

BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Modell zur Unterstützung baulogistischer Prozesse entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft (Kurztitel: Modell „BAULOG“)

Vom Fachbereich D (Abteilung Bauingenieurwesen)
der Bergischen Universität Wuppertal

genehmigte

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
DOKTOR-INGENIEUR (Dr.-Ing.)

von

Dipl.-Ing. (TH) Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Anica Meins-Becker

Eingereicht im:	Dezember 2010
Prüfung am:	03. Mai 2011
Erster Gutachter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus
	LuF Baubetrieb und Bauwirtschaft
	Bergische Universität Wuppertal
Zweiter Gutachter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Georg Pegels
	LuF Theoretische Methoden und Angewandte Informatik
	Bergische Universität Wuppertal
Vorsitzender:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Felix Huber
	LuF Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen
	Bergische Universität Wuppertal
Weiteres Mitglied:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Anders
	Lehrstuhl für Werkstoffe im Bauwesen
	Bergische Universität Wuppertal

Bericht – Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Band 1/2011

Anica Meins-Becker

Modell zur Unterstützung baulogistischer Prozesse entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft

Modell „BAULOG“

Shaker Verlag
Aachen 2011

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

Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2011

Copyright Shaker Verlag 2011
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0449-6
ISSN 2193-2557

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort (Hrsg.)

Die Prozesse der Logistik sind wesentlich bei der Erstellung eines Bauwerks. In den letzten Jahren ist es bereits vielen Industriezweigen gelungen, den Erfolg durch wissenschaftliche Forschung und die Entwicklung geeigneter Instrumente zur Optimierung der Logistikprozesse zu steigern. In der Bauwirtschaft wird hier noch erhebliches Potenzial vermutet.

Hier setzt die vorliegende Dissertation mit der Entwicklung eines Modells zur Unterstützung baulogistischer Prozesse entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft (kurz: Modell „BAULOG“) an. Durch (teil-)automatisiertes Erfassen und Kontrollieren von Ist-Daten und rechtzeitiges Steuern von Prozessen in Echtzeit sowie eine zeitnahe, medienbruchfreie Dokumentation von Prozessdaten i.V.m. einem unternehmensinternen und -externen Informationsfluss können mit Hilfe der einzelnen Strukturelemente zahlreiche Probleme in der Baulogistik beseitigt werden.

Mai 2011 Manfred Helmus

Vorwort der Verfasserin

Die vorliegende Forschungsarbeit ist während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal im Rahmen von Forschungsprojekten der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ entstanden.

Meine sehr große Wertschätzung und mein besonderer Dank für das mir entgegengebrachte Vertrauen sowie die Anregungen, Betreuung und stete Unterstützung während der Erstellung dieser Arbeit gelten meinem akademischen Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus.

Ebenso herzlich danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Georg Pegels für die Übernahme der weiteren Begutachtung dieser Arbeit.

Insbesondere meiner Kollegin Agnes Kelm und meinem Kollegen Lars Laußat danke ich für die gute Zusammenarbeit, ihre Diskussionsbereitschaft und Unterstützung während der Erstellung der Arbeit.

Mein weiterer Dank gilt den Studenten, die ich im Rahmen ihrer Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten betreuen durfte und die mit ihren Arbeiten wichtige Impulse für meine Dissertation gegeben haben.

Den Forschungspartnern der „ARGE RFID-Technologien im Bauwesen“ und den beteiligten Mitarbeitern der Praxispartner danke ich für die gute Zusammenarbeit.

Schließlich danke ich meinen Freunden und meiner Familie sowie ganz besonders meinen Eltern, meinem Mann Hendrik Becker und meinen beiden Töchtern für den großen Rückhalt, nicht nur während der Zeit der Erstellung der Dissertation.

Mai 2011 Anica Meins-Becker

Kurzbeschreibung

Die Logistik hat sich in den letzten Jahren in Branchen wie z.B. der Automobilindustrie oder dem Handel zu einem leistungsfähigen Managementwerkzeug entwickelt. Auch die Bauwirtschaft entdeckt in der Baulogistik zunehmend Potenzial betriebswirtschaftlicher Rationalisierung. Veröffentlichungen berichten von neuen Konzepten und Methoden zur Unterstützung baulogistischer Prozesse. Die Praxis zeigt allerdings, dass bisher die Instrumente zur Umsetzung fehlen.

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, einige dieser Instrumente durch das Modell „BAULOG“ zu entwickeln und entlang von Prozessketten vorzustellen. Ausgangspunkt bildet eine (teil-)automatisierte Erfassung von Ist-Prozessdaten i.V.m. einem lückenlosen, transparenten Informationsfluss. Hierdurch werden das Kontrollieren von Logistikprozessdaten in Echtzeit und das rechtzeitige Steuern der Prozesse sowie die medienbruchfreie Dokumentation der Ergebnisse ermöglicht. Folglich können wesentliche Probleme entlang von Prozessketten beseitigt und die Ziele eines Bauprojekts hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualitäten erreicht werden.

Grundgedanke des Logistikmodells ist die Interaktion verschiedener Strukturelemente. Die Basis für die Ist-Erfassung der Prozessdaten wird einerseits durch das erste Strukturelement geliefert, welches eine eindeutige und möglichst dauerhafte Kennzeichnung von Objekten, d.h. Material, sowie logistischer Stationen und Ressourcen und logistischer Vorgänge mittels AutoID-Techniken ermöglicht. Andererseits wird für die Ist-Erfassung der baulogistischen Prozessdaten innerhalb des zweiten Strukturelements die Kopplung logistischer Daten an eine eindeutige Nummer zur Kennzeichnung und Identifizierung vorgesehen. Um neben der Erfassung auch das Kontrollieren der Prozessdaten, das Steuern der Prozesse und das Dokumentieren der Ergebnisse zu ermöglichen, werden der Einsatz von Standards im Rahmen des dritten Strukturelements für das AutoID-System sowie das Nummernsystem zur einheitlichen Kennzeichnung von Material auf entsprechender Ebene in Abhängigkeit der logistischen Einheit genutzt. In diesem Zusammenhang ist der Einsatz einer geeigneten Datenstruktur als viertes Strukturelement unabdingbar.

Das Modell wurde beispielhaft entlang ausgewählter baulogistischer Prozessketten angewendet und validiert.

Abstract

In industries such as automotive industry or trade, logistics has developed to an efficient management tool in recent years. The building and construction industry also discovers increasingly the potential of business management rationalization of construction logistics. Publications report on new concepts and methods to support construction logistics processes. Practice shows that the instruments for the implementation are still missing.

The research work aims for the development and presentation of some of these tools by the model “BAULOG”. By a (partially) automated tracking of actual process data in conjunction with an uninterrupted and transparent information flow, particularly the monitoring of logistics process data in real time, the timely control of the processes and the media-documentation of the results are intended to eliminate significant problems along process chains. The objectives of a construction project with regard to schedule, cost and quality can be achieved.

Basic idea of the logistics model is the interaction of different structure elements. For the actual collection of process data the first structure element is given by a unique and permanent labeling of objects, i.e. material as well as logistical stations, resources and logistical operations using auto-ID technologies. Otherwise is planned within the second structure element the coupling of logistics data to a unique identification number for labeling and identification the objects. In order to achieve next to the collection of process data the monitoring of process data, the controlling of the processes and the documentation of the results, the use of standards is planned within the third structure element for the AutoID system and the numbering system for the uniform labeling of material at the appropriate level depending on the logistics unit. In this content the deployment of a suitable data structure is indispensable and is planned within the fourth structure element.

The model was applied to selected exemplary construction logistics process chains and validated.

Inhaltsverzeichnis (Übersicht)

Vorwort der Verfasserin ..... **I**

Kurzbeschreibung ..... **III**

Abstract ..... **V**

Inhaltsverzeichnis (Übersicht) ..... **VII**

Inhaltsverzeichnis ..... **IX**

Abbildungsverzeichnis ..... **XV**

Tabellenverzeichnis ..... **XIX**

Abkürzungsverzeichnis und Akronyme ..... **XXI**

1 Einleitung **1**

2 Baulogistik – Prozesse entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft **7**

3 Analyse von Schwachstellen entlang bau-logistischer Basisprozesse **25**

4 Theoretische Grundlagen des Modells „BAULOG“ **45**

5 Das Modell „BAULOG“ **83**

6 Zusammenfassung, Kritik und Ausblick **145**

Literaturverzeichnis **151**

Anlagenverzeichnis **161**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Verfasserin ..... **I**

Kurzbeschreibung ..... **III**

Abstract ..... **V**

Inhaltsverzeichnis (Übersicht) ..... **VII**

Inhaltsverzeichnis ..... **IX**

Abbildungsverzeichnis ..... **XV**

Tabellenverzeichnis ..... **XIX**

Abkürzungsverzeichnis und Akronyme ..... **XXI**

1 Einleitung **1**
1.1 Problemstellung 1
1.2 Zielsetzung 2
1.3 Forschungsansatz 3
1.4 Forschungsvorgehensweise 3
1.5 Vorveröffentlichungen 5

2 Baulogistik – Prozesse entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft **7**
2.1 Grundlagen der Logistik 7
2.1.1 Ursprung, Entwicklung und Definition 7
2.1.1.1 Ursprung 7
2.1.1.2 Entwicklung und Definition 8
2.1.2 Aufgabenfelder, Ziele und Objekte der Logistik 11
2.1.3 Logistiksysteme 12
2.2 Grundlagen der Baulogistik 15
2.2.1 Ursprung, Entwicklung und Definition 16
2.2.2 Aufgabenfelder, Ziele und Objekte der Baulogistik 17
2.2.3 Logistiksysteme im Bauwesen 18
2.3 Versorgungskette der Bauwirtschaft 20
2.3.1 Definition Versorgungskette 20
2.3.2 Abgrenzung zum Begriff der Logistikkette 20
2.3.3 Abgrenzung zum Begriff der Wertschöpfungskette 20

2.4 Identifizierung von baulogistischen Basisprozessen entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft ... 21
2.4.1 Der Prozessbegriff ... 21
2.4.2 Logistikprozesse und Arten der Gütertransformation ... 21
2.4.3 Grundlagen zur Identifizierung von Prozessen ... 22
2.4.4 Ableitung baulogistischer Basisprozesse ... 23

3 Analyse von Schwachstellen entlang bau-logistischer Basisprozesse .. 25
3.1 Baulogistische Basisprozesse beim Zulieferer ... 25
3.1.1 Kennzeichnung und Identifizierung von Material ... 25
3.1.1.1 Kennzeichnung von Material beim Hersteller ... 26
3.1.1.2 Kennzeichnung von Material beim Zulieferer ... 27
3.1.1.3 Kennzeichnung von Material auf der Baustelle ... 27
3.1.2 Kennzeichnung von Stationen und Ressourcen ... 28
3.1.3 Planung im Technischen Büro ... 29
3.1.4 Bestellwesen zwischen Baustelle und Zulieferer ... 29
3.1.5 Prüfung der Verfügbarkeit von Material ... 30
3.1.6 Auslieferung inklusive Vorkommissionierung, Kommissionierung, Lieferscheinerstellung, Verladung und Warenausgangskontrolle ... 30
3.1.7 Prozessbegleitendes Buchen in entsprechenden Bestandsverwaltungssystemen und zugehöriger Informations- und Belegfluss ... 31
3.1.8 Rücklieferung inklusive Abladen und Wareneingangs-kontrolle, Zwischenlagerung, Reinigung und Reparatur, Einlagerung ... 31
3.2 Baulogistische Basisprozesse auf der Baustelle ... 32
3.2.1 Zufahrtskontrolle ... 32
3.2.2 Wareneingangskontrolle und Abladen ... 33
3.2.3 Kennzeichnung von Stationen und Ressourcen ... 33
3.2.4 Abruf zur Rücklieferung ... 34
3.2.5 Vorkommissionierung, Kommissionierung, Rücklieferscheinerstellung, Verladung und Warenausgangskontrolle ... 34
3.2.6 Informations- und Belegfluss ... 34
3.2.7 Dokumentation im Bautagebuch ... 36
3.3 Forschungslücke, Forschungsbedarf und Bestätigung des Forschungsziels ... 41

4 Theoretische Grundlagen des Modells „BAULOG“ ... 45
4.1 AutoID-Systeme (Barcode- und RFID-Technik) ... 45
4.1.1 Grundlagen ... 45

4.1.2 Die Barcode-Technik ... 46
4.1.2.1 Das Barcode-System ... 46
4.1.2.2 Barcodetypen ... 47
4.1.2.3 Datenträgerformen ... 48
4.1.2.4 Lesegeräte ... 48
4.1.3 Die RFID-Technik ... 49
4.1.3.1 Das RFID-System ... 49
4.1.3.2 Transpondertypen ... 50
4.1.3.3 Datenträgerbauformen ... 50
4.1.3.4 Lesegeräte ... 50
4.1.3.5 Datenvorhaltung ... 51
4.1.3.6 Einfluss der Umgebung auf das Strahlungsfeld eines RFID-Systems ... 51
4.1.4 Vor- und Nachteile der RFID-Technik gegenüber der Barcode-Technik 53
4.1.5 Grenzen der RFID-Technik ... 55
4.1.6 Literaturrecherche zum Einsatz der RFID-Technik in der Bauwirtschaft ... 56
4.1.6.1 Vorstellung visionärer Konzepte / Modelle ... 57
4.1.6.2 Zusammenfassung ... 61
4.2 Kennzeichnung, Identifizierung und Nummerung von Objekten in baulogistischen Prozessen ... 63
4.2.1 Kennzeichnung ... 63
4.2.2 Identifizierung ... 64
4.2.3 Nummerung ... 64
4.3 Standardisierung der Kennzeichnung in der Logistik ... 67
4.3.1 International Standard Organisation für Normung (ISO) ... 67
4.3.2 Global Standard One (GS1) ... 69
4.3.3 GS1 und das EPCglobal-Netzwerk als „Internet der Dinge“ ... 71
4.3.3.1 Electronic Product Code (EPC) ... 72
4.3.3.2 Prinzipien des EPCglobal-Netzwerks ... 73
4.3.3.3 Komponenten des EPCglobal-Netzwerks ... 74
4.3.3.4 Die Daten im EPCIS des EPCglobal-Netzwerks ... 76
4.3.3.5 Funktionsweise des EPCglobal-Netzwerks ... 78
4.3.4 Das Nummernsystem nach dem Standard von GS1 ... 79
4.3.4.1 Global Location Number (GLN) ... 79
4.3.4.2 Global Trade Item Number (GTIN) ... 80
4.3.4.3 Serial Shipping Container Code (SSCC) ... 81
4.3.4.4 Global Returnable Asset Item (GRAI) ... 81
4.3.4.5 Global Document Type Identification (GDTI) ... 82
4.3.4.6 Global Individual Asset Identifier (GIAI) ... 82

5 Das Modell „BAULOG“ 83
5.1 Die Struktur des Modells „BAULOG“ 83
5.1.1 Strukturelement 1 – AutoID-Techniken 83
5.1.2 Strukturelement 2 – Nummerung 84
5.1.3 Strukturelement 3 – Standardisierung in der Baulogistik 84
5.1.4 Strukturelement 4 – Datenstruktur 86
5.1.4.1 Datenablage in lokalen Erfassungssystemen 87
5.1.4.2 Datenablage in Zentralen Datenbanken (ZDb) – Ereignisdatenbanken (EDb) 87
5.1.4.3 Datenablage in Zentralen Datenbanken (ZDb) – Stammdatenbanken (StDb) 87
5.1.4.4 Datenablage in Datenübernahmesystemen 88
5.1.5 Interaktion der Strukturelemente 88
5.2 Die Anwendung des Modells „BAULOG“ 90
5.2.1 Aufbau der Prozessdiagramme 90
5.2.2 Darstellung der Prozessketten 91
5.2.2.1 Prozesskette Nr. 1: Kennzeichnung von Material nach dem Standard von GS1 am Beispiel Handlesereinsatz 91
5.2.2.2 Prozesskette Nr. 2: Kennzeichnung von Stationen / Ressourcen nach internem Nummernsystem am Beispiel Handlesereinsatz 93
5.2.2.3 Prozesskette Nr. 3: Verbuchen von gekennzeichnetem Material auf gekennzeichnete Stationen / Ressourcen am Beispiel Handleser-einsatz 95
5.2.2.4 Prozesskette Nr. 4: Planung im Technischen Büro 95
5.2.2.5 Prozesskette Nr. 5: Aufgabe einer Bestellung über Baustellenavisierungsportal 97
5.2.2.6 Prozesskette Nr. 6: Prüfung der Verfügbarkeit von Material und Vorbereiten des Liefervorgangs über Baustellenavisierungsportal 97
5.2.2.7 Prozesskette Nr. 7: Vorkommissionierung am Beispiel Handleser-einsatz 100
5.2.2.8 Prozesskette Nr. 8: Lieferscheinerstellung und Kommissionierung am Beispiel Handlesereinsatz 102
5.2.2.9 Prozesskette Nr. 9: Verladung und Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal 104
5.2.2.10 Prozesskette Nr. 10: Übermittlung von Lieferavis 106
5.2.2.11 Prozesskette Nr. 11: Transport zur Baustelle 106
5.2.2.12 Prozesskette Nr. 12: Zufahrtskontrolle über Liefer-Nummer auf Zugangsschein auf der Baustelle am Beispiel stationäres Terminal 107
5.2.2.13 Prozesskette Nr. 13: Wareneingangskontrolle und Einlagerung auf der Baustelle am Beispiel Handlesereinsatz 109
5.2.2.14 Prozesskette Nr. 14: Unternehmensübergreifender Informationsaustausch über das EPCglobal-Netzwerk für die Bauwirtschaft 111
5.2.2.15 Prozesskette Nr. 15: Einbau, Rücklieferung, Entsorgung 114

5.2.2.16 Prozesskette Nr. 16: Dokumentation am Beispiel Digitales Erweitertes Bautagebuch (DEBt) ... 115
5.3 Die Validierung des Modells „BAULOG“ ... 119
5.3.1 Demonstration der Aufgabe einer Bestellung und des Vorbereitens des Liefervorgangs über Baustellenavisierungsportal ... 120
5.3.1.1 Versuchsvorbereitung ... 120
5.3.1.2 Versuchsaufbau ... 120
5.3.1.3 Vorstellung der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 120
5.3.1.4 Dokumentation der Ergebnisse ... 124
5.3.2 Demonstration der Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal ... 124
5.3.2.1 Versuchsvorbereitung ... 124
5.3.2.2 Versuchsaufbau ... 124
5.3.2.3 Vorstellung der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 127
5.3.2.4 Dokumentation der Ergebnisse ... 130
5.3.3 Demonstration der Zufahrtskontrolle über Liefer-Nr. auf Zugangsschein auf der Baustelle am Beispiel stationäres Terminal ... 131
5.3.3.1 Versuchsvorbereitung ... 131
5.3.3.2 Versuchsaufbau ... 131
5.3.3.3 Vorstellung der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 131
5.3.3.4 Dokumentation der Ergebnisse ... 132
5.3.4 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Handlesereinsatz ... 132
5.3.4.1 Versuchsvorbereitung ... 133
5.3.4.2 Versuchsaufbau ... 134
5.3.4.3 Vorstellen der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 135
5.3.4.4 Dokumentation der Ergebnisse ... 137
5.3.5 Demonstration der Einlagerung auf der Baustelle am Beispiel Handlesereinsatz ... 138
5.3.5.1 Versuchsvorbereitung ... 138
5.3.5.2 Versuchsaufbau ... 138
5.3.5.3 Vorstellen der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 138
5.3.5.4 Dokumentation der Ergebnisse ... 139
5.3.6 Demonstration des unternehmensübergreifenden Informationsaustauschs über das EPCglobal-Netzwerk für die Bauwirtschaft ... 139
5.3.6.1 Versuchsvorbereitung ... 139
5.3.6.2 Versuchsaufbau ... 139
5.3.6.3 Vorstellen der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 140
5.3.6.4 Dokumentation der Ergebnisse ... 141
5.3.7 Demonstration der Dokumentation am Beispiel Digitales Erweitertes Bautagebuch (DEBt) ... 142
5.3.7.1 Versuchsvorbereitung ... 142

5.3.7.2 Versuchsaufbau, Vorstellen der Softwareapplikation und Versuchsdurchführung ... 142
5.3.7.3 Dokumentation der Ergebnisse ... 143

6 Zusammenfassung, Kritik und Ausblick ... 145
6.1 Zusammenfassung ... 145
6.2 Kritik und Ausblick ... 147

Literaturverzeichnis ... 151

Anlagenverzeichnis ... 161

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1 Zielsetzung des Modells „BAULOG“ 3
Abb. 1-2 Systematik der Bearbeitung des Forschungsgebietes 5
Abb. 2-1 Entwicklungsphasen der Logistik (eigene Darstellung nach Krauß & Baumgarten, Darkow, Zadek) 8
Abb. 2-2 Grundstrukturen von Logistiksystemen 12
Abb. 2-3 Institutionelle Abgrenzung von Logistiksystemen 13
Abb. 2-4 Funktionelle Abgrenzung der Baulogistik 19
Abb. 2-5 Basisprozesse entlang der Versorgungskette zwischen Zulieferer und Baustelle 23
Abb. 4-1 Übersicht ausgewählter AutoID-Systeme 46
Abb. 4-2 Schematisches Beispiel für Komponenten eines Barcode-Übertragungssystems 46
Abb. 4-3 Beispiele für 1D-Code, 2D-Code, 3D-Code, 4D-Code 48
Abb. 4-4 Schematisches Beispiel für Komponenten eines RFID-Übertragungssystems (erweitert um Sensor) 49
Abb. 4-5 Eigenschaften von Barcode- und RFID-Systemen im Vergleich 54
Abb. 4-6 Erfassungsreichweiten und Zielgerichtetheit von Barcode- und RFID-Systemen im Vergleich 55
Abb. 4-7 Hierarchie der Unverwechselbarkeit 68
Abb. 4-8 Struktur eines „License Plates“ für eine Transporteinheit mit DI „J“ 68
Abb. 4-9 Magisches Quadrat des eCommerce 70
Abb. 4-10 EPCglobal Standards Overview 72
Abb. 4-11 Funktionsweise des EPCglobal-Netzwerks beim Handel 78
Abb. 5-1 Strukturelement 1: Einsatz von AutoID-Techniken zur Kennzeichnung von Material, prozessbedingter Stationen und Ressourcen und baulogistischer Vorgänge 84
Abb. 5-2 Strukturelement 2: Nutzung eindeutiger Nummernsysteme als Schlüssel für Datenbanken 84
Abb. 5-3 Strukturelement 3: Standardisierung als Grundlage für den unternehmensübergreifenden Datenaustausch 86
Abb. 5-4 Strukturelement 4: Datenstruktur bestehend aus lokalem Erfassungssystem, Datensteuerungssystem und Datenübernahmesystem inklusive entsprechender Datenbanken und unternehmensinternem Datenfluss 87
Abb. 5-5 Struktur des Modells „BAULOG“ 89

Abb. 5-6 Prozesskette Nr. 1: Kennzeichnung von Material nach dem Standard von GS1 am Beispiel Handlesereinsatz 92
Abb. 5-7 Prozesskette Nr. 2: Kennzeichnung von Stationen / Ressourcen nach internem Nummernsystem am Beispiel Handlesereinsatz 94
Abb. 5-8 Prozesskette Nr. 3: Verbuchen von gekennzeichnetem Material auf gekennzeichnete Stationen / Ressourcen am Beispiel Handlesereinsatz 96
Abb. 5-9 Prozesskette Nr. 5: Aufgabe einer Bestellung über Baustellenavisierungsportal 98
Abb. 5-10 Prozesskette Nr. 6: Prüfung der Verfügbarkeit von Material und Vorbereiten des Liefervorgangs über Baustellenavisierungsportal 99
Abb. 5-11 Prozesskette Nr. 7: Vorkommissionierung am Beispiel Handlesereinsatz 101
Abb. 5-12 Prozesskette Nr. 8: Lieferscheinerstellung und Kommissionierung am Beispiel Handlesereinsatz 103
Abb. 5-13 Prozesskette Nr. 9: Verladung und Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal 105
Abb. 5-14 Prozesskette Nr. 12: Zufahrtskontrolle über Liefer-Nummer auf Zugangsschein auf der Baustelle am Beispiel stationäres Terminal 108
Abb. 5-15 Prozesskette Nr. 13: Wareneingangskontrolle und Einlagerung auf der Baustelle am Beispiel Handlesereinsatz 110
Abb. 5-16 Übertragung des EPCglobal-Netzwerks auf die Bauwirtschaft 112
Abb. 5-17 Prozesskette Nr. 14: Unternehmensübergreifender Informationsaustausch über das EPCglobal-Netzwerk für die Bauwirtschaft 114
Abb. 5-18 Prozesskette Nr. 16: Dokumentation am Beispiel DEBt 118
Abb. 5-19 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Login 120
Abb. 5-20 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Angaben zur Bestellung 121
Abb. 5-21 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Auftraggeber-Daten 121
Abb. 5-22 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Zulieferer-Daten ... 121
Abb. 5-23 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Gegenstand der Bestellung 122
Abb. 5-24 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Angaben zur Entladung 122
Abb. 5-25 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Absenden der Bestellung 122
Abb. 5-26 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Bestellung suchen 122

Abb. 5-27 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Bestellung annehmen / ablehnen und Angaben zur Lieferung 123
Abb. 5-28 Demonstration des Baustellenavisierungsportals – Zugangsschein inklusive Barcode 123
Abb. 5-29 Demonstration der Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal – Werksein- und -ausfahrt: Visualisierung der Bilanzierungsrichtungen (Warenein- und -ausgang) (links: schematische Darstellung, rechts: Foto) 125
Abb. 5-30 Demonstration der Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal: Randbedingungen für den Ort des Anbringens eines „on-metal“-Transponders auf dem vertikalen Stahlrahmen an der Stirnseite des Containers 126
Abb. 5-31 Demonstration der Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal: Funktionen der Software zur Containerverwaltung 129
Abb. 5-32 Demonstration der Warenausgangskontrolle beim Zulieferer am Beispiel stationäres Portal: Umsetzung in der Praxis am Beispiel Baustellencontainer mit „on-metal“-Transponder 130
Abb. 5-33 Demonstration der Zufahrtskontrolle auf der Baustelle: Umsetzung in der Praxis am Beispiel Liefer-Nummer auf Zugangsschein 132
Abb. 5-34 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Hand-lesereinsatz: Versuchsaufbau des Inventars im Container (die Lagen der Transponder an den jeweiligen Inventargegenständen sind markiert und nummeriert) 134
Abb. 5-35 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Hand-lesereinsatz: Versuchsaufbau des Inventars im Container – Bild links: leerer Bürocontainer mit vorinstalliertem Inventar (Lampen, E-Box und Heizung); Bild Mitte und Bild rechts: Bürocontainer bestückt 134
Abb. 5-36 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Hand-lesereinsatz: Versuchsaufbau des Inventars im Container und Anordnung der Transponder 135
Abb. 5-37 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Hand-lesereinsatz für großformatige Objekte: Bild links: Einlesen einer Liefer-Nummer / Bild Mitte links: Aufrufen der Soll-Lieferliste / Bild Mitte rechts: Durchführen des Soll-/ Ist-Vergleichs und Speichern des Ergebnisses / Bild rechts: Zustandsänderung der Lieferung 136

Abb. 5-38 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Hand-lesereinsatz für kleinformatige Objekte: Bild links: Einlesen der Container-Nummer / Bild Mitte: Aufrufen der Soll-Lieferliste / Bild rechts: Durchführen des Soll-/ Ist-Vergleichs und Speichern des Ergebnisses 136
Abb. 5-39 Demonstration der Wareneingangskontrolle auf der Baustelle am Beispiel Hand-lesereinsatz: Bild links: Erfassung großformatiger Objekte auf der Baustelle, Bild rechts: Erfassung kleinformatiger Objekte auf der Baustelle 137
Abb. 5-40 Demonstration der Einlagerung auf der Baustelle am Beispiel Handlesereinsatz durch Zustandsänderung 139
Abb. 5-41 Demonstration des EPCglobal-Netzwerks: ONS 140
Abb. 5-42 Demonstration des EPCglobal-Netzwerks: Eigenschaftsdaten 140
Abb. 5-43 Demonstration des EPCglobal-Netzwerks: EPC Event Registry, Ereignisdaten 141
Abb. 5-44 Demonstration der Dokumentation am Beispiel DEBt – Eingegangene Lieferungen 143

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1 Ausgewählte Objekte der Baulogistik 18
Tab. 3-1 Übersicht zu Prozessanalysen, Workshops, Befragungen 25
Tab. 3-2 Baulogistische Basisprozesse, Ursachen und Folgen / Schwachstellen beim Zulieferer 43
Tab. 3-3 Baulogistische Basisprozesse, Ursachen und Folgen / Schwachstellen auf der Baustelle 44
Tab. 4-1 Übersicht bezüglich bereits bestehender Konzepte / Modelle zum Einsatz von RFID-Techniken und Abgrenzung zum Modell „BAULOG“ 62
Tab. 4-2 Struktur und Beispiel des EPC Gen2 im 96 bit SSCC-96-Format 73

Abkürzungsverzeichnis und Akronyme

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AI	Application Identifier
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
Anl.	Anlage
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
ASC	Accredited Standard Comité
ATL	Arbeitsgruppe für Technologien der Logistik-Dienstleistungswirtschaft
AutoID	Automatisierte Identifikation
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BDE	Betriebsdatenerfassung
BIBA	Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft
BIM	Building Information Model
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung
BUW	Bergische Universität Wuppertal
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAD	Computer Aided Design
CE-Zeichen	Conformité Européenne
CEN	Comité Européen de Normalisation
CIN	Company Identification Number
d.h.	das heißt
DEBt	Digitales Erweitertes Bautagebuch
DI	Data Identifier
DIN	Deutsche Industrie Norm
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EAN	European Article Number
EANCOM	EAN + Communication

EDb	Ereignisdatenbank
ECR	Efficient Consumer Response
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPC	Electronic Product Code
EPCIS	Electronic Product Code Information Service
EPCDS	Electronic Product Code Discovery Service
ERP	Enterprise Resource Planning
etc.	et cetera
f.	folgende
FE	Funktionelle Einheit
ff.	fortfolgende
FH	Fachhochschule
fml	Fördertechnik, Materialfluss, Logistik
ForBAU	Forschungsverbund „Virtuelle Baustelle“
GDTI	Global Document Type Identification
Gen 2	Zweite Generation
ggf.	gegebenenfalls
GHz	Giga Hertz
GIAI	Global Individual Asset Identifier
GLN	Global Location Number
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRAI	Global Returnable Asset Item
GS1	Global Standards One
GTIN	Global Trade Item Number
GUID	Global United ID
HF	High Frequency
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HVB	Hauptverband der dt. Bauindustrie
IAC	Issuing Agencies
IAN	Internationale Artikel Nummer
IBP	(Fraunhofer) Institut für Bauphysik
ID	Identifikationsnummer
IEC	International Electronical Commission

IFC	Industry Foundation Classes
IIS	Institut für Integrierte Schaltungen
ILN	International Location Number
InWeMo	Integriertes Wertschöpfungsmodell
ISBN	International Standard Book Number
ISO	Internationale Standard Organisation für Normung
ISST	Institut für Software und Systemtechnik
i.V.m.	in Verbindung mit
JAN	Japanische Artikelnummer
KAN	Kommission für Arbeitsschutz und Normung
Kap.	Kapitel
kB	kilo Byte
KHz	Kilo Hertz
KMU	Kleinere und mittlere Unternehmen
LF	Low Frequency
LKW	Lastkraftwagen
Lph.	Leistungsphase
LuF B&B	Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft
MA	Mitarbeiter
MHz	Mega Hertz
Mio.	Million
MTV	Mehrweg-Transportverpackung
MW	Microwave / Mikrowelle
NEN	Nederlandse Norm
NIST	National Institute of Standards and Technology
Nr.	Nummer
NVE	Nummer der Versandeinheit
o.g.	oben genannten
OCR	Optical Character Recognition
OG	Obergeschoss
ON	Object Name
ONS	Objektnamendienst
PC	Personal Computer

PDA	Personal Digital Assistant
PDF	Portable Document Format
PDM	Produktdatenmanagement
PLM	Produkt-Lebenszyklus-Management
PVC	Polyvinylchlorid
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung (früher: Reichsausschluss für Lieferbedingungen)
RFID	Radio Frequency Identification
S.	Seite
St.	Stück
SGTIN	Serialized Global Trade Item Number
SSCC	Serial Shipping Container Code
StDb	Stammdatenbank
sog.	sogenannt
t	Tonne
Tab.	Tabelle
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TU	Technische Universität
u.a.	unter anderem
Ü-Zeichen	Übereinstimmungszeichen
UHF	Ultra HighFrequency
UPC	Universal Product Code
UWB	Ultra Wide Band
Vgl.	Vergleiche
VHB	Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes
VOB / B	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B
Vkp-Nr.	Vorkommissionierplatz-Nummer
WLAN	Wireless Local Area Network
z.B.	zum Beispiel
ZDb	Zentrale Datenbank
Ziff.	Ziffer