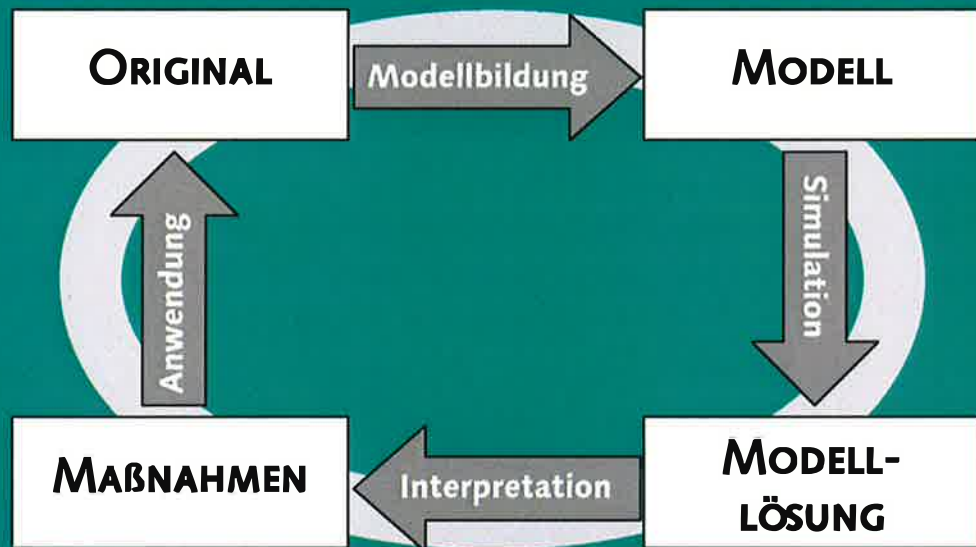
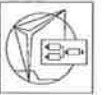


TAG DES BAUBETRIEBS 2008 TAGUNGSBEITRÄGE

AUF DEM WEG ZUM
DIGITALEN (BAU-)HAUS-BAU

FORSCHUNGSWORKSHOP
ZUR SIMULATION
VON BAUPROZESSEN





Forschungsverbund „Virtuelle Baustelle“ (ForBAU) digitale Werkzeuge für die Bauplanung und -abwicklung

Abstract

Im Januar 2008 startete der Bayerische Forschungsverbund „Virtuelle Baustelle“ – ForBAU. Der Kerngedanke des Forschungsprojektes besteht in der ganzheitlichen Abbildung eines komplexen Bauvorhabens in einem digitalen Baustellenmodell, das in allen Projektphasen als zentrales Planungsinstrument verwendet wird. Dazu ist eine Integration der Daten aus den verschiedenen Bereichen, wie der Planung, Vermessung, Arbeitsvorbereitung, Buchhaltung und der Baustelle selbst, durch eine zentrale Datenplattform mit standardisierten Schnittstellen zu der bestehenden, meist sehr heterogenen EDV-Systemlandschaft notwendig. Durch eine Kopplung zwischen Baugrund-, Baugruben-, Baustellen-einrichtungs-, Bauwerks- und Simulationsmodell in einem Baustelleninformationsmodell können weitreichende Optimierungspotenziale im gesamten Ablauf nutzbar gemacht werden. Das Modell wird über das Bauvorhaben hinweg dynamisch aktualisiert und liefert den verschiedenen Nutzern durch gezielte Abfragen zu jeder Projektphase die relevanten technischen und wirtschaftlichen Informationen.

Kritische Prozesse oder Abläufe sollen vorab im virtuellen Modell des Bauvorhabens getestet werden, um später auf der realen Baustelle ohne Verzögerungen und unnötige Stillstandszeiten durchgeführt werden zu können. Auch der wirtschaftliche Erfolg eines Bauvorhabens kann über die virtuellen Modelle bereits in frühen Projektphasen abgeschätzt werden. Während der gesamten Bauzeit soll die tatsächlich erbrachte Leistung auf der Baustelle durch mobile EDV-Systeme online dokumentiert und in das Baustelleninformationsmodell eingepflegt werden, um auch dort den Baufortschritt zu protokollieren und im Bedarfsfall die Planungen anpassen zu können. Somit entstehen dynamische 4D-Modelle der Baustelle, die neben der Geometrie und dem zeitlichen Verlauf auch Aspekte, wie z. B. qualitätsrelevante Daten oder Kostenkennzahlen, beinhalten.

Um den Praxisbezug der erarbeiteten Resultate sicherzustellen, werden die Forschungsergebnisse parallel auf zwei Demonstrationsbaustellen validiert.

Ausgangssituation

Die deutsche Bauwirtschaft steht gegenwärtig vor der Aufgabe, ihre Kostennachteile gegenüber EU-Konkurrenten mit deutlich niedrigerem Lohnniveau wettzumachen. Da die Unternehmen jedoch nur bedingt Einfluss auf die Personalkosten nehmen können, muss der Weg zum wirtschaftlichen Bauen über effiziente Prozessstrukturen und technisch-organisatorische Innovationen sowohl in den Bauprozessen als auch in der gesamten Bauabwicklung führen.

Besonders im Wettbewerb um die Ausführung komplexer Bauvorhaben, wie beispielsweise der neuen BMW-Welt oder dem geplanten Umbau des Münchner Hauptbahnhofes, liegen die Chancen der deutschen Bauunternehmen in der Besetzung einer technologischen Führungsposition. Die Herausforderungen bei derartigen Projekten liegen nicht nur in der Komplexität des Bauens selbst begründet, sondern auch in den speziellen Anforderungen an die Bauabwicklung durch die Randbedingungen des Bauens im Bestand einer Großstadt.



Für die Bauwirtschaft wurden bisher jedoch kaum ganzheitliche Optimierungsansätze, die in anderen Industriezweigen mittlerweile weit verbreitet sind, wie beispielsweise Supply Chain Management (SCM), mit wissenschaftlichen Methoden erarbeitet. Ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Bauwirtschaft mit ihren „handwerklich“ geprägten Strukturen wird die Adaption von Konzepten und Praktiken moderner Industrieorganisation, Produktionstechnologien sowie deren Logistiksystemen und -strategien sein.

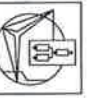
Ein wesentlicher Unterschied der Baubranche zur „klassischen“ Industrie besteht darin, dass die Strukturen auf der Baustelle stets temporär sind und jedes Bauvorhaben ein Unikat darstellt. Eine Ablauf- und Prozessplanung kann daher nicht mit demselben Detaillierungsgrad und mit dem gleichen Aufwand betrieben werden wie beispielsweise in der Automobilindustrie, da die Randbedingungen nicht starr und die Prozesse nicht derart strikt strukturiert sind. Dennoch sind standardisierte Vorgehensweisen und EDV-Hilfsmittel erforderlich, um ein Bauvorhaben hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualität optimal abwickeln zu können.

Ein weiteres Defizit ist die unzureichende Einbindung der CAD-Modelle in den Baufortschritt und den gesamten Lebenszyklus eines Bauvorhabens. 2D-CAD-Pläne zählen in der Bauindustrie bereits seit langem zum Stand der Technik, die Möglichkeiten und Potenziale einer ganzheitlichen 3D-Modellbasierten Planung mit zahlreichen Zusatzinformationen im Modell werden zurzeit jedoch nur vereinzelt genutzt. So erfolgt die Modellbildung auf Basis dreidimensionaler Vermessungsdaten bisher mit sehr geringer Automation, obwohl die direkte Ableitung von 3D-Körpern aus Punktwolken schon heute möglich wäre. Während in anderen Branchen bereits seit einigen Jahren integrierte Produktmodelle für Design, Konstruktion, Fertigung und Qualitätsmanagement über PDM¹-Systeme organisiert und verwaltet werden, sind CAD-Systeme in der Baubranche oftmals nur als digitale Zeichenbretter im Einsatz.



Bild 1 Neue Technologiefelder für die virtuelle Bauabwicklung

¹ PDM – Produktdatenmanagement



Projektstruktur und Zielsetzungen

Der Forschungsverbund setzt sich aus vier Teilprojekten (TP) und drei Arbeitskreisen (AK) zusammen.

Die zentrale Idee des Forschungsverbundes ist die enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie. Sowohl wissenschaftliche Mitarbeiter als auch Vertreter der Industrie arbeiten gemeinsam an den einzelnen Teilprojekten. Neben den vier Teilprojekten arbeiten sowohl die beteiligten Institute als auch die Industriepartner in drei fortlaufenden Arbeitskreisen themenübergreifend zusammen, um die Vernetzung innerhalb des Verbundes noch weiter zu intensivieren. Eine scharfe Trennung der vier Teilprojekte ist auf Grund der komplexen Abhängigkeiten schwer möglich.

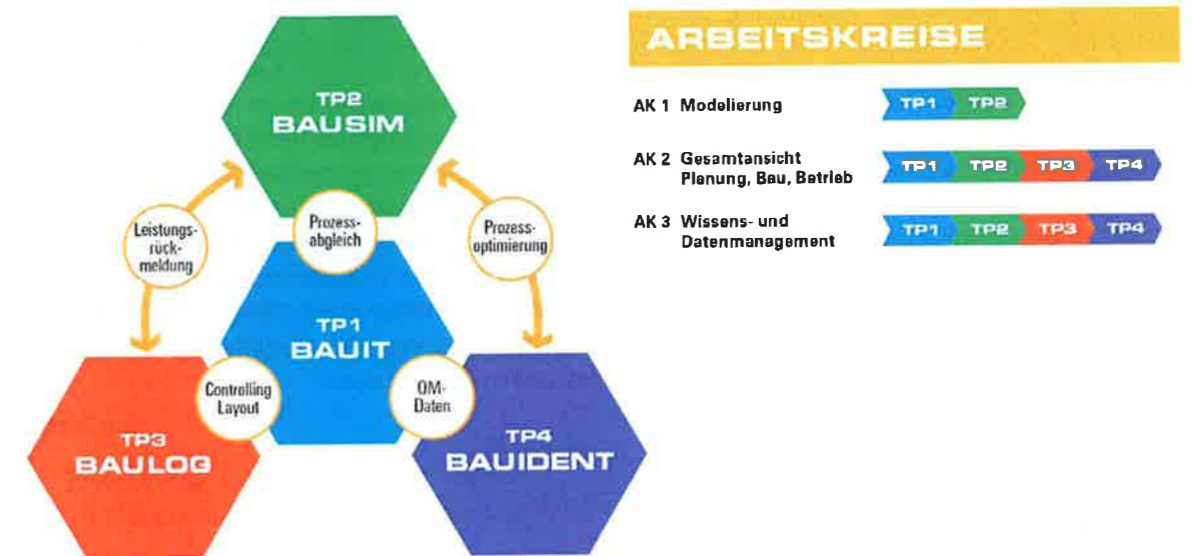
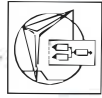


Bild 2 Struktur des Verbundes

TP 1: Digitale Modelle und IT-Systeme

Das Teilprojekt 1 befasst sich mit der integrativen 3D-Modellierung von Bauwerk, Baugelände und Baugrund. Ein wesentlicher Aspekt der Forschungsarbeit liegt dabei in der Entwicklung objektorientierter Produktmodelle zur Erfassung von Geometrie, Semantik und Parametrik aller bei den betrachteten Bauwerken auftretenden Bauteile und anderer bauprozessrelevanter Entitäten (z. B. Bodenschichtung). Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der Entwicklung weitgehend automatisierter Methoden zur Datenerhebung. Hierzu sollen neben der Verwendung parametrischer 3D-CAD-Werkzeuge zur Konstruktion von Bauwerksmodellen der Einsatz moderner Vermessungsmethoden, wie beispielsweise terrestrisches Laserscanning, zur Gewinnung eines 3D-Oberflächenmodells weiterentwickelt und Techniken zur Ableitung von 3D-Baugrundmodellen aus Bohrprofilen erarbeitet werden.

Durch die Verknüpfung des resultierenden 3D-Modells mit dem Bauzeitenplan kann ein 4D-Baustelleninformationsmodell generiert werden, das die Grundlage für die Bauablaufsimulationen und das Supply Chain Management bildet. Um den Anforderungen eines ganzheitlichen Ansatzes zum Baustellenmanagement an Verfügbarkeit und Variabilität eines solchen 4D-Modells zu genügen, soll dessen Verwaltung in einem kommerziell verfügbaren PDM-System erprobt werden.



TP 2: Virtuelle Planung/Baufortschrittskontrolle/Controlling

Das Teilprojekt 2 beschäftigt sich mit den beiden globalen Themen der virtuellen Prozessplanung der Bauabläufe durch Ansätze der ereignisorientierten Ablaufsimulation sowie dem Controlling des realen Baufortschritts hinsichtlich Qualität, Leistung und Kosten. In der Arbeitsvorbereitung der Baustelle soll den Bauleitern bzw. den Projektverantwortlichen durch verschiedene Simulationsszenarien des Bauablaufs eine deutlich verbesserte Entscheidungsgrundlage für eine kosten- und zeitoptimale Bauabwicklung an die Hand gegeben werden. Durch die Koppelung der Realdaten an das virtuelle Modell können diese Ablaufszenarien auch während der Bauzeit aktualisiert werden, falls auf Grund von Witterungseinflüssen oder abweichender Baurandbedingungen, die im Vorfeld nur schwer zu prognostizierten sind, Änderungen der ursprünglichen Planung erforderlich werden.

Die Controllingaufgaben werden unter den drei Gesichtspunkten Leistungs-, Kosten- und Qualitätscontrolling der erbrachten Bauleistung betrachtet. Dabei werden sowohl Maschinendaten als auch zeitdiskrete 3D-Vermessungen der Baustelle zur Dokumentation des Baufortschritts und Gewinnung von prozessrelevanten Kennzahlen untersucht.

Durch die bereits beschriebene starke Verzahnung der Ablaufplanung und -simulation mit den Plan- und Realdaten ist es eine zentrale Aufgabe des zweiten Teilprojektes, ein speziell für die bauindustriellen Prozesse maßgeschneidertes PDM-System auf Basis von industriell verfügbaren Standardkomponenten zu entwickeln. Dieses soll einerseits alle relevanten Prozesse und Beteiligten abbilden, andererseits aber auch die heute im Baualltag verwendeten Datenformate insofern integrieren, als dass die Vision der durchgängigen Datennutzung stets im Fokus der Arbeiten steht. Hierzu sind eingehende Untersuchungen hinsichtlich verfügbarer, für den Maschinenbau optimierter Systeme notwendig, die an die spezifischen Anforderungen der Baubranche angepasst werden müssen.

TP 3: Baulogistik

Das Teilprojekt „Baulogistik“ befasst sich mit der prozessübergreifenden Vernetzung der am Bauobjekt beteiligten Akteure auf den Ebenen des Material- und Güterflusses. Ein durchgängiger Supply Chain Management-Ansatz soll helfen, die Transparenz und Flexibilität der bauindustriellen Wertschöpfungsketten zu erhöhen. Im Rahmen der Baustelleneinrichtungsplanung und des Stoffstrommanagements werden Liefer- und Logistikstrategien für die Materialfluss- und Layoutgestaltung entwickelt.

Aufgrund ihrer Querschnittsfunktion ist die Baulogistik mit allen anderen Teilprojekten sehr stark vernetzt. Zu Teilprojekt 1 besteht eine Zusammenarbeit dahingehend, als dass die Geometriemodelle mit der virtuellen Baustelleneinrichtung kombiniert und entsprechend der verschiedenen Bauphasen angepasst werden. Auch bildet die Baulogistik die Grundlage für die Ablaufszenarien. Dabei liefert das Stoffstrommanagement die Eingangsfaktoren für die Simulation der Transportvorgänge, während die Supply Chain Management-Netzwerke sowohl eine frühzeitige Integration der Lieferanten in die virtuelle Baustellenplanung, als auch die Gestaltung des zugehörigen Leistungs- und Qualitätscontrollings ermöglichen. In enger Abstimmung mit Teilprojekt 4 werden schließlich die technischen Voraussetzungen für eine automatisierte Materialidentifikation und Materialflussverfolgung geschaffen. Die Baulogistik definiert die Identifikationspunkte im Bauprozess und hilft bei der Integration in das übergeordnete Datenverwaltungskonzept.



TP 4: Identifikation/Lokalisierung/Steuerung

Im vierten Teilprojekt werden Methoden zur EDV-gestützten automatisierten Datenerfassung von qualitäts- und leistungsrelevanten Daten auf der Baustelle und deren Integration in das gesamte Datenhaltungskonzept untersucht. Somit soll der Mensch als potenzielle Fehlerquelle im Datenerfassungsprozess weitgehend von diesen Tätigkeiten entlastet werden, um sich auf seine Kernaufgaben konzentrieren zu können und gleichzeitig eine höhere Datenqualität zu erzielen.

Als innovativer Ansatz der Datenerfassung sollen hierzu Sensornetzwerke für die Überwachung der Baumaschinen in einem Pilotversuch auf der Baustelle installiert werden. In Kombination mit speziell für den Baubereich angepassten Ident-Technologien können Material- und Transportströme auf der Baustelle überwacht und nachvollzogen werden.

Neben dem Tracking von Material sowie der Verfolgung von Stoffstromflüssen auf der Baustelle wird in diesem Teilprojekt auch die Erfassung und Weiterverarbeitung von Maschinendaten, wie beispielsweise Verdichtungsdaten der FDVK (flächendeckende Verdichtungskontrolle) von Walzen, definiert. In Bezug auf die Dokumentation des Baustellenlebenszyklus und der späteren Nutzung einer Vielzahl von Daten, beispielsweise aus den Erfassungspunkten im Bauprozess, ist ein allgemeingültiges, standardisierbares Gesamtkonzept zur Datenintegration in das virtuelle Baustellenmodell ein wichtiges Ziel dieses Teilprojektes, um die spätere Weiterverwendung der Forschungsergebnisse in der Praxis gewährleisten zu können.

Mitglieder des Forschungsverbundes

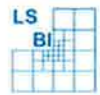
Sprecher:

- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. W. A. Günthner
TU München; Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml)



Wissenschaftliche Projektpartner:

- Prof. Dr. rer.nat. E. Rank
TU München; Lehrstuhl für Computation in Engineering
- Prof. Dr.-Ing. Norbert Vogt
TU München; Lehrstuhl und Prüfamts für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau
- Prof. Dr.-Ing. Gerd Hirzinger
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Institut für Robotik und Mechatronik
- Prof. P. Klaus, D.B.A./Boston Univ.
FAU Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Logistik
- Prof. Dr.-Ing. T. Euringer
Hochschule Regensburg; Fakultät Bauingenieurwesen
- Prof. Dipl.-Ing. W. Stockbauer
Hochschule Regensburg; Fakultät Bauingenieurwesen





Industriepartner:



Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing.
Willibald A. Günthner

Dipl.-Ing. Cornelia Klaubert
Tel.: +49 (0) 89/289 159 73
E-mail: klaubert@fml.mw.tum.de

Dipl.-Ing.
Markus Schorr
Tel.: +49 (0) 89/289 159 52
E-mail: schorr@fml.mw.tum.de