

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>V</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XIX</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XXI</b>
<b>1 Einleitung und Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Abgrenzung innerhalb der ARGE – RFID-Technologie im Bauwesen.....	2
1.2 Idee und Grundlagenuntersuchung.....	2
1.3 Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens „IntelliBau 2“.....	6
<b>2 Voruntersuchung.....</b>	<b>7</b>
2.1 Prozessanalysen Fertigteilwerk.....	7
2.1.1 Auftragsabwicklung im Fertigteilwerk .....	7
2.1.1.1 Die Auftragsbeschaffung .....	7
2.1.1.2 Auftragseinplanung.....	8
2.1.1.3 Auftragsdurchführung.....	9
2.1.1.4 Auftragsabrechnung .....	10
2.1.2 Die Herstellung von Fertigteilen .....	10
2.1.2.1 Vorfertigung der Bewehrung.....	11
2.1.2.2 Vorfertigung - Frischbetonherstellung .....	12
2.1.2.3 Vorfertigung - Kommissionierung der Einbauteile.....	12
2.1.2.4 Die Hauptfertigung.....	12
2.1.3 Fertigungsverfahren innerhalb der Pilotversuche.....	13
2.1.3.1 Standfertigung – Fertigung auf stationären Schalungen .....	13
2.1.3.2 Das Umlaufverfahren.....	13
2.1.4 Der Datenfluss im Fertigteilwerk.....	14
2.1.4.1 Datenstruktur .....	14
2.1.4.2 Einsatz von Software zur Steuerung der Produktion.....	16
2.1.5 Zusammenfassung und Darstellung der Optimierungspotenziale .....	16
2.1.5.1 Optimierungspotenzial bei der Kalkulation .....	17
2.1.5.2 Optimierungspotenziale beim Einkauf und in der Kommissionierung .....	17
2.1.5.3 Optimierungspotenziale durch die Behebung der Medienbrüche .....	18
2.1.5.4 Optimierungspotenziale bei der Bauteilkennzeichnung sowie Informationenweitergabe .....	18
2.2 Prozessanalysen Baustelle .....	19
2.2.1 Besonderheiten der Prozesse im Bauwesen .....	20
2.2.2 Kommunikationsformen und -prozesse auf der Baustelle.....	21
2.2.3 Logistikprozesse.....	23
2.2.4 Systemgrenzen der Baustelle.....	25
2.2.5 Prozessbeteiligte .....	26
2.2.6 Prozesssteuerung.....	29

2.2.7	Qualitätssicherung und Dokumentation .....	30
2.3	<i>Prozessanalysen Nutzungsphase</i> .....	31
<b>3</b>	<b>Modellerstellung</b> .....	<b>35</b>
3.1	<i>Modellerstellung für den Einsatz in der Vorfertigung</i> .....	35
3.1.1	Zentrale und dezentrale Steuerung bei der industriellen Fertigung .....	35
3.1.2	Der Meilensteinplan der Software Priamos .....	36
3.1.3	Der Schalungsbau .....	38
3.1.4	Die Bewehrungsfertigung .....	39
3.1.5	Die Kommissionierung .....	40
3.1.6	Die Fertigung .....	41
3.1.7	Die Lagerhaltung .....	44
3.1.8	Das Modell „Fertigteilwerk“ .....	44
3.2	<i>Modellerstellung für den Einsatz auf der Baustelle</i> .....	48
3.2.1	Grundidee des „Intelligenten Bauteiles“ auf der Baustelle .....	48
3.2.2	Vollständig digitaler Datenaustausch .....	48
3.2.3	Beschreibung des Systems .....	50
3.2.3.1	Bauwerk, Bauteil und Bauelement .....	50
3.2.3.2	Halbwandverfahren .....	50
3.2.3.3	Rohbauraum .....	51
3.2.3.4	Dreidimensionales, objektorientiertes Planungsmodell .....	51
3.2.3.5	Bauteil und Information .....	52
3.2.3.6	Semidezentrale Speicherung .....	55
3.2.3.7	Mastertransponder .....	56
3.2.4	Anforderung an das Bauteilinformationssystem .....	56
3.2.5	Datenmodell .....	58
3.2.6	Prozesssteuerung .....	59
3.2.7	Qualitätssicherung .....	62
3.2.8	Dokumentation .....	63
3.2.8.1	Bestehende Dokumentationssysteme .....	63
3.2.8.2	Kennzeichnungspflicht nach VDI 4600 .....	65
3.2.8.3	Überwachung der Betonqualität .....	66
3.2.8.4	Materialchargen .....	67
3.2.9	Prozesssteuerung .....	68
<b>4</b>	<b>Pilotanwendung Vorfertigung</b> .....	<b>71</b>
4.1	<i>Ziel der Versuche</i> .....	71
4.2	<i>Die verwendete Hardware</i> .....	72
4.3	<i>Die Versuche</i> .....	72
4.3.1	Der Hydratationsgrad des Frischbetons ohne Bewehrung .....	72
4.3.2	Der Hydratationsgrad des Frischbetons mit Bewehrung .....	77
4.3.3	Produktionsstufen .....	80
4.3.3.1	Produktion in der Standfertigung .....	81
4.3.3.2	Produktion in einer Umlaufanlage .....	89
4.3.4	Einbindung der Technologie in vorhandene Produktionssoftware .....	93
4.4	<i>Zusammenfassung und Evaluierung der Grundlagenergebnisse</i> .....	96

<b>5</b>	<b>Pilotprojekt LMdF Potsdam</b>	<b>99</b>
5.1	<i>Versuchsplanung</i>	99
5.1.1	Einführung - Grundlagenermittlung und Vorplanung	99
5.1.1.1	Anforderungen an das Pilotprojekt	100
5.1.1.2	Versuchsfunktion des Pilotprojektes	101
5.1.2	Rahmenbedingungen des Projektes	102
5.1.2.1	Projektbeschreibung der Baumaßnahme Landesministerium der Finanzen	102
5.1.2.2	Forschungspartner und Einbindung	105
5.1.3	Vorgaben für die Versuche	106
5.1.3.1	Einbau der Transponder	106
5.1.3.2	Anwendung	106
5.1.4	Grenzen des Pilotprojektes	106
5.2	<i>Versuchsdurchführung</i>	107
5.2.1	Technologien	107
5.2.1.1	Transponder	107
5.2.1.2	Lesegeräte	111
5.2.1.3	Lesen und Schreiben mit dem Transponder	114
5.2.1.4	Datenbanksysteme: Microsoft Access und Microsoft Excel	116
5.2.2	Planung der Anordnung und des Einbaus	116
5.2.2.1	Planung des Einbaues	116
5.2.2.2	Einbauvorschriften	117
5.2.2.3	Transponderbezeichnung	121
5.2.3	Einbau und Aufwand	121
5.2.3.1	Horizontale Bauteile: Decken und Fußbodenbauteile	122
5.2.3.2	Vertikale Bauteile	123
5.2.4	Erreichbarkeit – Validität des Systems	125
5.2.4.1	Initialisierung	125
5.2.4.2	Lesen und Beschreiben des Transponders	126
5.2.4.3	Versuchsgruppe I: Lesbarkeit	128
5.2.4.4	Versuchsgruppe II: Beschreiben von Bauteiltranspondern	129
5.2.4.5	Versuchsgruppe III: Anbindungen an Softwareanwendungen	129
5.2.5	Datentransfer	130
5.2.6	Modellversuche für Anwendungen	133
5.3	<i>Auswertung</i>	134
5.3.1	Technologien	134
5.3.1.1	Grenzen der Anwendung	134
5.3.1.2	Anforderungen an den praktischen Einsatz	137
5.3.2	Planung der Anordnung und des Einbaus	144
5.3.2.1	Anordnungsvorschrift	144
5.3.2.2	Eineindeutige Bauteilbezeichnung	146
5.3.3	Einbau und Aufwand	148
5.3.4	Erreichbarkeit – Validität des Systems	151
5.3.4.1	Versuchsgruppe I	152
5.3.4.2	Versuchsgruppe II: Beschreiben von Bauteiltranspondern	157
5.3.4.3	Versuchsgruppe III: Anbindungen an Softwareanwendungen	160
5.3.5	Datentransfer	162
5.3.5.1	Versionsicherheit der Standards und deren Weiterentwicklung in der Anwendung	163
5.3.5.2	Redundanz der Bauteilinformationen	164

5.3.5.3	Datenharvesting der Bauteilinformationen .....	164
5.4	<i>Zusammenfassung der Ergebnisse des Pilotprojektes</i> .....	166
<b>6</b>	<b>Anwendungspotenziale in der Nutzungsphase von Gebäuden</b> .....	<b>169</b>
6.1	<i>Begrifflichkeiten und Hintergründe: Die Nutzungsphase</i> .....	169
6.1.1	Grundmodell .....	173
6.1.2	Anwendergruppen der RFID-Technik .....	174
6.2	<i>Einsatzszenarien</i> .....	177
6.2.1	Facility Management .....	177
Einsatz im Gebäudemanagement .....	180	
6.2.1.1	Structural Health Monitoring .....	186
6.2.1.2	Einsatz im kaufmännischen Gebäudemanagement .....	188
6.2.2	Weitere Beispiele für Einsatzszenarien .....	189
6.2.2.1	Rettungsdienste und Feuerwehr .....	189
6.2.2.2	Eigentümer und Investoren, Betreiber .....	190
6.2.2.3	Nutzer der Immobilie .....	191
6.2.2.4	Reinigungsdienste .....	193
6.3	<i>Mögliche Probleme und Lösungsansätze</i> .....	195
6.4	<i>Technische Anforderungen</i> .....	198
6.4.1	Technische Anforderungen nach den vorgestellten Szenarien .....	198
6.4.2	Betrachtungen zum Mastertag .....	200
6.4.2.1	Anzahl der Transponder .....	200
6.4.2.2	Lage bezüglich des Raumes .....	201
6.4.2.3	Lage des Transponders im Raum .....	202
6.4.2.4	Ergebnis .....	202
6.4.3	Datenhaltungskonzept .....	204
6.5	<i>Fazit</i> .....	204
<b>7</b>	<b>Personelle und monetäre Auswirkungen in der Bauphase</b> .....	<b>207</b>
7.1	<i>Analyse des Aufwands durch den Einbau der RFID-Technologie</i> .....	207
7.1.1	Planungsaufwand .....	208
7.1.2	Organisationsaufwand .....	208
7.1.3	Initialisierung .....	208
7.1.4	Datenübertragung .....	209
7.1.5	Einbau in verschiedene Materialien und Bauteile .....	209
7.1.6	Analyse des Nutzens durch Datenermittlung auf der Baustelle .....	209
7.2	<i>Einführung in die Datenermittlung nach REFA</i> .....	209
7.3	<i>Technische Umsetzung der Zeitaufnahmen</i> .....	211
7.3.1	Allgemeines zu Planung und Durchführung .....	211
7.3.1.1	Planung der Versuche .....	212
7.3.1.2	Vorbereitung zur Durchführung einer Zeitaufnahme .....	213
7.3.1.3	Ablauffolge .....	213
7.3.2	Durchführung der Zeitaufnahmen .....	215
7.3.2.1	Befestigung der Transponder in Wände aus Ortbeton .....	216

7.3.2.2	Befestigung der Transponder in Ziegelwänden.....	219
7.3.2.3	Nachträglicher Einbau von Transpondern in Innenwände aus Blocksteinen.....	221
7.3.2.4	Befestigung der Transponder auf Halbfertigteildecken.....	223
7.3.2.5	Befestigung der Transponder in Trockenbauwänden.....	224
7.4	<i>Auswertung</i> .....	225
7.4.1	Allgemeine Auswertung.....	225
7.4.2	Auswertung der Herstellung einer Ortbetonwand.....	226
7.4.3	Versuchsauswertung Ziegelwand.....	228
7.4.3.1	Einbau in Plansteine.....	229
7.4.3.2	Einbau mit Mörtel in vorhandene Öffnung in Plansteinen.....	230
7.4.3.3	Einbau ohne Mörtel in vorhandene Öffnung in Plansteinen.....	231
7.4.3.4	Transpondereinbau in die Stoßfuge von Vollziegeln.....	232
7.4.3.5	Transpondereinbau ohne Mörtel in Blocksteine.....	232
7.4.4	Nachträglicher Einbau in Mauerwerk.....	233
7.4.5	Versuchsauswertung Halbfertigteildecke.....	234
7.4.6	Versuchsauswertung Trockenbauwand.....	237
7.4.7	Auswertung Planungs- und Organisationsaufwand.....	238
7.4.7.1	Planungsaufwand.....	239
7.4.7.2	Organisationsaufwand.....	239
7.4.8	Fazit und Anmerkungen.....	240
7.5	<i>Personelle und monetäre Auswirkungen der Nutzung von RFID in der Bauphase</i> .....	241
7.5.1	Allgemeine Überlegungen.....	241
7.5.2	Beispiel.....	242
7.5.2.1	Ermittlung der Kosten.....	243
7.5.2.2	Ermittlung möglicher Einsparungen.....	246
7.5.2.3	Vergleich der Kosten und möglicher Einsparungen.....	248
7.5.2.4	Erweiterung des Beispiels.....	249
7.5.2.5	Anmerkungen zum Beispiel.....	249
7.5.3	Auswertung des Beispiels und Fazit.....	250
8	<b>Zusammenfassung</b> .....	251
9	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	253

IntelliBau 2

Das intelligente Bauteil im integrierten Gebäudemodell

Jehle, P.; Michailenko, N.; Seyffert, S.; Wagner, S.

2013, XXII, 260 S. 133 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-8348-2400-4