

XIII. Zum mobilen Einsatz elektronischer Bauinformationssysteme auf Baustellen – Zweck, Bedürfnisse, Entwicklungspotentiale

Dipl.-Ing. Martin Krammer, BSc.
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
Lessingstraße 25/II, 8010 Graz
martin.krammer@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

	Abstract.....	160
1.	Einleitung	160
2.	Rahmenbedingungen der Umsetzung von Bauprojekten	161
2.1.	Informationsbedürfnisse	162
2.2.	Wissensmanagement	163
3.	Der Begehungsprozess	163
3.1.	Rahmenbedingungen der Begehungssituation.....	163
3.2.	Beteiligte und deren Interessen	164
3.3.	Grundsätzlicher Ablauf einer Begehung.....	164
3.4.	Kernelemente des Begehungsprozesses	164
4.	Elektronische Bauinformationssysteme.....	165
4.1.	Anforderungen zur IT-Unterstützung des Baubegehungsprozesses	166
4.2.	Die Anforderungen im Kontext der Eigenschaften bestehender elektronischer Bauinformationssysteme	166
5.	Entwicklungspotentiale zur unterstützenden Integration von elektronischen Bauinformationssystemen in den Baustellenbegehungsprozess.....	168
	Literaturverzeichnis.....	169

Abstract

Elektronische Bauinformationssysteme werden in Bauprojekten zur Verwaltung von Baudaten und zur Koordination der Bauabläufe eingesetzt. Elektronische Bauinformationssysteme sind informationstechnologische (IT) Mittel, die sich auf Ebene der bürogebundenen Arbeitsplätze der Planung und Ausführung bewährt haben.

Die Ausprägung dieser elektronischen Unterstützung reicht vom geteilten Zugriff auf zentrale Projekt-Dateiserver bis zu vollständigen Building Information Modeling (BIM) Server Systemen, welche die modellbasierte Bauplanung sowie -ausführung ermöglichen sollen.

Die auf den Projektservern elektronisch vorhandenen Daten werden ab dem Zeitpunkt der realen Bauausführung jedoch oftmals nicht mehr elektronisch geführt. Das heißt, dass Daten aus der Planung in Form von Papierplänen nur analog genutzt werden.¹

Dadurch können Fehler aufgrund von nicht erkannten Planänderungen entstehen. Ebenso werden die durch die Bauausführung entstehenden Daten üblicherweise weder elektronisch erfasst noch direkt in die Server eingespielt. Stand der Praxis ist die konventionelle Erfassung von Baustellendaten mit Bleistift und Papier und etwaige nachlaufende Übertragung ins elektronische Projektssystem.²

Dieser Beitrag umreißt die Hemmnisse der bestehenden elektronischen Bauinformationssysteme im Kontext der Baustellenbegehung, eines zentralen Informationsprozesses der Bauausführung. Durch Betrachtung der Möglichkeiten moderner, elektronischer Mobilsysteme wird formuliert, mit welchen informationstechnologischen Entwicklungen bzw. Forschungsmaßnahmen sinnvolle elektronische Unterstützungsmöglichkeiten für die Bauausführung in bestehende Bauinformationssysteme integriert werden können.

1. Einleitung

Die Baubegehung ist ein Kernprozess der Bauüberwachung und bildet das Bindeglied zwischen Planung und Ausführung. Die Begehung dient der Leistungsfeststellung bzw. -abstimmung in der Bauausführung. Eine offensichtliche Herausforderung ist die Erfassung, Interpretation und passende Dokumentation der realen Bauergebnisse (IST) zum Vergleich mit den bestellten (SOLL).

¹ Bowden et. al.: Mapping site processes for the introduction of mobile IT.

² Chen und Kamara: A framework for using mobile computing for information management on construction sites, Seite 776f.

Wie wird die vollständige Wirklichkeit des analogen Resultats auf passende Daten bzw. Informationen abstrahiert, damit die Einordnung in den meist digitalen Informationskontext der Planung möglich wird? Was bei der Abstraktion relevant bzw. wie das Ergebnis interpretiert wird, entscheidet der Bauingenieur mit seinem Fachwissen; darauf folgt eine reale Maßnahme im Bauablauf.

Die Abstraktion muss darüber hinaus so dokumentiert werden, dass aus einer möglichen, späteren Betrachtung dieser Dokumentation mit entsprechendem Fachwissen wieder auf die Wirklichkeit geschlossen werden kann. Da Informationsverluste bei Abstraktionen unausweichlich sind, erfordern sie das Wissen um Rahmenbedingungen der Dokumentation. Es muss z.B. beachtet werden, dass die Darstellung der Wirklichkeit in der dokumentierten Abstraktion neben der Problemstellung zum Dokumentationszeitpunkt auch für andere Erkenntnisse wichtig ist bzw. werden kann.

Einer Dokumentation in diesem Sinne abträglich ist, dass die Dokumentation für „später“ für gewisse Beteiligte weniger Wichtigkeit hat, als die Informationen zur Umsetzung der unmittelbar folgenden Maßnahmen. Zur Unterstützung einer qualitativen Dokumentation, ist es daher notwendig den Dokumentationsvorgang effizient zu gestalten – den Aufwand für (Mehrfach-)Eingaben zu minimieren bzw. natürlich zu gestalten.

Die Strukturierung und zentrale Verfügbarkeit der Bauprojektdateien wird bei größeren Bauvorhaben häufig über elektronische Bauinformationssysteme bzw. Projektplattformen sichergestellt. Diese Systeme ermöglichen durch ihren Server-basierten Aufbau eine Verteilung und Bearbeitung der Daten bzw. die effiziente Kommunikation über viele Projektbeteiligte hinweg. Diese Plattformen sind gut geeignet für den effizienten Datenfluss bzw. die Kommunikation zwischen den Planern sowie zur Kommunikation des SOLL-Zustandes in Richtung der Bauausführung. Mangelhaft ist der Rückfluss der IST-Daten aus der Bauausführung wegen technologischer, psychologischer und sonstiger inhärenter Hindernisse der mobilen Baustellensituation.

In diesem Beitrag wird analysiert, welche Aspekte von bestehenden elektronischen Bauinformationssystemen derzeit eine bidirektionale Datennutzung auf Baustellen behindern. Speziell geschieht die Analyse anhand der wichtigen Datenentstehungssituation der *Begehung*. Danach wird formuliert, welche Entwicklungen zur elektronischen Integration des Bauausführungsprozesses notwendig sind.

2. Rahmenbedingungen der Umsetzung von Bauprojekten

Aufgrund der heute üblichen, auf Arbeitsteilung von Spezialisten basierenden Umsetzung von Bauprojekten ergibt sich eine Vielzahl von beteiligten Personen und Unternehmen mit natürlicherweise gegenläufigen wirtschaftlichen Interessen. Um die Einzelinteressen jeweils erreichen zu können, müssen die Beteiligten in ihrem Zuständigkeitsbereich am gemeinsamen Gesamtziel der Fertigstellung des Bauprojekts mitarbeiten.

Diese Mitarbeit erfordert einerseits die qualitativ und quantitativ geforderte Ausführung der eigenen Leistung, damit nachfolgende Arbeiten von anderen Beteiligten erfolgreich umgesetzt werden können. Andererseits entsteht durch die Arbeitsteilung an etlichen Punkten der Bauausführung die Notwendigkeit zur Kommunikation bzw. Koordination von Personen und Arbeiten.

2.1. Informationsbedürfnisse

Abstrakt formuliert bedeutet diese fragmentierte Baustellenkommunikation eine oftmalige Übergabe von Daten von einem Sender an einen Empfänger (siehe Bild XIII-1). Die Datenübertragung soll einen Wissenstransfer schaffen. Die Ausprägung von individuellem Wissen basiert auf einem Strukturrahmen aus persönlichen Erfahrungen, Werten und Normen. Ein Sender muss aus seinem Wissen relevante Informationen abstrahieren und zur Übertragung im entsprechenden Kommunikationsmedium über Einzeldaten kodieren bzw. formulieren. Der Empfänger muss die Daten wieder dekodieren und in seinem Strukturrahmen entsteht daraus sein individuelles Wissen zu den empfangenen Daten.³

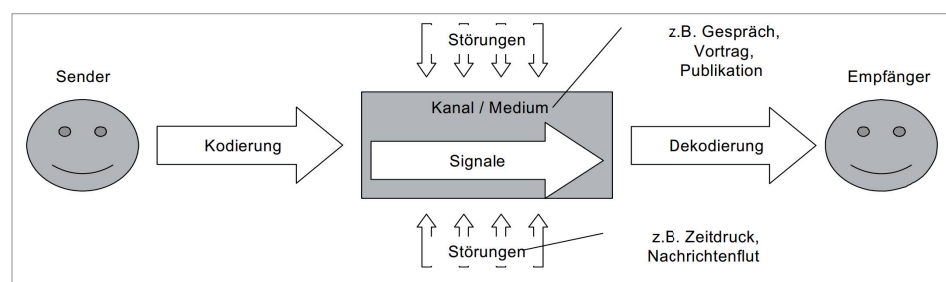


Bild XIII-1 Sender-Empfänger-System (Girmscheid: Strategisches Bauunternehmensmanagement, Seite 863)

Aufgrund der gewünschten Zusammenarbeit von Spezialisten besitzen Sender und Empfänger a priori fachlich nur einen begrenzt einheitlichen Strukturrahmen bzw. Sprachschatz und letztlich kompatibles Wissen. Diese Situation lässt prinzipiell erwarten, dass relevantes Wissen bei der Kodierung/Übertragung an dieser Schnittstelle verloren geht.

Solche Schnittstellenprobleme können zu Ausführungsmängeln führen, wenn die fehlende relevante Information außerordentlich bzw. nicht erkennbar ist, da aus der Verknüpfung von Informationen Wissen entsteht. Diese objektive Qualität des Wissens führt zum Maß des Erfolgs der Ausführung von geplanten Arbeiten.

Arbeiten der modernen Bauausführung werden zeitoptimiert organisiert. Entstehende Parallelitäten führen zu komplexen Kommunikationserfordernissen; d.h. ausführende Personen müssen potentiell Informationen über Vorgänge erhalten, die zeitlich und örtlich nicht erkennbar zusammenhängend sind.

³ Girmscheid: Strategisches Bauunternehmensmanagement, Seite 862f.

Es entsteht eine Situation wo der Träger einer relevanten Information nicht als Sender für den Empfänger auftritt oder auftreten kann. Damit ist aus der Bausituation heraus die notwendige synchrone Kommunikation nicht möglich.

2.2. Wissensmanagement

Die Lösung ist die organisatorische Vorgabe von durchzuführenden Tätigkeiten, welche sowohl der synchronen als auch der asynchronen Kommunikation zur Bereitstellung wissensrelevanter Informationen dient.

Was ist jedoch wissensrelevante Information? Wird eine für den aktuellen Bauablauf bzw. die aktuell zuständigen Personen nicht relevante Information später für das Wissen anderer Personen doch relevant? Diese Fragestellungen führen zur Erkenntnis, dass der Erfolg von Bauprojekten stark von Informationsflüssen beeinflusst wird. Die ganzheitliche Betrachtung und Organisation der Informationen erfordert die Definition von dezidierten Wissensmanagementaufgaben im Bauprojekt.

Ein in Bauprojekten zentrales, organisatorisch vordefiniertes Mittel der Wissensweitergabe bzw. Informationsübertragung ist die Begehung.

3. Der Begehungsprozess

Die Begehung ist ein Mittel zur synchronen Kommunikation zwischen Baubeteiligten. Die Begehung versucht durch die Teilnahme von oftmals mehreren Personen einen Effizienzgewinn der synchronen Kommunikation durch die parallele Übertragung von Informationen von einem Sender zu mehreren Empfängern. Da die Informationsverluste bei der Kommunikation zwischen Sender und Empfänger von der Höhe des gemeinsamen Sprachschatzes bzw. der Überschneidung des thematischen Interesses abhängt, werden Begehungen thematisch, zeitlich und personell abgestimmt. Z.B. werden während des Bauablaufs fortlaufend Überprüfungen zu den ausgeführten Bauleistungen durchgeführt. Es bedarf eines Vergleichs zwischen der bestellten und der gelieferten Qualität.

Aus diesen Voraussetzung ergeben sich die im Folgenden beschriebenen wesentlichen Rahmenbedingungen eines abstrakten Begehungsprozesses.

3.1. Rahmenbedingungen der Begehungssituation

Eine Begehung entsteht aus dem Bedürfnis vertraglich vereinbarte Leistungen zwischen Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer(n) (AN) während bzw. nach der Ausführung zu überprüfen, zu koordinieren und anzuerkennen. Dafür wird das betreffende Resultat der Leistung vor Ort bei einer Begehung besichtigt, bewertet und dokumentiert.

3.2. Beteiligte und deren Interessen

Der AG hat beim AN Bauleistungen mit bestimmter Qualität, Zeit und Preis bestellt. Bei ordnungsgemäßer Umsetzung vergütet der AG den AN nach vertraglichen Vereinbarungen. Bestehen Abweichungen der gegenseitigen Erwartungen ergeben sich aus der Diskussion der erkannten Differenzen Handlungsanweisungen.

Die Situation ist ein Wechselspiel aus tolerierbarem Mehraufwand in der Leistungserstellung sowie tolerierbarer reduzierter Vergütung bzw. Qualität unter der Randbedingung der möglichen Terminflexibilität.

3.3. Grundsätzlicher Ablauf einer Begehung

Formell treffen sich AG und AN zur Bewertung durchgeführter Bauleistungen. Im Speziellen können an der Begehung verschiedenste Personen in der Rolle des AG-Vertreters bzw. AN teilnehmen; abhängig ist dies vom dezidierten bautechnisch-organisatorischen Grund der Begehung.

Teilnehmer und Thema der Begehung müssen aufgrund von vertraglichen Verpflichtungen, organisatorischen Festlegungen oder aufgrund bautechnischer Gegebenheiten vorbereitet und geplant werden. Dabei werden bestehende Informationen verwendet, welche eventuell erst über Kommunikationsmittel eingeholt werden müssen, sowie weitere Daten generiert.

Nach der inhaltlichen Vorbereitung wird die Begehung vorab von einer Partei terminlich initiiert. Der Begehungstermin muss mit den teilnehmenden Personen über Kommunikationsmittel koordiniert werden.

Zum Zeitpunkt der Begehung wird der geplante Begehungsinhalt mit den Teilnehmern abgearbeitet. Diskussionen ergeben dabei ein gemeinsames bzw. individuelles Verständnis der Situation. Daraus entsteht ein schriftliches Protokoll und damit Dokumentationsbedarf.

3.4. Kernelemente des Begehungsprozesses

Die Begehung als Prozess mit Vor- und Nachbereitung besteht also an vielen Punkten aus Kommunikationstätigkeiten zwischen Spezialisten mit teilweise verschiedenen Interessen. Die Kommunikation basiert auf schon vorhandenen oder im Zuge der Begehung aufgenommenen Informationen. Den Hauptteil trägt die synchrone, mündliche Kommunikation. Eine vertraglich definierte Dokumentationsverpflichtung erfordert die Übertragung in schriftliche Dokumentation, einem sog. Protokoll. Darüber hinaus soll dieses Protokoll später eine Informationsgrundlage für weitere Kommunikationsereignisse bieten.

4. Elektronische Bauinformationssysteme

Bauprojektinformationen müssen schriftlich dokumentiert werden. Viele verschiedene Bauleistungen und beteiligte Personen produzieren Datengrundlagen, deren Informationsgehalt zugänglich gemacht werden muss.

In Bauprojekten wird dafür häufig zumindest ein zentraler Projektdatenserver eingesetzt, damit alle Beteiligten auf der gemeinsamen Datenbasis arbeiten können. Im einfachsten Falle wird ein Zugriff auf ein gemeinsames Dateisystem ermöglicht. Darüber hinaus kann ein Einsatz von elektronischen Bauinformationssystemen zur multidimensionalen Datenstrukturierung sowie der elektronischen Bauprozessunterstützung dienen.

Eine Verbesserung gegenüber simpler zentraler Dateiverwaltung stellt ein Dokumentenmanagement-System dar, welches beliebige Projekt- bzw. Dokumentstrukturen abbilden kann und somit eine effizienten Informationsabruf bzw. Suche ermöglicht. Die Strukturmetainformationen werden durch Ablage und Verknüpfung der Ressourcen in einer Datenbank umgesetzt.⁴

Bauprojekte mit höheren organisatorischen Herausforderungen setzen zur Verwaltung der gemeinsamen Datenbasis darüber hinaus elektronische Bauinformationssysteme bzw. virtuelle Projekträume ein. Sie ermöglichen die Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg durch Bereitstellung von bauprozessunterstützenden Funktionen wie Kalender, Kommunikation, Dokumentverknüpfungen etc. Auch diese Systeme basieren auf einer Integration von Dokumenten, Meta- und Prozessinformationen in Datenbankschemata mit zusätzlicher informationstechnologischer Prozessunterstützung.⁵

Die höchstentwickelte Form eines elektronischen Bauinformationssystems setzt die Prinzipien des Building Information Modeling (BIM) um. Der modellbasierte Kern eines BIM Systems bildet die reale Bausituation schon während der Planung virtuell ab. Jegliche baurelevanten Daten der Planung sowie Ausführung werden anhand des Modells in einer entsprechenden Datenbank gespeichert und verknüpft. Einige der Daten sind physikalisch z.B. geometrische Abmessung, Lage etc., andere sind parametrisch veränderbare Eigenschaften, welche spezifische Bauteile innerhalb eines Typs spezialisieren wie Lieferant, Material etc. Damit werden vorausseilende Bausimulationen für technische, monetäre oder zeitliche Problemevaluierungen möglich.⁶

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit fußt jedoch nicht nur auf Methoden und informationstechnologischen Werkzeugen, es bedarf auch einer Projektkultur, die den strukturierten Informationsaustausch zwischen allen Projektbeteiligten fördert.⁷

4 Günthner, Borrmann: Digitale Baustelle, Seite 126f.

5 Günthner, Borrmann: Digitale Baustelle, Seite 128f.

6 Kymmel: Building Information Modeling, Seite 29f.

7 Günthner, Borrmann: Digitale Baustelle, Seite 117.

4.1. Anforderungen zur IT-Unterstützung des Baubegehungsprozesses

Begehungen finden in der realen Umwelt statt, um ausgeführte Bauleistungen bewerten zu können. Dabei bewegen sich mehrere Personen gemeinsam über das abgegrenzte Bauprojektgebiet.

Die Integration von IT in Baustellenprozesse sollte nicht nur darauf fokussiert sein, generiertes Wissen aufzunehmen und zu verarbeiten, da dies an den Bedürfnissen der Benutzer vorbei zielt. Shelbourn et. al. zeigt im Gegensatz dazu die Erfolge des Einsatzes von IT-Systemen auf Baustellen, deren Fokus vielmehr auf der Unterstützung der eigentlichen Tätigkeit liegt.⁸

Daraus und aus der Abstraktion des Baustellenbegehungsprozesses in Abschnitt 3 lassen sich Kernanforderungen für eine informationstechnologische Unterstützung ableiten:

- Ein elektronisches Bauinformationssystem sollte Informationen zu betreffenden Bauteilen zur Kommunikationsunterstützung vor Ort abrufbar machen - es muss also mobil mitgeführt werden können.
- Um einen Technologiebruch zu vermeiden, sollte ein elektronisches Bauinformationssystem die Dateneingabe für während der Begehung entstandene Informationen zulassen. Daten werden in Bauprojekten heute generell elektronisch (weiter-) verarbeitet, daher sollte auch die initiale Dateneingabe elektronisch erfolgen.
- Ein elektronisches Bauinformationssystem sollte den Begehungsprozess effizienter gestalten, sodass der Zeitaufwand in Summe für alle Beteiligten verkleinert wird.
- Elektronische Bauinformationssysteme sollten neue Möglichkeiten der Informationstechnologie zur Entlastung der Begehungsbeteiligten bereitstellen.

4.2. Die Anforderungen im Kontext der Eigenschaften bestehender elektronischer Bauinformationssysteme

Im Folgenden werden für die Begehung erkannte Anforderungen mit Eigenschaften bestehender Systeme verglichen und Entwicklungspotentiale formuliert.

Im Einsatz befindliche, elektronische Bauinformationssysteme sind aufgrund der Anforderung nach einer zentralen Datenhaltung durchwegs Server-basierte Lösungen. D.h. eine notwendige Online-Fähigkeit geht zu meist so weit, dass aufgrund des Einsatzes einfach zu implementierender

⁸ Shelbourn et. al.: Managing knowledge in the context of sustainable construction, Seite 61.

Webtechnologien eine Online-Notwendigkeit besteht. Datenaustausch und Benutzung hängt deshalb stark an einer Verbindung zum Server.

Mobilkomponenten dieser Systeme sind damit möglich, aber nur in Bereichen mit Netzanbindung sinnvoll benutzbar. Da Bauwerke auch an entlegenen Orten bzw. Untertage entstehen, kann eine Lösung mit Online-Verfügbarkeitszwang nicht generell funktionieren.

Es kann daraus abgeleitet werden, dass für elektronische Begehungsunterstützung in Bereichen mit Netzunterbrechung eine Offline-Fähigkeit der Mobilkomponenten für Dateneingaben und –abrufe zwingend notwendig ist.

Die Synchronisation von Daten erfolgt später bei neuerlicher Datenverbindung. Zu beachten ist, dass die gemeinsame Datenmanipulation von mehreren Projektbeteiligten daher zu potentiellen Datenkonflikten führen können.

Die Vermeidung des Technologiebruchs ist ein großer Gewinn im Sinne der Fehlervermeidung und Zeitersparnis für Mehrfacheingaben. Es muss aber erkannt werden, dass mobile Manipulation von Server-basierten (großen) Datenbeständen sehr umständlich sein kann.

Erstens ist der mobile Dateneingabeprozess per sé im Vergleich zu Bürosystemen ineffizient; der Vorteil ergibt sich hauptsächlich durch die Ersparnis von Mehrfacheingaben bzw. die verbesserte, inhaltliche Datenqualität von vor-Ort Eingaben durch den direkten Bezug zur dokumentierten Sache. Mobile Systeme sollten so verwendet werden, dass nur die sinnvollen Dateneingaben vor-Ort durchgeführt werden müssen bzw. diese als elektronische Erinnerungsfunktion wirken können. Die Ergänzung sowie Aufbereitung von vor-Ort Daten im Büro kann den Eingabeprozess effizient abschließen.

Elektronische Systeme sollten nicht dafür verwendet werden den konventionellen Prozess mit Papier-und-Bleistift elektronisch abzubilden, sondern die informationstechnologischen Vorteile nutzen. Skizzen können oftmals durch digitale Fotografien ersetzt werden; notwendige Anmerkungen können vor Ort im Foto skizziert werden bzw. textlich annotiert werden. Die Audio- und Videofähigkeiten moderner Mobilgeräte ermöglichen multimediale Notizen, die Papier-und-Bleistift-Methoden an Flexibilität und Nutzen weit übertreffen. Elektronische Systeme erlauben die sofortige Einordnung in bestehende Datenstrukturen, womit das Problem der „losen Blätter“ ebenso beseitigt ist.

Elektronische Systeme können Prozesse so unterstützen, dass ein Einbinden von Ortsinformationen eine Kontext-basierte Datenfilterung ermöglicht.⁹ Während der Begehung ständig abrufbare Ortsinformation kann darüber hinaus katalysatorisch wirken und weitere Bauprozess-unterstützende Anwendungen ermöglichen.

⁹ Behzadan et. al.: Ubiquitous location tracking for context-specific information delivery on construction sites, Seite 737

5. Entwicklungspotentiale zur unterstützenden Integration von elektronischen Bauinformationssystemen in den Baustellenbegehungsprozess

Nach Rebolj und Menzel ist „Mobile Computing“ der Weg zum effektiven Einsatz von IT-unterstützten Prozessen in der Bauausführung.

Der Baustellenbegehungsprozess als zentraler Wissensübertragungspunkt in der Bausausführung wird von elektronischen Bauinformationssystemen erst in Ansätzen unterstützt.

In der Analyse konnten einige Schwachstellen für die mobile Nutzung der bestehenden Systeme identifiziert werden. Diese Schwachstellen sind konzeptionell und technologisch bedingt, können aber weitestgehend durch informationstechnologische Weiterentwicklungen beseitigt werden.

Darüber hinaus ist die Ortsinformation ein wesentlicher Erfolgsfaktor des mobilen Baustelleneinsatzes, deren Nutzung Inhalt kontextuell unterschiedlichster bauinformatischer Forschungsarbeiten ist.^{10, 11} Es ist zu beobachten, dass Ortsinformationen notwendigerweise zwar immer wieder in Anwendungsbetrachtungen miteinbezogen wurden, zu Demonstrationszwecken wurden jedoch Positionierungstechnologien verwendet, die nicht generell für Baustellen tauglich sind bzw. mittlerweile durch passendere Technologien ersetzt werden können.

Aufgrund von technologischen Weiterentwicklungen sollte die Bauinformatik weiter an der Definition von Anbindungsmöglichkeiten externer Positionierungssysteme arbeiten bzw. an neuen prozessorientierten Nutzungsmöglichkeiten von genaueren Ortsinformationen im Baukontext weiterforschen.

10 Hammad et. al.: Mobile Infrastructure Management Support System Considering Location and Task Awareness.

11 Menzel et. al.: Context-sensitive process and data management on mobile Devices.

Literaturverzeichnis

Behzadan, A.; Zeeshan, A.; Anumba, C.J.; Kamat, V.R.: Ubiquitous location tracking for context-specific information delivery on construction sites, Elsevier Journal of Automation in Construction, Vol. 17, Issue 6, Seite 737-748, New York, 2008

Bowden, S.; Dorr, A.; Thorpe, A.; Anumba, C.J.: Mapping site processes for the introduction of mobile IT, Proceedings of the 5th European Conference on Product and Process Modelling in the Building and Construction Industry, Türkei, Istanbul, 2004

Chen, Y.; Kamara, J.: A framework for using mobile computing for information management on construction sites, Elsevier Journal of Automation in Construction, Vol. 20, Issue 7, Seite 776-788, 2011

Girmscheid, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. Prozessorientiertes integriertes Management für Unternehmen in der Bauwirtschaft, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.

Günthner, W.; Borrmann, A.: Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

Hamad, A.; Garret, H.; Karimi, H.: Mobile Infrastructure Management Support System Considering Location and Task Awareness, Proceedings of Towards a Vision for Information Technology in Civil Engineering, Seite 1-10, 2003.

Kymmell, W.: Building Information Modeling. Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations, McGraw-Hill, 2008.

Menzel, K.; Eisenblätter, K.; Keller, M.; Scherer, R.J.: Context-sensitive process and data management on mobile devices, Proceedings of the 5th European Conference on Product and Process Modelling, Slowenien, Portoroz, 2002

Motzko, C.: Praxis des Bauprozessmanagements: Termine, Kosten und Qualität zuverlässig steuern, Ernst & Sohn Berlin 2013.

Rebolj, D.; Menzel, K.: Mobile Computing in Construction (Editorial), The Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 9, Special Issue Mobile Computing in Construction, Seite 281-283, 2004.

Shelbourn, A.; Bouchlaghem, D.; Anumba C.J.; Carillo, P.; Khalfan, M.; Glass, J.: Managing knowledge in the context of sustainable construction, The Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 11, Seite 57-71, 2006.

