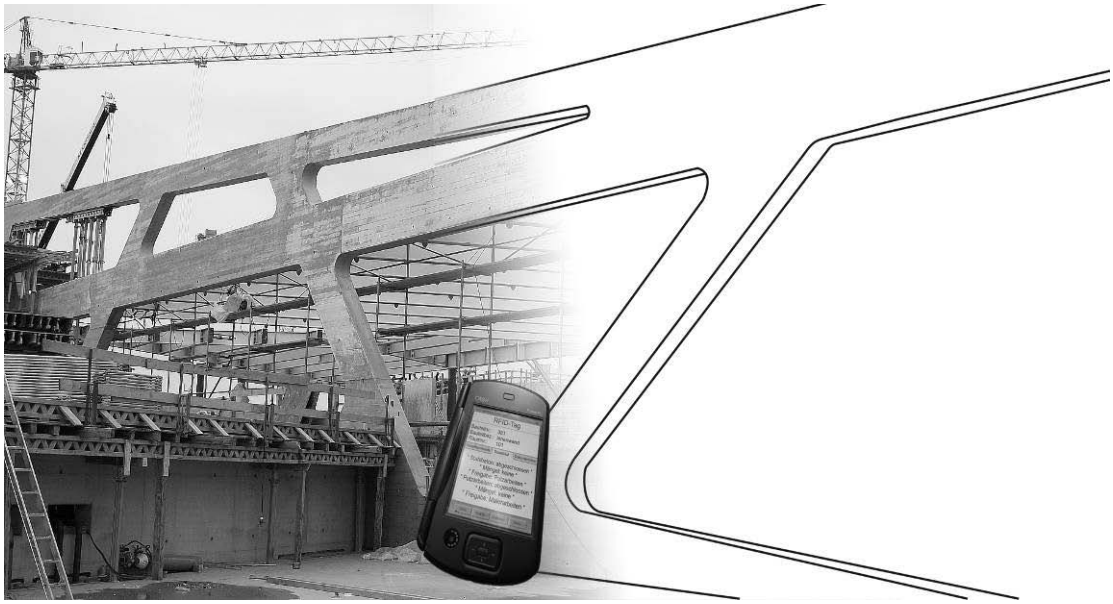


Bild 1: Das intelligente Bauteil im Lebenszyklus eines Gebäudes

Eine Aufgabe des eigenständigen Teilprojektes RFID-IntelliBau innerhalb der Forschungsarge[1] „RFID-Technologie im Bauwesen“ war es, für die einzelnen Lebenszyklusphasen der Bauwerke, wie Planung, Herstellung, Umbau, Modernisierung, Sanierung bis hin zum Abbruch insbesondere aber auch für die Betriebs- und Unterhaltungsphase, den möglichen Nutzen auszuarbeiten und zu formulieren. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt bestand darin, die Randbedingungen für den Einsatz dieser Technologie in Bauteilen herauszuarbeiten und Anforderungen an die Hard- und Software zusammenzustellen. Die Untersuchungen zu den Randbedingungen und Anforderungen waren in diesem Teilprojekt zunächst vorzugsweise auf die Phase der Bauwerksherstellung ausgerichtet, da zu erwarten ist, dass bei der Bauwerksherstellung die höchsten Anforderungen an das System zu stellen sind. Außerdem unterscheidet sich gerade die Phase der Gebäudeherstellung durch eine große Komplexität und Einzigartigkeit deutlich von den anderen Lebenszyklusphasen. Das Optimierungspotenzial durch den Einsatz der RFID-Technologie in dieser Phase ist sehr groß, da für viele der am Bau beteiligten Un-

[1] www.RFIDimBau.de

ternehmen mit einer angestrebten dezentralen[2] Datenhaltung die Prozessabläufe dokumentiert sowie die Steuerung und Kontrolle der Prozessschritte nachhaltig verbessert werden.

2 Idee und Grundlagenuntersuchung

In einem ersten Schritt des Forschungsprojektes wurden die Daten- und Informationsflüsse im Lebenszyklus eines Bauwerkes analysiert und diskutiert. Das klassische Datenflussmodell, im Bild 2 zum besseren Verständnis grafisch dargestellt, ist unterteilt in die Objekt- und Datenebene. Allein bei der Betrachtung der Datenebene ist eine Vielzahl so genannter Medienbrüche zu finden, bei denen eine Umwandlung von digitalen Daten in analoge Daten oder umgekehrt stattfinden muss. Diese klassischen Abläufe sind fehleranfällig und regelmäßig mit Datenverlusten verbunden. Die Fehlerbehebung, beispielsweise aufwändige Bauwerksaufnahmen in der Nutzungsphase oder die Wiederbeschaffung der verlorenen Daten, ist mit erheblichen zusätzlichen Kosten verbunden. Ein Lösungsweg, diese Medienbrüche zu vermeiden und die entstandenen Daten sicher und jederzeit verfügbar zu halten, ist mit dem Einsatz der RFID-Technologie gegeben.

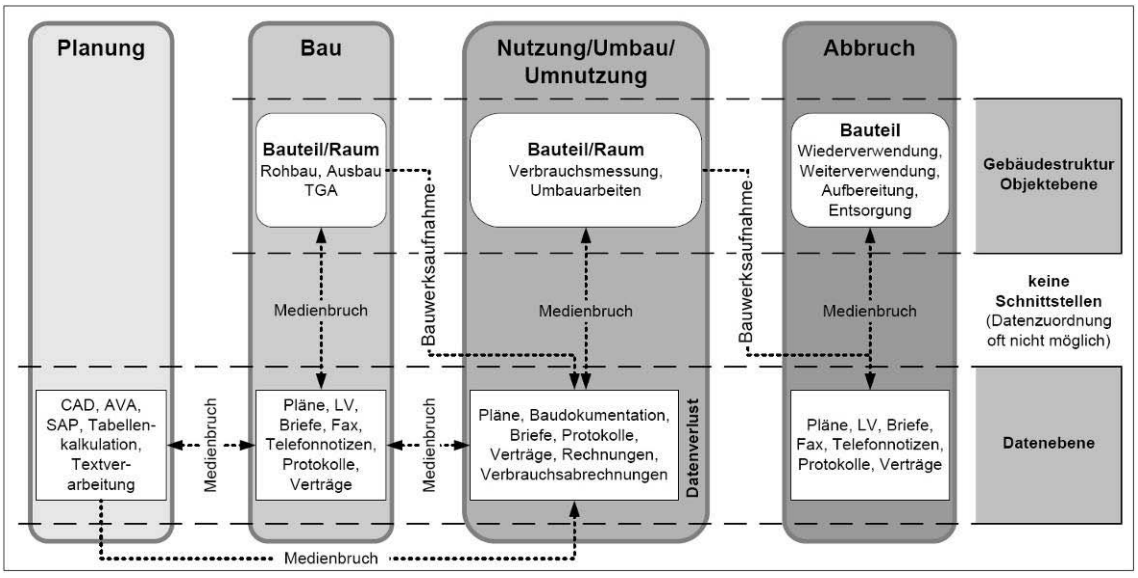


Bild 2: klassisches Datenflussmodell

[2] dezentrale Datenhaltung: die Daten werden direkt auf den RFID-Transponder abgelegt und/oder alternativ auf individuellen Baustellen-, Unternehmens- oder Immobilien-Bestandsservern semizentral verwaltet.

Die Herstellung der Bauobjekte erfordert wie dargestellt einen Datenaustausch zwischen der Objektebene (reales Objekt, Produktionsort) und der Datenebene (virtuelles Objekt, Bauleitung und Planung). Da digitale Schnittstellen bisher fehlen, werden alternativ analoge Daten (z. B. Lieferscheine oder Bautenstände) in den Unternehmen in digitale Systeme eingepflegt und umgekehrt digitale Daten aus der Planung oder aus Besprechungen durch Ausdrucke in analoge Daten umgewandelt oder nur mündlich zum Produktionsort gegeben. Daraus resultieren Verzögerungen und Mehrarbeiten, Planänderungen erreichen den Produktionsort Baustelle zu spät oder überhaupt nicht.

Daten, die für die Bauphase vorgehalten bzw. die während den Bauprozessen erzeugt werden, sollen direkt am Bauteil für eine optimale Bauorganisation zur Verfügung gestellt und ergänzt werden können. Zu diesen Daten zählen im Wesentlichen:

- die Bauteilkennwerte (Material, Abmessungen, Überwachungszertifikate),
- die Herstelldaten (Hersteller, Herstelldatum, bauverfahrensspezifische Daten),
- die Dokumentation der Fertigstellung eines Arbeitsschrittes durch Auftragnehmer,
- die Teilabnahmen durch den AG von Bauteilen, die verdeckt werden (z. B. Bewehrungsabnahme) und
- die Dokumentation der Qualität durch Auftragnehmer sowie Auftraggeber.

Durch die Kopplung der Bauteile (Objektebene) mit den Informationen (Datenebene) mittels eingebauter Transponder wird die elektronische Welt mit der realen Welt verknüpft („Ubiquitous / Pervasive Computing“ oder „Internet der Dinge“). Hieraus lassen sich Algorithmen entwickeln, die beispielsweise sicherstellen, dass Bauteile an der richtigen Stelle montiert werden. Bauverfahrensspezifische Daten können in Echtzeit mit Soll- und Grenzwerten verglichen werden. Diese Vergleiche lassen sich in Verbindung mit der Sensortechnik noch verfeinern: Sensoren in den Bauteilen nehmen kontinuierlich Umgebungstemperatur, Feuchtigkeit, Tragverhalten u.v.m. auf. Die Verkettung von Daten und Objekten hat noch weitere Vorteile: So kann jedes Bauteil bei der Bauüberwachung direkt für nachlaufende Arbeitsschritte freigegebenen werden. Dies vermeidet Doppelarbeit und spart Zeit, gleichzeitig wird die Qualität gesteigert. Diese Freigaben sind quasi als Zwischen-

abnahmen zu verstehen und können somit weitere Prozesse auslösen. Zu nennen sind beispielsweise die automatische Erstellung von Leistungsmeldungen in Echtzeit, von Aufmaßen, Freigabe- und Fertigstellungsmeldungen zur Vereinfachung der Abrechnung. Damit wird der aktuelle Bauzustand kontinuierlich fortgeschrieben, abgeschlossene Leistungen werden automatisch und zeitnah abgerechnet.

Üblicherweise erfolgt ein erneuter, großer Medienbruch beim Übergang von der Bau- zur Nutzungsphase. Dabei werden die während der Bauphase gespeicherten digitalen Daten analog in Form einer Bauwerksdokumentation an den Bauherren übergeben. Eine sichere und vollständige Datenübergabe ist nicht zu garantieren. Bei jedem weiteren Besitzerwechsel gehen dann weitere Objektinformationen verloren, die sich der neue Besitzer oder Nutzer jeweils neu beschaffen muss.

Durch die in den Bauteilen eingebauten Transponder sind jederzeit wichtige Daten über einzelne Bauteile direkt am Bauteil abrufbar. Dazu gehören Bauteilidentität, Aufbau, Materialeigenschaften, Abmessungen, Leitungsverläufe etc.. Da diese Daten dezentral auf den Transpondern im Bauteil hinterlegt sind, ist die Gefahr des Datenverlustes sehr gering. Sensoren können auch in der Nutzungsphase weiterverwendet werden. Anwendungen wie die Überwachung von tragenden Bauteilen sind damit realisierbar; zu jedem Zeitpunkt lassen sich Aussagen zur aktuellen Qualität und Leistungsfähigkeit der Bauteile treffen.

In der letzten Phase eines Gebäudes, beim Abbruch, fehlen regelmäßig die für die Abbruch- und Entsorgungsplanung erforderlichen Bauteil- und Stoffinformationen. Daher ist bisher i.d.R. eine genaue Analyse der Gebäudestruktur, Materialien, Nutzungen und Gefährdungen durchzuführen, was sehr aufwändig und mit vielen zusätzlichen Risiken behaftet ist. Damit verbundene Gefahren werden nicht frühzeitig erkannt. Der Nutzen dezentraler Datenhaltung mittels der RFID-Technologie wäre auch hier von besonderer Bedeutung.

Zusammenfassend ist also festzustellen, dass durch die RFID-Technologie die Bauteilinformationen dezentral immer verfügbar sind. Dies ermöglicht es, zu jedem Zeitpunkt die notwendigen Daten für Instandhaltung, Nutzung oder abschließenden Abbruch, abzurufen und zu nutzen. Die Datenhaltung erfolgt nun kontinuierlich über alle Lebensphasen und ohne Medienbrüche (Bild 3). Außerdem wird erheblich Zeit eingespart, in der sonst Informationen gesucht oder Verantwortlichkeiten geklärt werden müssen. Die Dokumentation aller Arbeitsschritte erlaubt eine

Nachverfolgung der einzelnen Prozesse und liefert die Grundlage einer ganzheitlichen Qualitätsüberwachung.

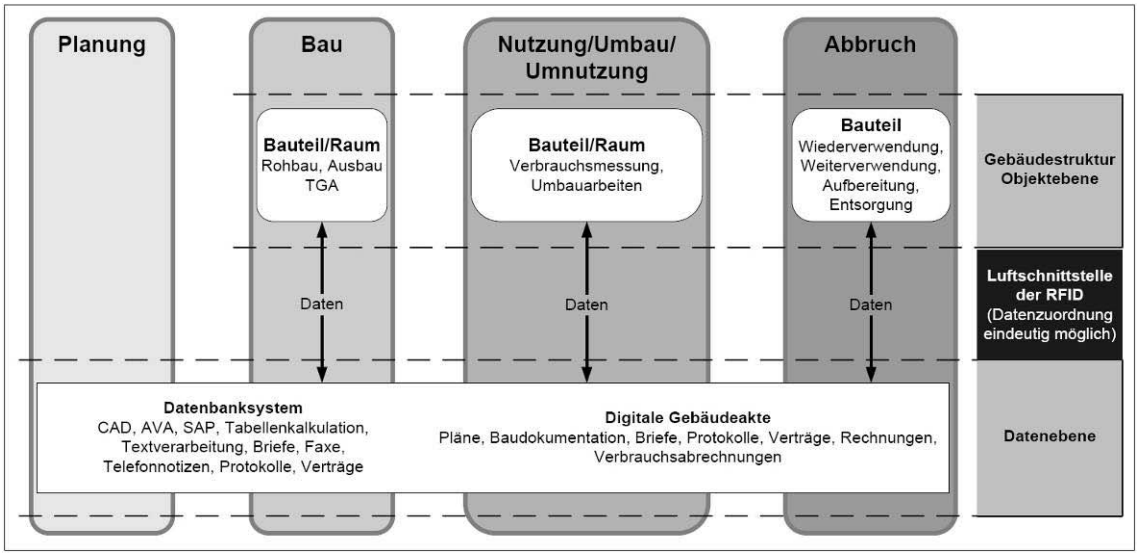


Bild 3: Datenflussmodell unter Verwendung der RFID-Technologie

Durch die Kennzeichnung aller tragenden und Raum abschließenden Elemente entsteht die Basis für „intelligente“ Bauteile. Die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie im Lebenszyklus eines Bauwerkes führen zu wichtigen Anforderungen an die Hardware, aber auch deren Positionierung im Bauteil. Die Transponder sind mit ihren verschlüsselten Daten vorzugsweise fest in das Bauteil einzubauen, um sie vor Diebstahl, Beschädigung und Manipulation zu schützen.

Für den Nachweis der Praxistauglichkeit wurden verschiedene objektorientierte Grundlagenuntersuchungen durchgeführt, um wesentliche Anforderungen an Transponder und Lesegeräte zu verifizieren und weitere zusätzliche Anforderungen zu formulieren. Zu nennen sind u. a.:

- Anordnung und Position der Transponder im Raum,
- Anordnung und Lage der Transponder im Bauteil,
- Lesbarkeit im Raum,
- Einfluss der Trägermaterialien (Stahl, Holz, Kalksandstein, Ziegel, Porenbeton),
- Einfluss der unterschiedlichen Medienleitungen (Kommunikation, Strom oder Wasser),

- Einfluss von Menschen im Lesebereich,
- Einfluss von Geräten/Maschinen im Lesebereich,
- Beeinflussung der Transponder im Lesebereich untereinander (Antikollisionsverfahren),
- Einfluss aus Umgebungsbedingungen durch Bau, Montage und Nutzung,
- Ermittlung notwendiger Sendeleistung, und
- Test verschiedener RFID-Komponenten (Reader, Transponder).

Während der ersten Messungen zeigte sich, dass nicht alle eingesetzten Transponder den Anforderungen genügten – seien es die mit ihnen erzielten Reichweiten oder die Widerstandsfähigkeit im rauen Baualltag. Hierin liegen noch enorme Potentiale.

Dass die getesteten Materialien durch ihr unterschiedliches Dämpfungsverhalten zu verschiedenen Kopplungskurven führen, war zu erwarten. So werden beispielsweise durch die Bewehrung im Beton messbare Leistungseinbußen in den Lesereichweiten erzielt.

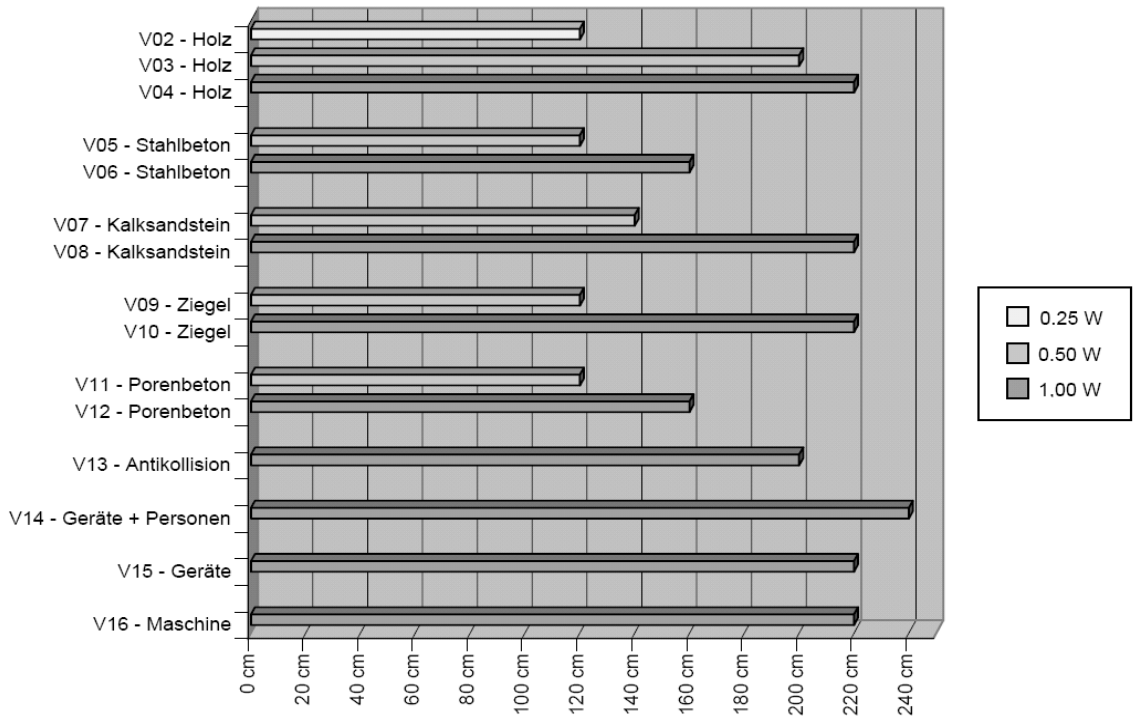


Bild 4: Maximale Lesereichweiten der verschiedenen Versuche

Erstaunlich ist der Einfluss, den Personen im Lesebereich haben. Beim Vergleich von Versuch „V04 - Holz (leerer Raum)“ mit Versuch „V14 – Personen + Geräte“ ist dies gut ersichtlich (vgl. Bild 4). Die Ausdehnung der Kopplungskurve im Raum ist bei V14 kleiner als bei V04, doch wurde der Transponder bei V14 eher erkannt. Zudem ist die maximale Lesereichweite bei V14 größer. Durch die Versuche wurden außerdem die Positionierung der Transponder im Bauteil, ihre Ausrichtung, Schutzart etc. festgelegt. Neben diesen physikalisch-technischen Anforderungen an Transponder und Lesegeräte wurden die notwendige Speichergröße und eine mögliche Speicherstruktur untersucht. Die Ergebnisse sind in Bild 5 zusammengefasst.

Anforderungen	Transponder	Lesegeräte
Frequenz	868 MHZ	868 MHZ
Energieversorgung	passiv	
Standards	offen	offen
Schutzklasse	IP67…IP69	IP 65 (IP67…IP69)
Leseabstand auf Metall	> 1 m	> 1 m
Temperaturbereiche	- 20°C / +100°C	- 20°C / + 80°C (Gehäusetemp.)
Gerätetyp		Mobil/Stationär

Bild 5: Anforderungen an Transponder und Lesegeräte

3 Umsetzung in Pilotprojekten

Nach der ersten Machbarkeitsstudie befindet sich das Forschungsprojekt derzeit in der zweiten Förderperiode in der Umsetzung der Ergebnisse an realen Pilotprojekten. Die Ziele der zweiten Phase lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- *Evaluierung der Grundlagenuntersuchungen:* Die Ergebnisse der Forschungsphase 1 wurden zum Teil durch Analysen und theoretische Überlegungen sowie durch praktische Tests in Simulationsräumen entwickelt. Diese Räume ermöglichen die hundertprozentige Reproduzierbarkeit der Versuche und Ergebnisse. Ziel von Phase 2 ist es, diese gewonnenen Ergebnisse zuerst bei der

stationären, pseudo-industriellen Bauteilherstellung (Fertigteile) und anschließend bei der Baustellenfertigung nachzuweisen und gegebenenfalls anzupassen.

- *Definition und Festlegung von Standards*: Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass es eine Reihe von unterschiedlichen Standards auf dem Gebiet der RFID-Technologie gibt. Diese sind sehr stark geprägt durch deren Anwender außerhalb der Bauindustrie, wie dies im Fall von EPC die Logistik und Warenindustrie ist. Diese Vorgaben sind mit den in Phase 1 aufgestellten Forderungen nicht einfach in Übereinstimmung zu bringen, was unweigerlich zu einer bauspezifischen Anpassung führen muss. Die während der Evaluierung nachgewiesenen oder konkretisierten Ergebnisse sind zusammenzufassen und als Grundlage für einen angepassten Standard aufzubereiten.
- *Aussagen über die personellen und monetären Auswirkungen:* Die Grundlagenuntersuchungen zum Informationsfluss in den einzelnen Gewerken aus der Phase 1, wie beispielsweise der Ortbetonbau, zeigen eine Reihe von Nutzenpotentialen der RFID-Technologie auf. Erst die Anwendung der Technologie in der Produktion ermöglicht es, Aussagen über die personellen und monetären Auswirkungen treffen zu können.
- *Analyse, Diskussion und Darstellung des Mehrwertes in der Nutzungsphase:* In den Grundlagenuntersuchungen konnten Nutzenpotenziale nicht nur für die Bauphase, sondern auch für die Nutzungsphase erarbeitet werden. Diese sind nach Abschluss der Untersuchungen zur Bauphase beim Pilotprojekt Baustelle an ausgewählten Beispielen zu simulieren und somit deren Umsetzung nachzuweisen.
- *Datenstrukturen und Schnittstellen zu vorhandenen Softwareapplikationen:* Die Nutzenpotenziale in allen Lebenszyklen eines Gebäudes sind nur umsetzbar, wenn die entsprechenden Softwareapplikationen, wie zum Beispiel CAD, AVA oder FM-Systeme, mit den dezentral abgelegten Daten (Daten im Bauteil auf den Transpondern) umgehen können. Dazu sind in erster Linie entsprechende Schnittstellen verantwortlich. Nach der Festschreibung der Speicherstrukturen können die entsprechenden Datenmodelle einer Middleware sowie den Schnittstellen zu einer Auswahl von verbreiteten Softwareapplikationen erstellt

werden. Eine kurzfristige alternative Datenhaltung semidezentral beim Anwender oder Nutzer ist ebenfalls denkbar.

3.1 Pilotprojekt Fertigteilwerk

In der Pilotphase werden die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie an konkreten Anwendungen evaluiert. In den Werken der Praxispartner Klebl, Hersteller von konstruktiven Fertigteilen und dem Betonwerk Oschatz, mit Fertigung in einer Umlaufanlage, wird die Anwendung der RFID-Technologie für die Prozessoptimierung, die Fertigungsverfolgung, die Qualitätsdokumentation und das Lagermanagement in der Fertigteilproduktion überprüft.

Die ersten Untersuchungen zeigen bereits, dass die Nutzung der RFID-Technologie sehr wohl die Produktionsprozesse optimieren kann. Die folgende Abbildung enthält ein Beispiel für einen klassischen Informationsfluss im Fertigteilwerk. Die notwendigen Informationen für die Herstellung werden in analoger Form an die Produktionsorte ausgeliefert. Einen Rücklauf mit Statusbericht kommt bestenfalls erst nach Herstellung, also nach dem Betonieren, Ausschalen und der Betonsanierung in Form der Produktionsliste in die technische Abteilung.

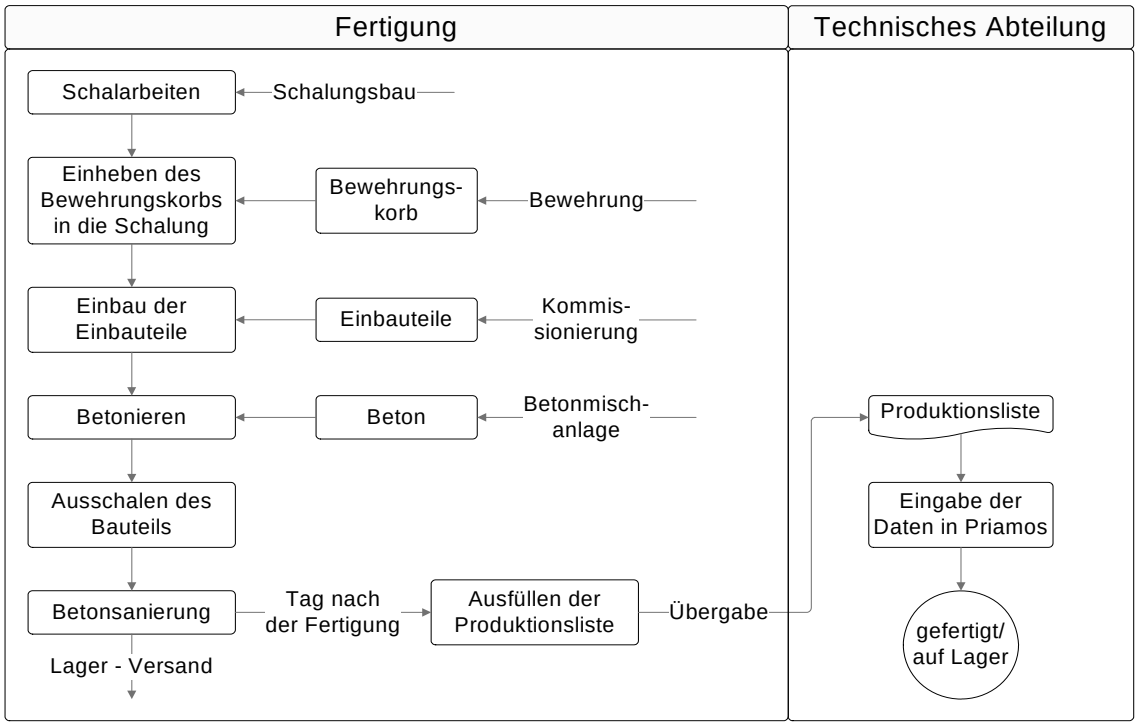


Bild 6: Beispiel für Informationsfluss im Fertigteilwerk

Die Produktionsschritte werden nicht in Echtzeit verfolgt und stehen somit für Prozesssteuerung, Prozessanpassung oder Qualitätsnachweise nicht bereit.

Nach theoretischen Analysen und dem praktischen Test in der Produktion können verschiedene Einsatzszenarien quantifiziert werden. Bei der Herstellung konstruktiver Fertigteile werden die Schalung, der Bewehrungskorb und die Box mit den ausgewählten Einbauteilen, mit RFID-Transpondern gekennzeichnet. Hier ist der Einsatz von stationären Antennen an signifikanten Produktionsplätzen technisch umsetzbar. Bei der Endkontrolle und dem Transport ins Lager müssen allerdings mobile Lesegeräte an Hebezeugen und Transportmittel zum Einsatz kommen. Schwierigkeiten bereiten bei dem derzeitigen Entwicklungsstand der Hardware die Feuchtigkeit im jungen Beton; die Lesereichweiten sind stark verkürzt und die Transponder sind im Beton für stationäre Antennen schwer auslesbar.

Softwareapplikationen, welche in den Unternehmen genutzt werden, stellen die Verbindung der Produktionsplanung mit der kaufmännischen Verwaltung her. Eine Produktionsverfolgung, Überwachung oder einfache Statusberichte über die Fertigung ist mit den existierenden Lösungen nicht möglich. Die Einbindung der Ereignisdaten, welche beim Lesen eines Transponders erzeugt werden, schließen diese Lücke. In der laufenden Pilotphase konnte beispielhaft eine Prozessverfolgung mit der im Unternehmen eingesetzten Software PRIAMOS (GTSdata GmbH & Co. KG) leicht realisiert werden. Die in Bild 7 dargestellte Produktionstafel ermöglicht die Visualisierung unterschiedlichster Meilensteine, sowie der Abbildung des Prozesslaufs in der Fertigung in Echtzeit. Erkennbar sind Meilensteine, wie Schalung (S) fertig, Schalung abgenommen, Bewehrung (W) fertig, Bewehrung abgenommen, Betonierung (B) abgeschlossen und Bauteil abgenommen. Neben den Meilensteinen können in diesem System ohne Mehraufwand auch Zeiterfassung und Leistungsdaten bauteilspezifisch oder prozessbezogen dargestellt und für die Weiterverarbeitung dokumentiert werden.

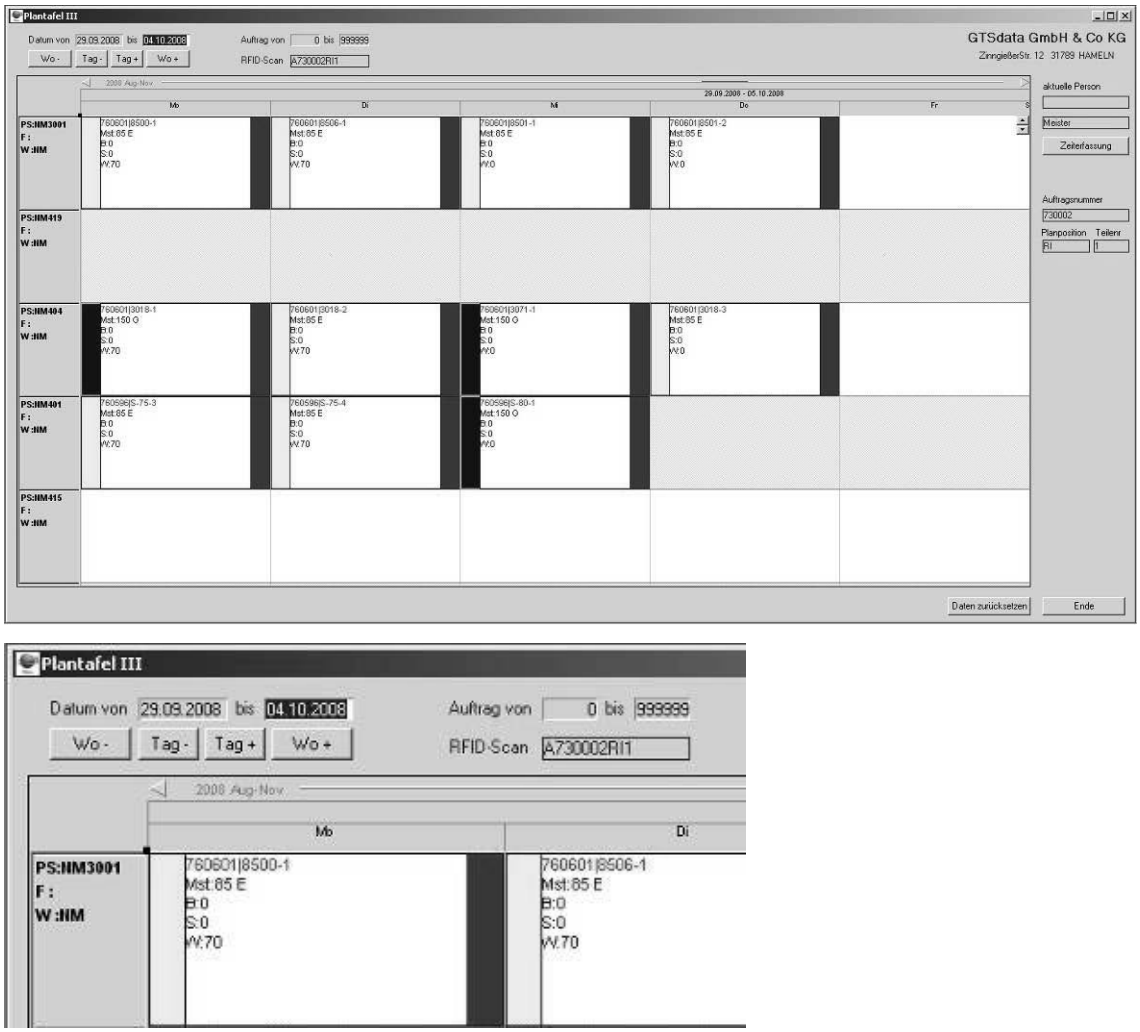


Bild 7: Produktionstafel mit der Darstellung der Meilensteine, erzeugt durch RFID-Ereignisdaten

3.2 Pilotprojekt Baustelle

Beim Neubau des Ministeriums für Finanzen des Landes Brandenburg in Potsdam werden mit dem Unternehmen Ed. Züblin die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der RFID-Technologie in der Bauphase umgesetzt und auf Praxistauglichkeit überprüft. In dem Verwaltungsgebäude mit zirka 24 000 m³ umbautem Raum und 214 Büros werden etwa 2500 Transponder gemäß den Einbauregeln aus der ersten Forschungsphase eingebaut (Bild 8). So sind die Transponder nach dem Halbwandverfahren in die Räume hinein gerichtet in bestimmten Zonen des jeweiligen Bauteiles einzubauen, ähnlich den Installationszonen für Elektroleitungen. Beispielsweise gilt für Böden und Decken ein Abstand von zwei Meter in Türmittelachse vor der Wand mit dem Hauptzugang zum Raum. Grundbedingung für den

Einbau in alle Räume gemäß den Vorgaben ist die genaue Kenntnis der Raumaufteilung, auch durch Trockenbauwände. Solche Vorgaben stellen sicher, dass die Transponder ohne Pläne jederzeit eineindeutig aufgefunden werden können. Maßgebend beteiligt sind für die Planung und Umsetzung der Hardware das Unternehmen Harting Electric und für die Schnittstellenprogrammierung zur Anwendungssoftware das Unternehmen BIB.

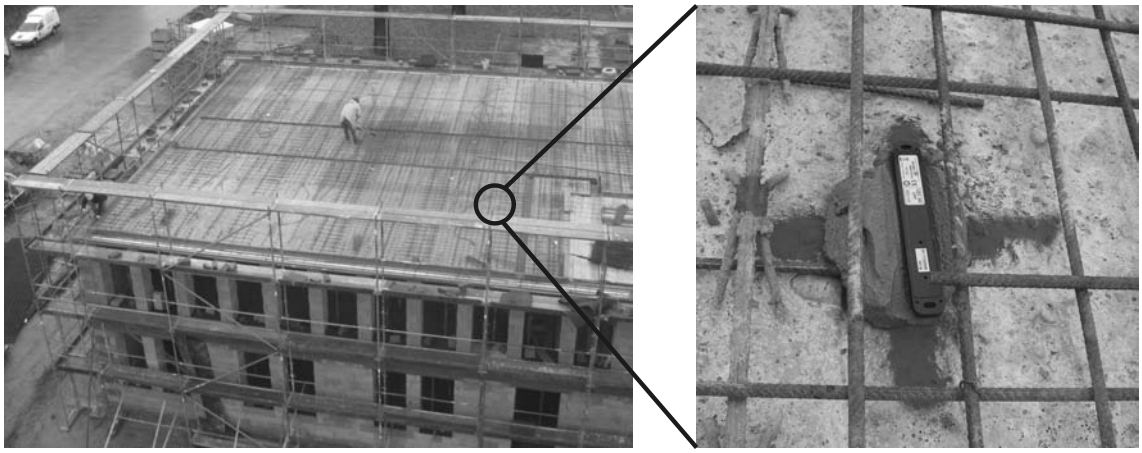


Bild 8: Einbau der Transponder im Pilotprojekt

4 Ausblick

Die zunehmende technische und organisatorische Komplexität im Bauwesen erfordert eine integrierte, durchgängig dokumentierte und ständig aktualisierte Planung und Ausführung. Durch die direkte Verknüpfung der Informationswelt mit der realen Welt in Echtzeit sind Reaktionen auf Veränderungen in der Bau- und Nutzungsphase sehr einfach möglich. Dies erlaubt eine Erhöhung der Transparenz in den Fertigungsprozessen im Bauwesen und fördert nachhaltig die Prozessqualitäten über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Weitere Informationen zum Projekt und der ARGE RFIDimBau unter www.RFIDimBau.de.

Wir bedanken uns bei unseren Sponsoren:

- Assmann Beraten und Planen GmbH, Braunschweig
- Bauindustrieverband Hessen-Thüringen e.V., Wiesbaden
- bauserve GmbH, Frankfurt am Main
- Bickhardt Bau AG, Kirchheim
- GOLDBECK West GmbH, Kassel
- HOCHTIEF Facility Management GmbH, Essen
- Hügin Group International GmbH & Co. KG, Kassel
- KCW GmbH, Berlin
- Lahmeyer Rhein-Main GmbH, Bad Vilbel
- Prisma Projektingenieure für Strategie und Management GmbH, Braunschweig
- Rohde Tief- und Straßenbau GmbH, Korbach
- Schindler Aufzüge und Fahrtreppen GmbH, Hamburg
- THOST Projektmanagement für Bauten und Anlagen GmbH, Pforzheim
- Joh. Wachenfeld GmbH & Co. KG, Korbach
- Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt am Main
- Xella Deutschland GmbH, Messel
- Zurich Versicherung, Agentur Philipp Brunke, Kaufungen

Kontakt:
Institut für Bauwirtschaft
Universität Kassel
Mönchebergstr. 7
34125 Kassel

Fachgebiete:		Sekretariate:
Bauorganisation und Bauverfahren	Prof. Franz	0561 / 804 2615
Baubetriebswirtschaft	Prof. Racky	0561 / 804 2619
Bauinformatik	Dipl.-Ing. Kugler	0561 / 804 2618
Bauwirtschaft/Projektentwicklung	Prof. Busch	0561 / 804 3632

www.ibw-kassel.de

Schriftenreihe Bauwirtschaft
des Instituts für Bauwirtschaft der Universität Kassel

I - Forschung

Band 1: Schopbach, Holger (2001)
Ansätze zur Kostensenkung in Konstruktion und Baubetrieb durch Einsatz mathematischer Optimierungsmethoden

Band 2: Grau, Heidrun (2002)
Zielorientiertes Geschäftsprozessmanagement zur Förderung der Wirtschaftlichkeit von Abbundzentren

Band 3: Arnold, Daniel (2005)
Entwicklung einer Methodik für Innovationsprozesse im Wohnungsbau

Band 4: Schmitt, Roland (2005)
Die Beschaffung von Schalungsgeräten und den zugehörigen Ingenieurleistungen nach deren Outsourcing

Band 5: Heinrich, Nils (2006)
Entwicklung von Parametern zur Risikobewertung für Projektentwicklungen auf brachgefallenen Flächen - am Beispiel freizeitlich orientierter Projekte

Band 6: Mittelstädt, Norbert (2006)
Leitlinie zur projektbezogenen Spezifikation und erfolgsabhängigen Honorarbemessung von extern beauftragten Projektmanagement-Leistungen

Band 7: Chahrour, Racha (2007)
Integration von CAD und Simulation auf Basis von Produktmodellen im Erdbau

Band 8: Mieth, Petra (2007)

Weiterbildung des Personals als Erfolgsfaktor der strategischen Unternehmensplanung in Bauunternehmen. Ein praxisnahes Konzept zur Qualifizierung von Unternehmensbauleitern

Band 9: Mergl, Oliver (2007)

Flexibilisierung von Baustrukturen durch Modularisierung zur Verbesserung des Nutzungspotenziales am Beispiel industrieller Produktionsstätten des Automobilbaus

Band 10: Eitelhuber, Andreas (2007)

Partnerschaftliche Zusammenarbeit in der Bauwirtschaft – Ansätze zu kooperativem Projektmanagement im Industriebau

Band 11: Hermelink, Andreas (2008)

Ein systemtheoretisch orientierter Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigkeitsgerechten Technikbewertung angewandt auf den mehrgeschossigen Wohnungsbau im Niedrigstenergie-Standard

Band 12: Utsch, Jens H. (2008)

Entscheidungskomplexorientiertes Controlling – ein Beitrag zur Unterstützung der Planung und Entscheidungsfindung im Baubetrieb

Band 13: Pauli, Christian (2009)

Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Beurteilung der PPP-Eignung kommunaler Bauvorhaben

Band 14: Fistera, Detlev (2009)

Revitalisierung brachgefallener Wohnbauflächen. Indikatorenbildung zur multikriteriellen Untersuchung und prophylaktischen Abschätzung von entstehenden Wohnbaubrachen

Band 15: Dobler, Thomas (2009)

Entwicklung der Archintra-Methodik als Beitrag zur Verbesserung von Bauprozessen

II - Lehre

Band 1: Institut für Bauwirtschaft (Hrsg.)
Seminar Sommersemester 2003, Hochhäuser

III - Tagungen und Berichte

Band 1: Institut für Bauwirtschaft (Hrsg.)
Tagungsband zum Symposium 2002
Projektentwicklung brachgefallener Flächen am 13. September 2002

Band 2: Racky, Prof. Dr.-Ing. Peter (Hrsg.)
3. IBW-Symposium, 17. September 2004 an der Universität Kassel.
Partnerschaftliche Vertragsmodelle für Bauprojekte

Band 3: Racky, Prof. Dr.-Ing. Peter (Hrsg.)
4. IBW-Symposium, 15. September 2006 an der Universität Kassel.
Innovative Abwicklungsformen für Bauprojekte: Partnering und PPP

Band 4: Franz, Prof. Dr.-Ing. Volkhard (Hrsg.)
1. IBW-Workshop, 13. September 2007 an der Universität Kassel.
Simulation in der Bauwirtschaft

Band 5: Busch, Prof. Dr.-Ing. Antonius (Hrsg.)
5. IBW-Symposium, 26. September 2008 an der Universität Kassel.
Projektentwicklung brachgefallener Flächen und Immobilien

Band 6: Institut für Bauwirtschaft (Hrsg.)
Tagungsband des 20. Assistententreffens der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 01. – 03. April 2009 an der Universität Kassel

Weitere Informationen zur Schriftenreihe unter www.upress.uni-kassel.de