

Manfred Helmus, Anica Meins-Becker, Lars Laußat
Agnes Kelm, Jens Bredehorn, Peter Jehle, Steffi Wagner
Jan Kortmann, Uwe Rüppel, Uwe Zwinger

**BIM-basiertes Bauen mit RFID:
Nutzung von konsistenten
Informationen für RFID-gesteuerte
Planungs-, Ausführungs- und
Bewirtschaftungsprozesse**

F 3031

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2019

ISBN 978-3-7388-0436-2

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben

BIM-basiertes Bauen mit RFID: Nutzung von konsistenten Informationen für RFID-gesteuerte Planungs-, Ausführungs- und Bewirtschaftungsprozesse

Das Forschungsvorhaben wird mit Mitteln des
Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.
Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-12.03

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus

Bearbeiter: **Bergische Universität Wuppertal**
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft
Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus
Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anica Meins-Becker
Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Lars Laußat
M.Sc. Agnes Kelm
M.Eng. Jens Bredehorn

Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Professur für Bauverfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Peter Jehle
Dipl.-Ing. Steffi Wagner
Dipl.-Ing. Jan Kortmann

Technische Universität Darmstadt
Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen

Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel
Dr.-Ing. Uwe Zwinger

Praxispartner:



Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.



Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V.



Ed. Züblin AG



Zeppelin Streif Baulogistik GmbH



ALHO Systembau GmbH



pco Personal Computer Organisation GmbH & Co. KG



Cichon + Stolberg Elektroanlagenbau GmbH (C+S)



BCS CAD + INFORMATION TECHNOLOGIES® GmbH



RIB Software AG



Asta Development GmbH



innoTec GmbH



IDENTEC SOLUTIONS AG



2G Konzept KG

Datum: Wuppertal im August 2016

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	XIII
Abkürzungsverzeichnis.....	XV
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielstellung, Praxispartner und Förderung des Gemeinschaftsprojektes.....	2
1.3 Umsetzung der Ziele	2
1.4 Namensänderung nach Forschungsbeginn.....	4
2 Gliederung des Forschungsprojektes	5
3 Öffentlichkeitsarbeit.....	7
3.1 Demonstrationsmodul.....	7
3.1.1 Didaktisches Konzept	7
3.1.2 Entwurf des Demonstrationsmoduls	7
3.1.3 Applikationen des Demonstrationsmoduls.....	9
3.1.4 Aktueller Stand / Ergebnisse	34
3.2 Film zum Forschungsprojekt	36
3.3 Präsentationen auf Veranstaltungen, Messen und in Bildungszentren.....	37
3.3.1 Konzept zur erweiterten Öffentlichkeitsarbeit in der Fachwelt.....	37
3.3.2 Veranstaltungen der ARGE RFIDimBau	38
3.4 Homepage RFIDimBau.de.....	40
3.5 Veröffentlichungen	42
3.6 Mitwirkung in Gremien.....	43
3.7 Pressekontakt	43
4 Baustellendemonstration	45
4.1 Einführung	45
4.2 Ziele der Baustellendemonstration.....	45
4.2.1 Motivation und Ziele der Ed. Züblin AG	45
4.2.2 Motivation und Ziele der forschenden Stellen.....	46
4.3 Die Demonstrationsbaustelle	47
4.3.1 Rahmendaten	47
4.3.2 Akteure Prozessabläufe Logistik bis Einbau	48
4.3.2.1 Akteure	48
4.3.2.2 Prozesse.....	49
4.3.2.3 Anpassung des vorliegenden Revit-Modells für die Demonstration.....	49

4.3.2.4	Übersicht über die Komponenten der Demonstrations-IT-Infrastruktur	50
4.4	Phasen der Umsetzung	51
4.4.1	Phase der Vorbereitung	51
4.4.1.1	Projektskizze	51
4.4.1.2	Anforderungen an die Demonstrationssoftware	51
4.4.1.3	Umsetzung der Demonstrationssoftware: Programmierung durch pco	52
4.4.1.4	Erstellung von Stammdatensätzen zur Nutzung in den Applikationen und Erstellen zugehöriger RFID-Tags	53
4.4.1.5	Phase der Vorbereitung: Letzte Abstimmungen und Einweisungen beim gemeinsamen Ortstermin Mitte April 2014	56
4.4.2	Phase der Demonstration vor Ort	61
4.4.2.1	Phase der Demonstration vor Ort: Erörterung der Zweckmäßigkeit einer Demonstration auch beim Zulieferer	61
4.4.2.2	Phase der Demonstration vor Ort: Demonstration in der Zentrale des Bauunternehmens (Einkauf und Arbeitsvorbereitung) – Quelle und Ziel für Daten, die in RFID-Applikationen genutzt/erzeugt werden	62
4.4.2.2.1	5D-Prozessmodell	62
4.4.2.3	Phase der Demonstration vor Ort: Demonstration auf der Baustelle	69
4.4.2.4	Phase der Demonstration vor Ort: Auswertung der RFID-Daten im IT-System der Ed. Züblin AG, 5D 78	
4.4.3	Phase der Nachbereitung: Auswertung / Resümee / Fazit	78
4.4.3.1	Auswertung und Fazit aus Sicht der Ed. Züblin AG	78
4.4.3.1.1	Kommunikation im Unternehmen	78
4.4.3.1.2	Bauprozessablauf: Granularität im Bauprozessablauf (Baustelle)	79
4.4.3.1.3	Integration der RFID-Technologie in den 5D-Planungs- und Bauprozess / Auswertung in iTWO 80	
4.4.3.1.3.1	Multi- und 5D-Prozessmodell	80
4.4.3.1.3.2	BIM-IST-Visualisierung und Auswertung in iTWO	81
4.4.3.1.3.3	Terminplan SOLL/IST-Gegenüberstellung	83
4.4.3.1.4	Handhabung Handlesegerät und Middleware	83
4.4.3.1.5	RFID = Instrument der Prozessoptimierung?	84
4.4.3.1.6	Fazit und Ausblick aus Sicht der Ed. Züblin AG	84
4.4.3.2	Auswertung und Fazit aus Sicht der forschenden Stellen	85
5	Empfehlungen für ein Standardisierungskonzept	87
5.1	Ziel der ARGE RFIDimBau im Projekt „BIM-basierte Bauen mit RFID-Technik“	87
5.2	Herleitung der Empfehlungen für ein Standardisierungskonzept	89
5.2.1	Status Quo der Standardisierung	89
5.2.1.1	Branchensoftware zur objektorientierte Planung / BIM: Status Quo der Standardisierung / Entwicklung inkl. Anbindungsmöglichkeiten für AutoID-Applikationen	89
5.2.1.2	Kennzeichnung und Belegpflichten im Bau: Status Quo der Standardisierung	94
5.2.1.3	Klassifizierungssysteme und Artikelkataloge inkl. branchenspezifischer Nummernsysteme: Status Quo der Standardisierung	97
5.2.1.4	Auto-ID-Technik inkl. branchenunspezifischer Nummernsysteme im AutoID-Bereich: Status Quo der Standardisierung	120

5.2.1.5	Datenvorhaltung an Objekten / Bauteilen / im Bauwerk am Beispiel des Intelligenten Bauteils	127
5.2.1.6	Indoor-Navigation.....	128
5.2.2	Standardisierungsaspekte für den RFID-Einsatz im Baukontext	131
5.2.2.1	Welche physischen Objekte sollten mittels AutoID gekennzeichnet werden, damit das Gesamtkonzept funktionieren kann und wie kann dies gelingen?	131
5.2.2.2	Welche branchenübergreifenden AutoID-Standards können genutzt bzw. welche branchenfremden AutoID-Standards können adaptiert werden (speziell RFID: Technik, Nummernstrukturen etc.)?	132
5.2.2.3	Wie werden bestehende bzw. in der Entwicklung befindliche Produkt-/Bauteil-Klassifizierungssysteme / Artikelkataloge / Systeme zum Produktdatenaustausch mit Daten der RFID-Systeme und der BIM-Modellwelt verknüpft?.....	135
5.2.2.4	Wie kann die Verknüpfung von Daten zu physischen Objekten mit den Daten zu virtuellen Objekten einer BIM-basierten Planung erfolgen?	135
5.2.2.5	Wie werden Daten zwischen RFID-Applikationen untereinander und mit Applikationen zur BIM-Modellwelt ausgetauscht?	139
5.2.2.6	Nutzung von RFID-Applikationen im Zusammenhang mit etablierter Branchensoftware am Beispiel der Ressourcen- und Kostenplanungssoftware Asta Powerproject	141
5.2.2.7	Nutzung von RFID-Applikationen im Zusammenhang mit etablierter Branchensoftware am Beispiel der BCS CAD + INFORMATION TECHNOLOGIES® GmbH.....	154
5.2.2.8	Themenbereich Wartung und Indoor-Ortung / Indoor-Navigation	160
5.3	<i>Evaluation des Konzeptes</i>	161
5.3.1	Evaluation durch Beschreibung des Prozessdurchlaufs für verschiedene Beispielobjekte von Referenzbauteilen	161
5.3.2	Beschreibung der verwendeten Software und Datenformate.....	163
5.3.2.1	Mefisto Container.....	163
5.3.2.2	Virtuelle Gebäudemodelle (VGM)	164
5.3.2.3	Leistungsverzeichnis.....	165
5.3.2.4	Vorgangsplan	165
5.3.2.5	Digital erweitertes Bautagebuch	165
5.4	<i>Handlungsbedarf</i>	166
6	Zusammenfassung	167
7	Literaturverzeichnis	169
Anhang 1:	Nachweise für Veranstaltungen	171

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Praxispartner im Projekt „Bauen mit RFID-Technik“	2
Abbildung 2: Verknüpfung verschiedener Softwareanwendungen mit den zu entwickelnden Standards	3
Abbildung 3: Vorentwurf zum Demonstrationsmodul und der darin gezeigten Applikationen (Stand 04/2013)	8
Abbildung 4: Ansicht des Demonstrationsmoduls von außen (Stand 06/2013)	8
Abbildung 5: Stationen im Demonstrationsmodul	9
Abbildung 6: Testbereich für RFID-Technik	10
Abbildung 7: Infoposter auf der Rückseite der Technikwand	11
Abbildung 8: Poster zur Darstellung des Lebenszyklus und der durchgängigen Datennutzung	13
Abbildung 9: Start der Bildschirmpräsentation zur Station „Planung“	14
Abbildung 10: Mitarbeiterausweis im Demonstrationsmodul	15
Abbildung 11: LKW mit Lieferobjekten	16
Abbildung 12: Avisierungsportal mit Lesegerät (links), Touch-Monitor (oben) und Drucker (unten mittig)	17
Abbildung 13: Portal zur Kontrolle der Zutrittsberechtigung und der Persönlichen Schutzausrüstung	19
Abbildung 14: Zufahrtskontrolle mit LKW	20
Abbildung 15: Lagerplatz im Demonstrationsmodul	21
Abbildung 16: Digitales Erweitertes Bautagebuch	22
Abbildung 17: Station Einbau / Abnahme / Mängelmanagement	23
Abbildung 18: Auslesen der Transponder an der Station „Einbau“	24
Abbildung 19: Menüführung für den Einbau von Materialien	25
Abbildung 20: Einbau des Fenstersturzes an der Einbauwand	26
Abbildung 21: Szenario „Sicherheitsdienst“ in der Animation zur Nutzungsphase, Umbau und Abbruch	27
Abbildung 22: Wartungsstation für Brandschutzobjekte	28
Abbildung 23: Erläuterungen zur Wartungsstation	29

Abbildung 24: VR-Brille und Controller	30
Abbildung 25: Erläuterungen zur Station „BIM in Aktion“	30
Abbildung 26: Ansichten im Touch-Monitor zur Vernetzung von Bauteilinformationen	31
Abbildung 27: Monitor mit den Statusmeldungen aus den einzelnen Stationen	32
Abbildung 28: 3D-Druckmodell	33
Abbildung 29: Werkzeugverbuchungssystem	33
Abbildung 30: Außengestaltung Demonstrationsmodul	35
Abbildung 31: Außengestaltung Demonstrationsmodul mit Ortungsanlage	35
Abbildung 32: MEANDRIS, Europaviertel Frankfurt am Main [Copyright: Strabag Real Estate]	36
Abbildung 33: Ausstellung des Demonstrationsmoduls beim Ersteinsatz auf der Bautec 2014 in Berlin, Außenansicht	38
Abbildung 34: Ausstellung des Demonstrationsmoduls beim Ersteinsatz auf der Bautec 2014 in Berlin, Innenansicht	39
Abbildung 35: Ausstellung des Demonstrationsmoduls beim Ersteinsatz auf der Bautec 2014 in Berlin, Innenansicht	39
Abbildung 36: Ausstellung des Demonstrationsmoduls in einem Ausbildungszentrum (7/2014)	40
Abbildung 37: Ausstellung des Demonstrationsmoduls bei einem Kongress in Wuppertal im Sommer 2014	40
Abbildung 38: Startseite von https://RFIDimBau.de mit Forschungsfilm auf der Startseite	41
Abbildung 39: Darstellung des aktuellen Projektes unter https://RFIDimBau.de	41
Abbildung 40: Abgeschlossene Projekte auf https://RFIDimBau.de	42
Abbildung 41: Interner Bereich von https://RFIDimBau.de	42
Abbildung 42: Wohnkomplex "Terminal 11" [Quelle: STRABAG Real Estate]	47
Abbildung 43: Terminal 11 Bauphase [Quelle: Ed. Züblin AG]	48
Abbildung 44: Übersicht über die Akteure im Gewerk Trockenbau [Quelle: Ed. Züblin AG]	48
Abbildung 45: Komponenten der Demonstrations-IT-Infrastruktur	51
Abbildung 46: Schnittstellenbeschreibung pcoMobileControl	52
Abbildung 47: Handbuch pco	52
Abbildung 48: Datentabellen für die Ausgangsdaten [Quelle: Ed. Züblin AG]	54

Abbildung 49: Excel-Datei als Vorlage für die Erstellung der Import-csv-Dateien [Quelle: Ed. Züblin AG]	54
Abbildung 50: Beschreiben der Transponder mittels Readersoftware	55
Abbildung 51: Transponder für die Baustellendemonstration [Quelle: BUW]	56
Abbildung 52: Aufruf des Transponders mit der Demo-Software [Quelle: Ed. Züblin AG]	56
Abbildung 53: Regulierung der Leistung im Handleser	57
Abbildung 54: Anmeldung in der Demosoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]	57
Abbildung 55: Datentransfer in der Demosoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]	58
Abbildung 56: Objektzuordnung in der Demosoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]	59
Abbildung 57: Zuordnung Eltern- und Kinderobjekte [Quelle: Ed. Züblin AG]	60
Abbildung 58: Logistik-Modell "Klassisch" der Ed. Züblin AG [Quelle: Ed. Züblin AG]	61
Abbildung 59: Übersicht Statusvergabe und Zuordnung im Logistik-Modell "Klassisch" der Ed. Züblin AG [Quelle: Ed. Züblin AG]	62
Abbildung 60: 5D-Prozessmodell – Gewerkezuordnung [Quelle: Ed. Züblin AG]	63
Abbildung 61: 5D-Prozessmodell - Raum-und Zonenzuordnung [Quelle: Ed. Züblin AG]	63
Abbildung 62: Modellierung der Platzhalter als RFID-Kennzeichnung der Objekte [Quelle: Ed. Züblin AG]	64
Abbildung 63: Transponder auf Wohnungsebene [Quelle: Ed. Züblin AG]	64
Abbildung 64: Visualisierung des Modells in ceapoint [Quelle: Ed. Züblin AG]	65
Abbildung 65: Statusmeldungen nach Gewerken und Abschnitten [Quelle: Ed. Züblin AG]	66
Abbildung 66: Statusmeldungen nach Gewerken und Abschnitten – Auswertungsszenario 1 [Quelle: Ed. Züblin AG]	66
Abbildung 67: Zuordnung von Lieferungen zu Bauabschnitten [Quelle: Ed. Züblin AG]	67
Abbildung 68: Zuordnung von Lieferungen zu Bauabschnitten – Auswertungsszenario 2 [Quelle: Ed. Züblin AG]	67
Abbildung 69: Rückverfolgbarkeit der eingebauten Komponenten – Auswertungsszenario 3 [Quelle: Ed. Züblin AG]	68
Abbildung 70: Beispieldaten Auswertungsszenario 3 [Quelle: Ed. Züblin AG]	68
Abbildung 71: Logistik-Modell "1:1" [Quelle: Ed. Züblin AG]	69
Abbildung 72: Beispieldaten Statusvergabe und Zuordnung [Quelle: Ed. Züblin AG]	69
Abbildung 73: Beschilderung im Demonstrationsobjekt [Quelle: Ed. Züblin AG]	70
Abbildung 74: Kennzeichnung von Lagerplätzen auf der Demonstrationsbaustelle [Quelle: Ed. Züblin AG]	71

Abbildung 75: Anlieferung von Baumaterial [Quelle: Ed. Züblin AG]	71
Abbildung 76: Kennzeichnung der Paletten mit Gipskartonplatten [Quelle: Ed. Züblin AG]	72
Abbildung 77: Entladung, des baustelleninternen Transports und der Einlagerung im Geschoss [Quelle: Ed. Züblin AG]	72
Abbildung 78: Wareneingang in der Demonstrationssoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]	73
Abbildung 79: Zuordnung der Liefereinheiten zu den Geschossen bzw. Wohnungen [Quelle: Ed. Züblin AG]	74
Abbildung 80: Statusänderung zur Zwischenlagerung [Quelle: Ed. Züblin AG]	74
Abbildung 81: Geplanter Einbauprozess [Quelle: Ed. Züblin AG]	75
Abbildung 82: Geänderter Einbauprozess [Quelle: Ed. Züblin AG]	75
Abbildung 83: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (1/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]	76
Abbildung 84: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (2/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]	76
Abbildung 85: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (3/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]	77
Abbildung 86: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (4/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]	77
Abbildung 87: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (5/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]	78
Abbildung 88: Auftaktveranstaltung im Züblinhaus in Stuttgart mit Prof. Dr.-Ing. M. Helmus [Quelle: Ed. Züblin AG]	79
Abbildung 89: Visualisierung der Erreichungsgrade [Quelle: Ed. Züblin AG]	81
Abbildung 90: Visualisierung der Granularität der Wände – Sanitär1 [Quelle: Ed. Züblin AG]	82
Abbildung 91: Visualisierung der Granularität der Wände – Trockenbau1 – 1. OG [Quelle: Ed. Züblin AG]	82
Abbildung 92: Visualisierung der Granularität der Wände – Trockenbau1 [Quelle: Ed. Züblin AG]	83
Abbildung 93: buildingSMART Standards	91
Abbildung 94: EAN, CE- und Ü-Kennzeichen sowie Klarschrift- und Bildinformationen für den Kunden sowie für interne Zwecke (Aufdruck Oberseite) auf einer Verpackungseinheit	96
Abbildung 95: Typenschild mit herstellereigenen Artikelnummer, Seriennummer, CE-Kennzeichnung und QR-Code sowie Klartextinformationen	97

Abbildung 96: Hierarchie UNSPSC mit GPC kombiniert	103
Abbildung 97: Darstellung der eCl@ss Releasenummern	110
Abbildung 98: AutoID-System in der Übersicht	120
Abbildung 99: Barcode-System in der Übersicht	120
Abbildung 100: RFID-System in der Übersicht	122
Abbildung 101: Erfassungsbereichen und Zielgerichtetheit von Barcode- und RFID-Systemen im qualitativen Vergleich	126
Abbildung 102: Beispiele für RFID-Embleme nach AIM- / ISO-Standard	126
Abbildung 103: Beispiele für die Entwicklung der Daten auf dem Transponder während der Objekterstellung	127
Abbildung 104: 6Bit-ASCII Kodierungstabelle	133
Abbildung 105: UII	134
Abbildung 106: Einsatzmöglichkeiten der IFC Schnittstelle in der Entwurfsphase	136
Abbildung 107: Kommunikation zwischen mit RFID-Technik versehenen Objekten	137
Abbildung 108: Anbindung der RFID-Tag-ID an das VGM nach ISO 15418	139
Abbildung 109: Applikationsübergreifende Datennutzung	140
Abbildung 110: Mefisto	141
Abbildung 111: Ein noch nicht vollständig eingebauter Transponder wird angefunkelt (eigene Darstellung)	148
Abbildung 112: Scan der Transponder	148
Abbildung 113: Anzeige der Daten auf dem Transponder	150
Abbildung 114: Anzeige des Vorgangs in APP	150
Abbildung 115: Die KS-Wand wird entsprechend der Planungsinformationen hergestellt (Abbildung Ytong)	151
Abbildung 116: In APP wird eine Fertigstellung von 20% eingegeben	151
Abbildung 117: Die Fertigstellung wird in der Schnittstelle angezeigt	151
Abbildung 118: Ein Transponder, der in der KS-Mauerwerkswand verbaut ist, wird angefunkelt (eigene Darstellung)	152
Abbildung 119: Gespeicherte Planungsdaten auf dem Transponder	153
Abbildung 120: Fertigstellung von 100 % auf dem Transponder	153
Abbildung 121: Die aktualisierte Fertigstellung nach dem Übertragen in APP	153

Abbildung 122: Modelle der Prüfszenarien: Stahlbeton- (links) und Mauerwerkswand (rechts)	161
Abbildung 123: Explosionszeichnung einer Stahlbeton-Halbfertigteilwand	162
Abbildung 124: Mit AutoID-Technik kennzeichenbare Ressourcen	162
Abbildung 125: Screenshot der mefisto-Software mit Kennzeichnung der Programmbereiche	163
Abbildung 126: Beteiligte und deren Datenaustausch im Lebenszyklus eines Bauwerks	164

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: eCl@ss-Klassifikationsdateien	108
Tabelle 2: proficl@ss – Ordnungszahl	112
Tabelle 3: proficl@ss – Klassifikationsdateien	113
Tabelle 4: Eigenschaften von Barcode und RFID-Systemen im Vergleich	125
Tabelle 5: Benötigte Funktionalitäten für den Wartungsprozess	130

Abkürzungsverzeichnis

AID	Anwendungs-ID
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
AVA	Ausschreibung Vergabe Abrechnung
BAL	Baustellenausstattungsliste
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGL	Baugeräteliste
BIM	Building Information Modeling
BMECat	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e. V. (BME) standardisiertes Austauschformat für Katalogdaten
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
bS	buildingSMART e.V.
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
CAD	Computer Added Design
CE	Communauté Européenne
CSV	Comma-separated values (Dateiformat)
DBM	Dünnbettmörtel
DEBt	Digitales Erweitertes Bautagebuch
DI	Data Identifier
DIN	Deutsches Institut für Normung
ebd.	ebenda
EDIFACT	United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPC	Elektronischer Produktcode
ETIM	ElektroTechnisches InformationsModell
FT	Fertigteil
GAEB	Gemeinsame Ausschuss Elektronik im Bauwesen
GIS	Geoinformationssystem
GS1	Global Standards 1

GU	Generalunternehmer
HDB	Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.
HF	High Frequency
HKLS	Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär
i. M.	im Mittel
i.V.m.	in Verbindung mit
ID	Identifikationsnummer
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
IT	Informationstechnik
KS	Kalksandstein
LC	Lean Construction
LE	Liefereinheiten
LF	Low Frequency
LKW	Lastkraftwagen
MMC	Multi Model Container
MVD	Model View Definitions
MW	Mauerwerk
NM	Normalmörtel
Nr. / Nrn.	Nummer / Nummern
o. a.	oben angesprochen
PC	Personal Computer
pco	pco Personal Computer Organisation GmbH & Co. KG
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
QR	Quick-Response-Code
RFID	Radio Frequenz Identifikation (engl. Radio Frequency Identification)
Stb	Stahlbeton
TB	Trockenbau
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
UHF	Ultra High Frequency
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche

VR	Virtuelle Realität
vs.	versus
WLAN	Wireless Local Area Network
XML	Extensible Markup Language
z. B.	zum Beispiel
ZDB	Zentralverband Deutsches Baugewerbe

1 Einleitung und Aufgabenstellung

1.1 Ausgangssituation

Die ARGE RFIDimBau beschäftigt sich innerhalb der Forschungsinitiative ZukunftBAU bereits seit 2006 mit dem Erfassen, Kontrollieren, Steuern und Dokumentieren von Prozessen mittels der RFID-Technik. Hierbei untersucht die Bergische Universität Wuppertal (BU Wuppertal) die bauleistungsbezogenen Prozessdaten entlang der Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft bis zur Lagerung auf der Baustelle. Die Technische Universität Dresden (TU Dresden) untersucht die bauproduktionstechnischen Daten von der Lagerung auf der Baustelle über die Erstellung und Nutzung von Bauwerken bis zum Abbruch. Die Technische Universität Darmstadt (TU Darmstadt) untersucht speziell in der Nutzungsphase die Daten zur Gebäudeleittechnik für den Bereich des anlagentechnischen Brandschutzes sowie Wartungsprozesse am Beispiel von Brandschutzobjekten.

Die aktuell in der ARGE RFIDimBau beteiligten Institutionen haben im Rahmen der ARGE RFIDimBau bisher die folgenden Forschungsberichte veröffentlicht:

- HELMUS, M. / KELM, A. / LAUSSAT, L. / MEINS-BECKER, A.: RFID in der Baulegistik - Forschungsbericht zum Projekt „Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immobilienwirtschaft“, In: RFID im Bauwesen (Reihe), Vieweg+Teubner Research, 2009
- HELMUS, M. / KELM, A. / LAUSSAT, L. / MEINS-BECKER, A.: RFID-Baulegistikleitstand - Forschungsbericht zum Projekt „RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulegistik am Beispiel Baulegistikleitstand für die Baustelle“, In: RFID im Bauwesen (Reihe), Vieweg+Teubner Research, 2011
- JEHLE; P. / SEYFFERT, S. / WAGNER; S.: IntelliBau - Anwendbarkeit der RFID-Technologie im Bauwesen, In: Schriften zur Bauverfahrenstechnik, Vieweg+Teubner Research, 2011
- JEHLE; P. / SEYFFERT, S. / WAGNER; S. / MICHAILENKO, N.: IntelliBau 2 - Forschungsbericht zur 2. Forschungsphase, In: Schriften zur Bauverfahrenstechnik, Vieweg+Teubner Research, 2013
- RÜPPEL, U. / STÜBBE, K. M.: Kontextsensitives RFID-Gebäude-Leitsystem – Forschungsbericht. Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, 2010
- RÜPPEL, U. / STÜBBE, K. M. / ZWINGER, U.: RFID-Wartungs-Leitsystem Brandschutz - Forschungsbericht. Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Technische Universität Darmstadt, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2012

Als Ergebnis der bisherigen Teilprojekte der ARGE RFIDimBau existieren getrennt, aber koordiniert entwickelte Applikationen, die das Erfassen, Kontrollieren, Steuern und Dokumentieren der jeweiligen Teilprojekt-Prozesse ermöglichen. Sie sind jeweils für sich abgeschlossen und funktionieren eigenständig. Für den durchgängigen, digitalen Datenfluss und die erhöhte Nachhaltigkeit im Datenmanagement über alle Lebenszyklusphasen hinweg ist es notwendig geworden, ein Gesamtkonzept zu entwickeln, das die vernetzte Nutzung der Teilprojekt-Prozessdaten ermöglicht.

1.2 Zielstellung, Praxispartner und Förderung des Gemeinschaftsprojektes

Nachdem in den vergangenen Teilprojekten¹ der ARGE RFIDimBau getrennt, aber koordiniert entwickelte Applikationen zur Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation der jeweiligen Teilprojekt-Prozesse entwickelt wurden, sollen nun im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes „BIM-basiertes Bauen mit RFID-Technik“ Standardisierungserfordernisse innerhalb eines Gesamtkonzeptes zur Verzahnung der bereits vorhandenen Prozessdaten erarbeitet, und die Anbindung der Daten an die in der Praxis verwendeten IT-Infrastrukturen und bestehenden Klassifizierungssysteme und Artikelkataloge ermöglicht werden. Anhand ausgewählter Beispielapplikationen sollen die entwickelten Lösungsvorschläge praxisnah demonstriert werden.

Die verschiedenen Lösungen werden durch die beteiligten Hochschulen und ihre Praxispartner (vgl. Abbildung 1) gemeinsam erarbeitet, um so den Praxisbezug zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten. Unterstützt wird das Forschungsprojekt außerdem vom Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (HDB) und dem Zentralverband Deutsches Baugewerbe (ZDB). Weiterhin dienen die Verbände und Praxispartner als Multiplikatoren bei der Verbreitung und Etablierung der Ergebnisse.



Abbildung 1: Praxispartner im Projekt „Bauen mit RFID-Technik“

Finanziell wird dieses Forschungsprojekt mit Mitteln der Forschungsinitiative ZukunftBAU des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) gefördert. Der Projektstart erfolgte im Dezember 2012, die Laufzeit beträgt 44 Monate.

1.3 Umsetzung der Ziele

Die bisher erarbeiteten Lösungen der Forschungseinrichtungen waren aufeinander abgestimmt, jedoch eigenständig konzipiert. Damit die Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation von Prozessen entlang der Wertschöpfungskette durchgängig und prozessübergreifend gewährleistet werden können, muss ein Gesamtkonzept für die Schnittstellen zwischen verschiedenen RFID-bezogenen Demonstrationsanwendungen der ARGE RFID-imBau aus

¹ Informationen zu den abgeschlossenen Projekten unter <https://RFIDimBau.de>

den letzten Projektphasen² sowie bestehenden CAD-, Baufortschrittsplanungs- und AVA-Anwendungen definiert werden. Nur durch die Entwicklung von Standards zur Datenspeicherung, zum Datenaustausch und für die notwendigen Softwareschnittstellen kann eine projektübergreifende Nutzung der bisher erfassten Prozessdaten erreicht werden.

Die Umsetzung dieses Gesamtkonzeptes bildet die Grundlage für die erweiterte Dokumentation der Prozessdaten und einen durchgängigen Informationsfluss entlang der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus eines Bauwerks. Durch die Gesamtheit der daraus bereitgestellten Daten lassen sich neben Effizienzsteigerungen in herkömmlichen Prozessen weitere neue Anwendungsmöglichkeiten über den gesamten Lebenszyklus realisieren, wie z. B. schnelle Schadstoffkontrollen durch Einbeziehung der Bauteileigenschaften, Ortungs- und Navigationsfunktionen für Gebäudebetreiber und -nutzer auf Basis der digitalen Gebäudedaten, Sanierungskonzepte etc.

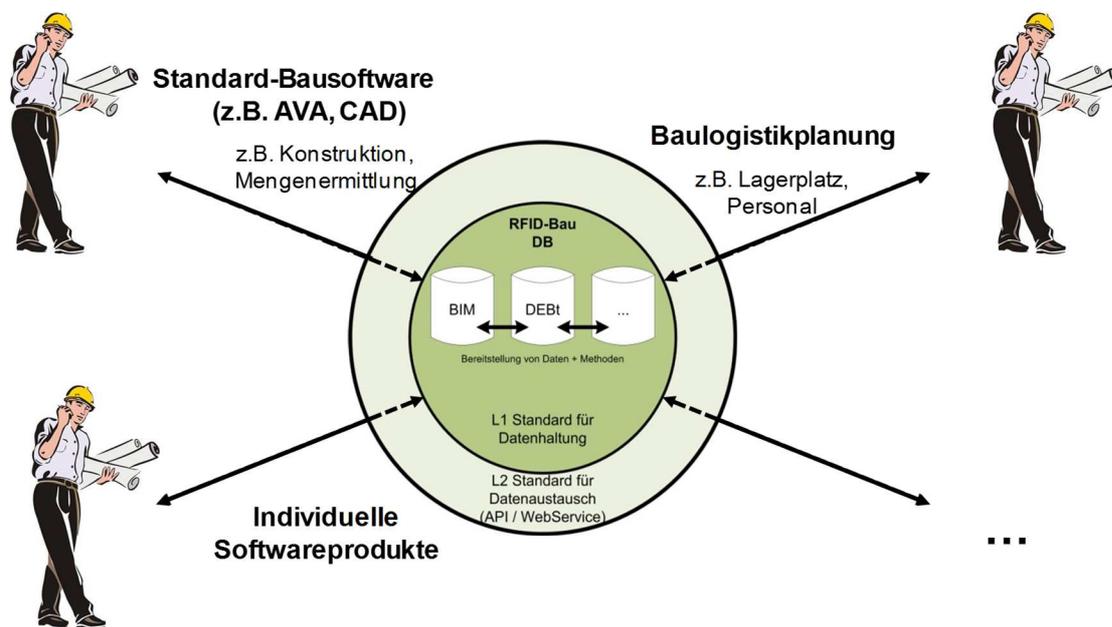


Abbildung 2: Verknüpfung verschiedener Softwareanwendungen mit den zu entwickelnden Standards

Schnittstellen zur Verknüpfung von Daten sind dabei vor dem Hintergrund zu entwickeln, dass sich in der Praxis aktuell zunehmend ein Umschwenken auf die Methode des Building Information Modelings (BIM) abzeichnet und damit beachtliche Möglichkeiten zur objektorientierten und konsistenten Vernetzung von bauwerksbezogenen Daten entstehen.

Sobald die Datenablage, -formate und der Detaillierungsgrad der abzulegenden Daten sowie die Transferstandards festgelegt sind, können die bereits entwickelten Applikationen der Teilprojekte weitere Informationen erzeugen, einlesen bzw. nutzen (vgl. Abbildung 2). Die Entwicklung von Standards erlaubt zudem die Optimierung des Informationsflusses über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Beispielsweise kann durch die Verknüpfung der virtuellen Planwelt mit der physischen Realwelt eine Dokumentation zusätzlicher Prozessdaten aus der Baulogistik und -produktion die vollständige Dokumentation des Bauablaufs von der

² Beispielsweise DEBt (Digitales Erweitertes Bautagebuch), Intelligentes Bauteil, BIM-Daten für die Indoor-Navigation

Bauleistungen bis zur Errichtung im DEBt erfolgen. Zusätzlich erzeugte, dynamische Daten, z. B. hinsichtlich der geforderten Nachweise zur EnEV und zum Nachhaltigen Bauen, können in digitalen Gebäudemodellen dokumentiert werden.

Sowohl digitale Gebäudemodelle, als auch intelligente Bauteile können somit neben den Bauproduktions- und Nutzungsdaten auch Wartungsdaten und bauleistungswirtschaftliche Daten enthalten. Stamm-, Ereignis- und Zustandsdaten zu Objekten eines Bauwerks können in einer objektorientierten, gemeinsamen Struktur vernetzt werden. Selbst Sensordaten werden integrierbar.

1.4 Namensänderung nach Forschungsbeginn

Im Juni 2013 wurde die Änderung des ursprünglichen Titels dieses Projektes „*Bauen mit RFID-Technik: RFID zum wirtschaftlichen Planen, Bauen und Nutzen*“ in den aktuellen Titel „*BIM-basiertes Bauen mit RFID: Nutzung von konsistenten Informationen für RFID-gesteuerte Planungs-, Ausführungs- und Bewirtschaftungsprozesse*“ beantragt.

Hintergründe für den Antrag auf Titeländerung waren die Folgenden:

- Die Methode BIM wird auch durch das im Projekt angedachte bauteilorientierte bzw. prozessorientierte Planen, Speichern und Bereithalten digitaler und intelligenter Gebäudedaten berücksichtigt. Dies war bereits in vorangegangenen Projektphasen so, wurde jedoch nie explizit mit diesem Begriff geäußert. Es ging und geht in dem Projekt u. a. um die digitale Verknüpfung virtueller, d. h. digitaler Planungsobjekte mit den realen, d. h. physischen Objekten in Logistik- und Bauprozessen.
- Der Begriff BIM hat seit Antragstellung deutlich an Öffentlichkeitswirksamkeit gewonnen. Da das Forschungsprojekt großen Wert auf die Öffentlichkeitswirksamkeit legt, war es aus Sicht der ARGE RFIDimBau zielführend, den Titel um den Begriff BIM bzw. eine kurze Erläuterung der Methode in Zusammenhang mit RFID zu erweitern.

Der Änderung wurde vom Fördermittelgeber zugestimmt.

2 Gliederung des Forschungsprojektes

Das Forschungsprojekt wurde durch die ARGE RFIDimBau in die folgenden Elemente aufgliedert.

1. Entwicklung von Empfehlungen für ein Standardisierungskonzept
2. Öffentlichkeitsarbeit
 - a. Demonstrationsmodul
 - b. Video
 - c. Veranstaltungsreihe
 - d. Homepage <https://rfidimbau.de>
 - e. Veröffentlichungen
 - f. Pressekontakt
3. Baustellendemonstration

Wegen der engen Zeitschiene des Projektes war es erforderlich, mit der Umsetzung der Demonstratoren Modul und Video Anfang 2013 zu beginnen, um diese in der Veranstaltungsreihe, beginnend mit einer Vorstellung auf der Messe bautec im Februar 2014, präsentieren zu können und somit die Potenziale der RFID-Technik für den Bausektor zu verdeutlichen.

Die Baustellendemonstration fand von April bis Mai 2014 in Kooperation mit der Ed. Züblin AG auf einer Baustelle in Böblingen statt.

Die Erarbeitung der Details zu Vorschlägen für Standardisierungsmöglichkeiten zum Austausch RFID-bezogener Daten wurde anschließend begonnen.

Der vorliegende Abschlussbericht stellt die Ergebnisse des Forschungsprojekts in o. g. Reihenfolge der Bearbeitung dar:

- Kap. 3: Öffentlichkeitsarbeit
- Kap. 4: Baustellendemonstration
- Kap. 5: Empfehlungen für ein Standardisierungskonzept

3 Öffentlichkeitsarbeit

Eine alleinige Herleitung von Grundlagen und die darauf aufbauende Entwicklung von Standards und Schnittstellen werden die Projektidee und die daraus entwickelten Anwendungen bzw. Applikationen nicht in der Praxis etablieren. Aus diesem Grund wurde ein Konzept erarbeitet, wie mit Hilfe der Praxispartner, vor allem aber der Verbände, die Verwendung der RFID-Technik im Bauwesen weitere Verbreitung finden kann. Die aus diesem Konzept resultierende Öffentlichkeitsarbeit nimmt einen großen Anteil in der Projektbearbeitung ein.

3.1 Demonstrationsmodul

3.1.1 Didaktisches Konzept

Ein wichtiger Bestandteil des Konzepts zur Öffentlichkeitsarbeit ist die Entwicklung und Ausstattung eines Demonstrationsmoduls. In einem eigens entworfenen Raummodul werden ausgewählte Applikationen auf verschiedenen Wegen vorgestellt:

- Durch Poster und Anschauungsobjekte kann der Besucher selbst einen Überblick über die Funktionsweise der RFID-Technik und die Projektideen gewinnen. Die Inhalte werden dabei so aufgearbeitet, dass sie auch für Laien verständlich sind.
- Im Demonstrationsmodul wird außerdem ein eigens für das Projekt erarbeiteter Film (vgl. Abschnitt 3.2) gezeigt, der die Ideen veranschaulicht und vertieft.
- Wichtigstes Element soll das eigene Erleben der RFID-Technik im Bauwesen sein. Dazu werden verschiedene Handlesegeräte, mit Transpondern getaggte Elemente und dazu passende Applikationen ausgestellt, so dass der Besucher die einzelnen Anwendungsfälle selbst ausprobieren und praktisch erleben kann.

Die Kombination dieser drei Bausteine erlaubt es, unterschiedlichsten Besuchergruppen, vom Schüler über Handwerker bis hin zum Vorstand von Bauunternehmen, einen Zugang zu den Ideen und Entwicklungen der ARGE RFIDimBau zu ermöglichen und den Nutzen erlebbar zu machen.

3.1.2 Entwurf des Demonstrationsmoduls

Das Demonstrationsmodul wurde zunächst ARGE-intern entworfen. Dabei waren technische und didaktische Kriterien vorrangig.

Ein erster Entwurf (vgl. Abbildung 3) wurde zum Lenkungskreistreffen im April 2013 vorgestellt und diskutiert. Mit den Hinweisen und Vorschlägen aus der Diskussion im Lenkungskreis wurde das Modul überarbeitet. Hierbei wurden vor allem die Gestaltung des Demonstrationsmoduls und die Strukturierung der Stationen verbessert (vgl. Abbildung 4).

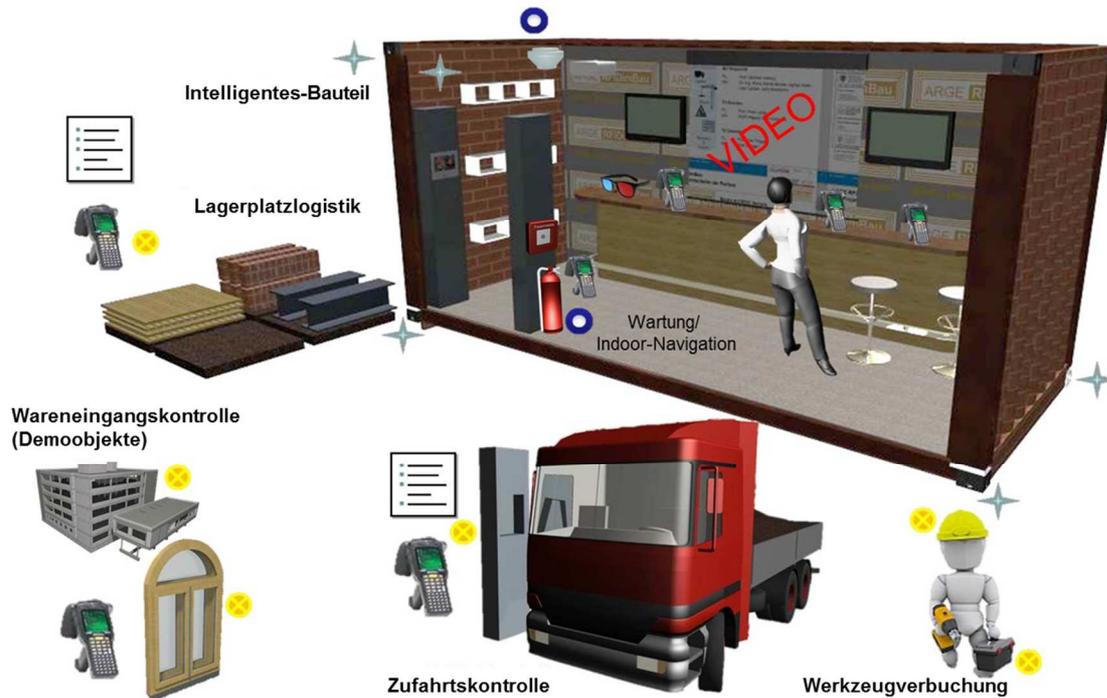


Abbildung 3: Vorentwurf zum Demonstrationsmodul und der darin gezeigten Applikationen (Stand 04/2013)



Abbildung 4: Ansicht des Demonstrationsmoduls von außen (Stand 06/2013)

Die Eingangsfront wird aus einem mittleren, feststehenden Element und zwei außenliegenden Doppeltürelementen erstellt, so dass ein Rundgang entlang verschiedener Stationen (vgl. Abbildung 5) ermöglicht wird.

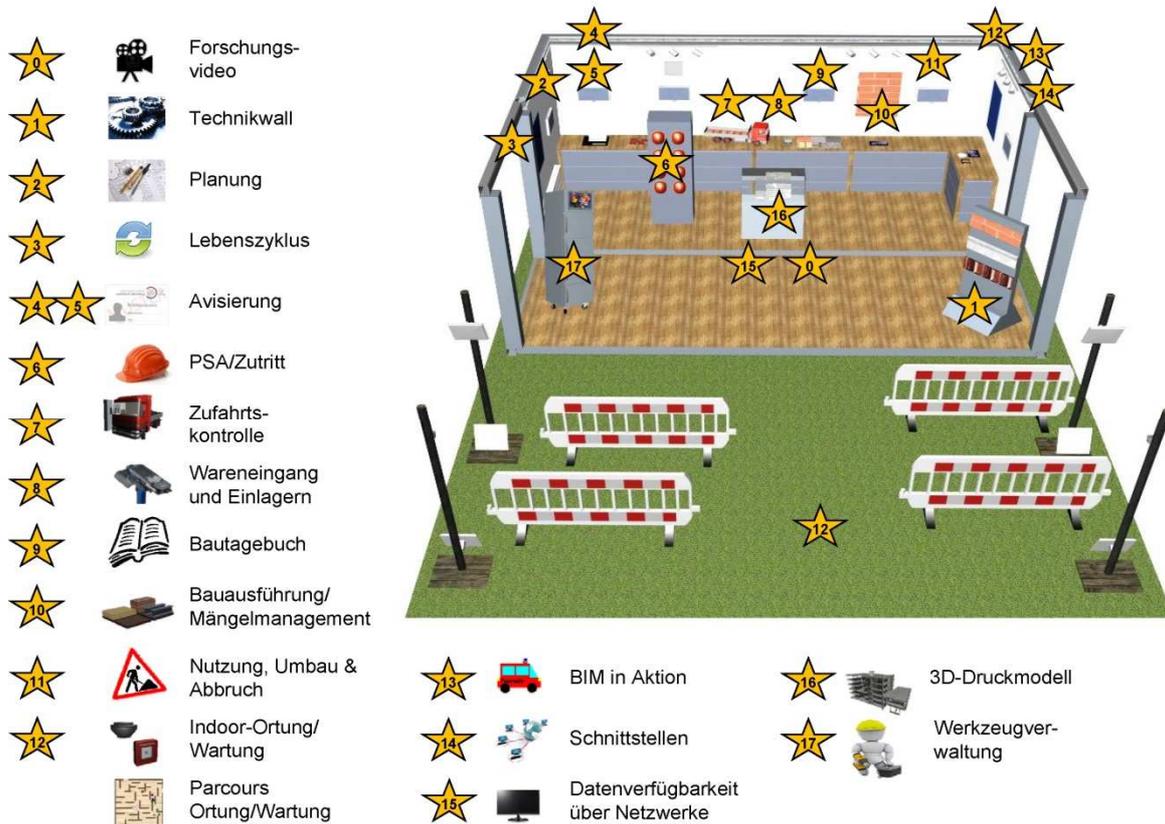


Abbildung 5: Stationen im Demonstrationsmodul

3.1.3 Applikationen des Demonstrationsmoduls

Im Folgenden werden die Applikationen im Demonstrationsmodul kurz erläutert. Demonstration der RFID-Technik

An dieser Station wird es dem Besucher ermöglicht, die RFID-Technik selbst auszuprobieren. Poster an der Rückseite der ersten Station geben zunächst eine kurze Einführung in die RFID-Technik. Verschiedene Transpondermuster werden präsentiert.

Auf der Vorderseite (Abbildung 6) sind Materialmuster montiert, hinter denen sich RFID-Transponder befinden. Mit dem Handleser kann die Auslesefunktion von verschiedenen Transpondern getestet werden. Dabei können die möglichen Reichweiten der Transponder in Kombination mit den verschiedenen Trägermaterialien beobachtet werden. Dabei zeigt sich, welches Material von den Funkwellen ungestört durchdrungen wird und welches Materialmuster sich gegenüber Funkwellen abschirmend verhält.

Durch diesen Sachverhalt lassen sich die möglichen Anwendungsfelder im Bauwesen erläutern oder gegebenenfalls auch ausschließen.



Abbildung 6: Testbereich für RFID-Technik



Was ist RFID-Technik?



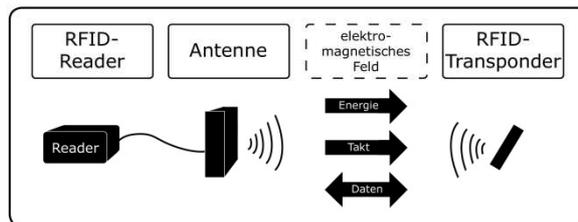
Was heißt RFID?

Radio-Frequency Identification
Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen



Wie funktioniert RFID?

Daten können berührungslos und sichtkontaktfrei zwischen dem an einem Objekt angebrachten Chip (RFID-Transponder) und einem RFID-Reader übertragen werden.



Welche Transponderarten gibt es?

- Passive Transponder ohne eigene Energieversorgung - die Energie wird durch das elektromagnetische Feld gewonnen.
- Aktive Transponder mit eigener Energieversorgung senden in beliebigen Intervallen ihre Informationen.
- Semi-Aktive / -Passive Transponder als Mischvariante mit zusätzlichen Sensoren für Messdaten.



Welche Übertragungsarten gibt es?

Es gibt zwei Arten der Übertragung von Informationen zwischen RFID-Transponder und RFID-Reader.

- Magnetische Kopplung (LF 135kHz / HF 13,56 Mhz)
- Elektromagnetische Welle (UHF 868 MHz / MW 2,4 GHz)



Welche Reichweiten sind möglich?

Vielfältig von geringen Reichweiten, von < 2 cm im LF- bzw. bis < 1 m im HF-Bereich, bis mehreren Metern im UHF-Bereich und mehreren hundert Metern bei aktiven Transpondern.



Woher kennen Sie RFID?

Beispielsweise

- Personalausweis und Haustierkennzeichnung
- Wegfahrsperr
- Zutrittskontrollsystem, Parkhausabrechnungssystem, Skipass
- NFC-Technik im Smartphone

Sprechen Sie uns an, was RFID für Sie leisten kann!

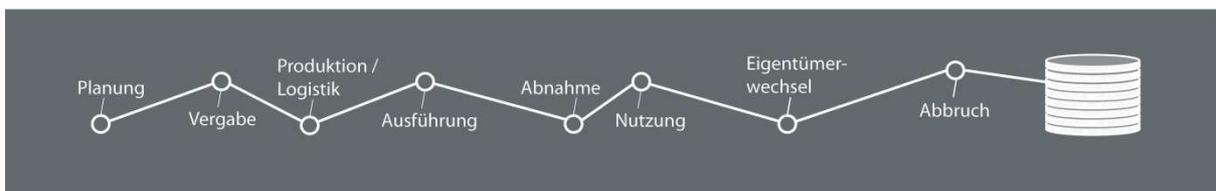


Abbildung 7: Infoposter auf der Rückseite der Technikwand

(1) Station „Erfassung von Lebenszyklusdaten“

Es ist nun gezeigt worden, dass sowohl physische Objekte der realen Welt, als auch virtuelle Objekte der digitalen Planungswelt eindeutig identifizierbar sind bzw. gemacht werden können. Was aber birgt dies für Potenziale?

Der Grundgedanke dieses Demonstrationsmoduls ist es, die Potenziale aufzuzeigen, die durch eine Vernetzung aller während des Lebenszyklus eines Bauwerks entstehenden Daten freigelegt werden könnten. Hierbei werden Daten unter Einsatz von Datenbanken und Speichermöglichkeiten in RFID-Transpondern zwischen Akteuren ausgetauscht, die hierfür entsprechende Applikationen benötigen.

Diese Daten können in allen Phasen des Lebenszyklus, z. B. bei der Bauvorbereitung (z. B. digitales Gebäudemodell/BIM, AVA), bei der Bauausführung (z. B. Produktion, Logistik, Einbau, Abnahme), bei den verschiedensten Anwendungen der Nutzungsphase (z. B. Wartungsvorgänge), bei einem Eigentümerwechsel, aber auch beim Abbruch des Bauwerks entstehen.

Ziel ist es, eine geregelte Verfügbarkeit vorhandener Daten auch für Anwendungen über Unternehmensgrenzen hinweg und zu jedem Zeitpunkt des Lebenszyklus des betreffenden Bauwerks zu gewährleisten. Der Verlust wichtiger bauwerksbezogener Daten soll verhindert werden, Prozesse sollen effizienter werden.

Die Station „Erfassung von Lebenszyklusdaten“ gibt einen ersten Überblick über die von der ARGE RFIDimBau betrachteten Lebenszyklusphasen eines Bauwerks.

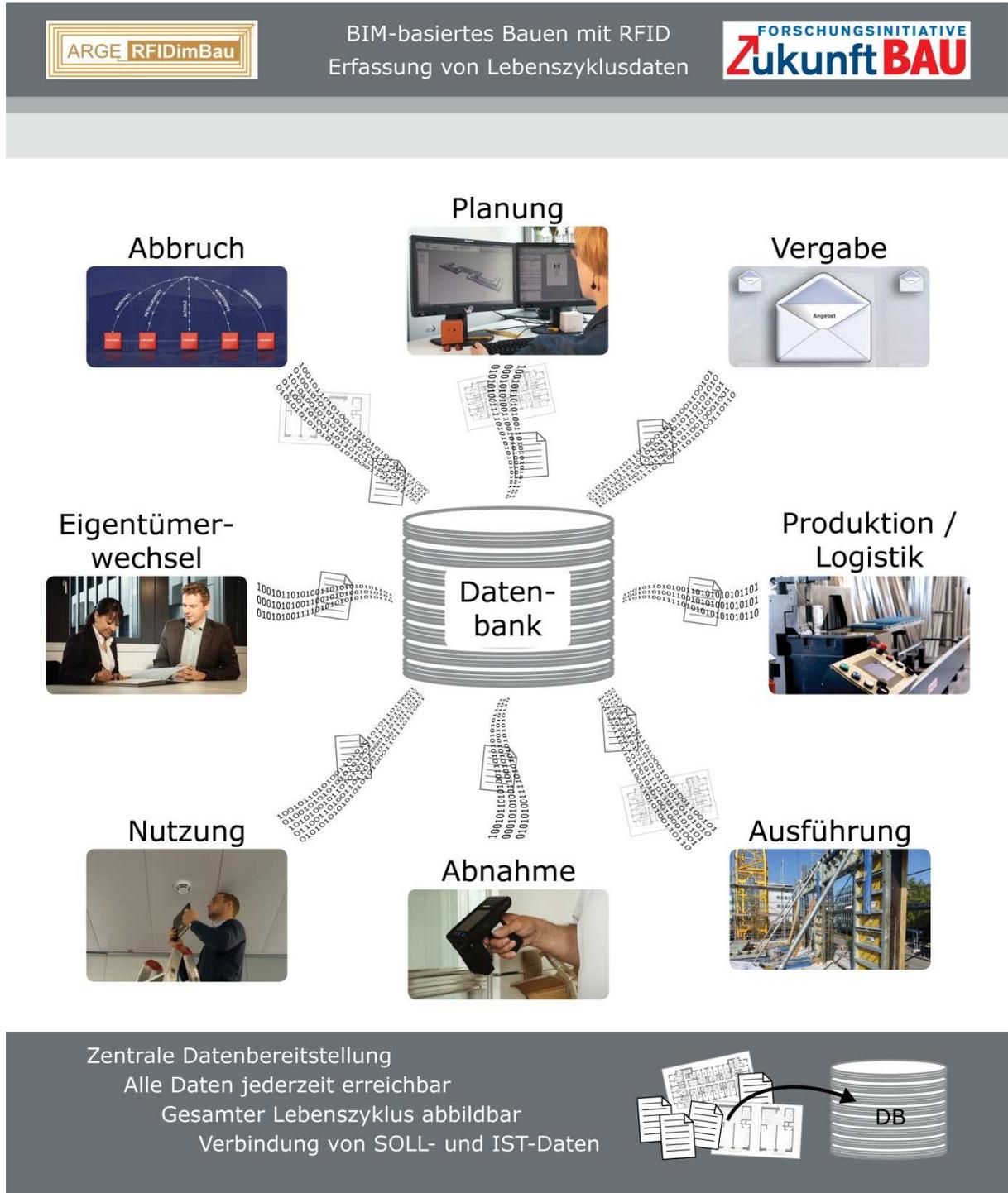


Abbildung 8: Poster zur Darstellung des Lebenszyklus und der durchgängigen Datennutzung

(2) Station „Planung“

An der Station „Planung“ wird mittels eines Touchscreens (Abbildung 9) eine Filmsequenz mit einer Bewegung durch ein 3D-Baustellenmodell gezeigt. Am Ende der Filmsequenz wird an ein Bauteil „Rohbauwand“ gezoomt und dieses wird hervorgehoben. Die Struktur der Wand wird verdeutlicht, indem die Baukomponenten wie z. B. Steine mit Fugen, Mauerwerksperrbahn oder ein Fertigteilsturz eingeblendet werden. Zum Bauteil und zu den einzelnen Komponenten werden Attribute eingeblendet. Im Hintergrund sind u. a. folgende Ressourcen zu erkennen: Palette mit Fertigteilsturz, Palette mit KS Kleinformat, Mörtelsilo. Ziel dieser Station

ist es, dem Besucher einen Einblick in die Planungsabläufe eines Bauprojektes zu geben und die Prozesse dabei zu erkennen.

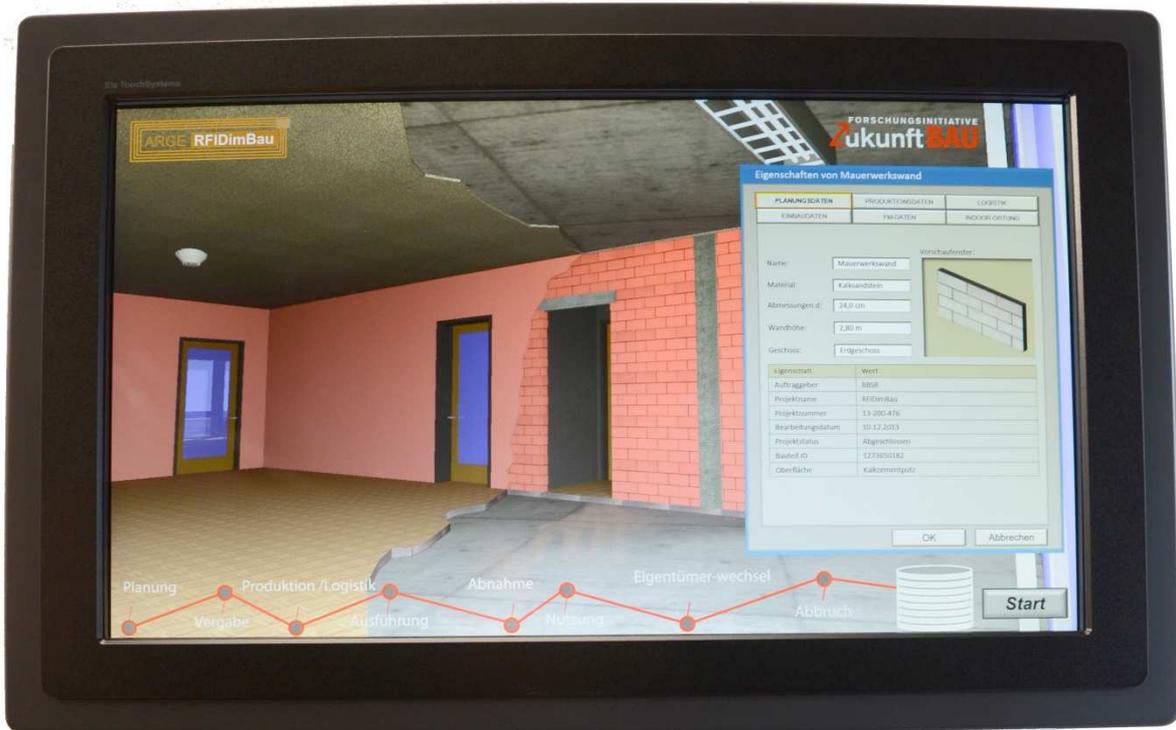


Abbildung 9: Start der Bildschirmpräsentation zur Station „Planung“

(3) Identifizierung durch Mitarbeiterausweise

Zur Bedienung der folgenden Applikationen müssen die Nutzer identifizierbar sein. Werden in den Applikationen Datensätze erzeugt, so sind diese nun stets einer verantwortlichen Person zuordenbar.

Zur Erprobung der folgenden Stationen erhält der Besucher einen Mitarbeiterausweis, der einen RFID-Transponder beinhaltet. Alternativ wird er auf Ausweise hingewiesen, die an jeder Station befestigt sind und von ihm genutzt werden können.

An der späteren Station zum „Digitalen Erweiterten Bautagebuch“ kann gezeigt werden, dass zu jedem Ausweis ein Stammdatensatz gehört, der den verschiedenen Applikationen zur Verfügung gestellt werden kann.



Abbildung 10: Mitarbeiterausweis im Demonstrationsmodul

(4) Station „Avisierung“

Mit einem Mitarbeiterausweis meldet man sich nun an der Station „Avisierung“ an. Hier wird exemplarisch gezeigt, wie der Prozess des Abrufs eines der vier Demonstrationsbauteile Sturz, Kalksandsteinpalette, Mörtel oder Rauchmelder in einer Online-Plattform erfolgen kann. Erstere sind Komponenten der Wand, die bereits in der Station „Planung“ visualisiert wurden.

Durch die Auswahl dieser Komponenten wird ein Großteil der möglichen Lieferformen im Bauwesen abgedeckt. Abgedeckt werden die Bereiche individuell gefertigter Baustoffe (Sturz) vs. sogenannter Standardprodukte (Kalksandstein, Mörtel, Rauchmelder) sowie von Stückgütern (Kalksandstein, Sturz, Rauchmelder) vs. Schüttgütern (Mörtel im Silo). Gleichzeitig repräsentieren die Produkte unterschiedliche Formen von Kennzeichnungsebenen und verschiedene Arten der Liefereinheitstypen (einzeln vs. palettenweise verpackt und gekennzeichnet, direkt kennzeichenbar oder nur identifizierbar über die Verpackung (z. B. Silo) oder die Begleitpapiere). Der Rauchmelder repräsentiert den Bereich TGA und den Bereich wartungsbedürftiger Bauwerkskomponenten.

Der Besucher meldet sich in der Rolle des Poliers an der Plattform an, indem er den Ausweis über den weißen RFID-Reader in der Theke neben dem Drucker hält. Er wird durch die Applikation geführt und wählt das Lieferobjekt, den gewünschten Lieferzeitraum, den gewünschten Entladeort sowie den Zwischenlagerplatz auf der Baustelle etc. Zum Abschluss schickt er diese Informationen an den Lieferanten.

Nun schlüpft der Besucher in die Rolle des Lieferanten und bestätigt die Lieferung, wozu er wieder durch das Programm geführt wird. Als Lieferant erhält er nun einen Ausdruck mit den relevanten Informationen, den er demnächst auf der Baustelle für die Zufahrtskontrolle benötigen wird.

Auf der Theke steht ein LKW, der nun passend zum Abruf mit dem richtigen Lieferobjekt bestückt wird. Nun geht es weiter in Richtung Baustelle. Der Besucher nimmt den Ausdruck und seinen Ausweis mit und schiebt den LKW ein Stück weiter.



Abbildung 11: LKW mit Lieferobjekten



Abbildung 12: Avisierungsportal mit Lesegerät (links), Touch-Monitor (oben) und Drucker (unten mittig)

(5) Station „PSA³ / Zutrittskontrolle“

Der Besucher betritt nun an der Station „PSA- und Zutrittskontrolle“ die Baustelle (Abbildung 13), zu der auch der LKW unterwegs ist. An dieser Station wird die Nutzung des RFID-Mitarbeiterausweises für eine automatische Kontrolle der Zutrittsberechtigung in Kombination mit einer RFID-gestützten Überprüfung der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) gezeigt. Neben dem Mitarbeiterausweis, mit dem sich der Besucher an dem in der Säule integrierten RFID-

³ PSA: Persönliche Schutzausrüstung

Leser durch direktes Davorhalten anmelden muss, benötigt der Besucher nun einen der Bauhelme.

Der Besucher meldet sich mit einem Besucherausweis an der freistehenden PSA-Säule an. Sollte er keinen Helm mitführen, wird ihn das Portal automatisch darauf hinweisen. Symbolisiert wird fehlende PSA durch einen roten Kreis auf dem Bildschirm, erkannte PSA durch einen grünen Kreis. Hinter der PSA-Säule findet der Besucher einen Helm mit der Aufschrift „Besucher“. Er sollte diesen aufsetzen und sich nochmals anmelden.

Sobald seine vollständige und dem Gefährdungsbereich entsprechende PSA durch das Portal erkannt wird, wird dem Besucher automatisch der Zutritt in den dahinterliegenden Gefährdungsbereich gewährt.

(6) Station „Zufahrtskontrolle“

Bei der nächsten Station „Zufahrtskontrolle“ (Abbildung 14) befindet sich der Besucher nun auf der Baustelle, die nun auch der LKW erreicht. In der Rolle des LKW-Fahrers gibt der Besucher nun durch Einscannen des Ausdrucks der Baustelle Bescheid, dass er termingerecht angekommen ist. Ihm wird die Zufahrt gewährt, hier symbolisiert durch eine grüne Lampe. Er kann den mit der Lieferung bestückten LKW nun auf die Baustelle zum richtigen Lagerplatz fahren.

Der für die Wareneingangskontrolle zuständige Mitarbeiter wird automatisch gerufen.



Abbildung 13: Portal zur Kontrolle der Zutrittsberechtigung und der Persönlichen Schutzausrüstung

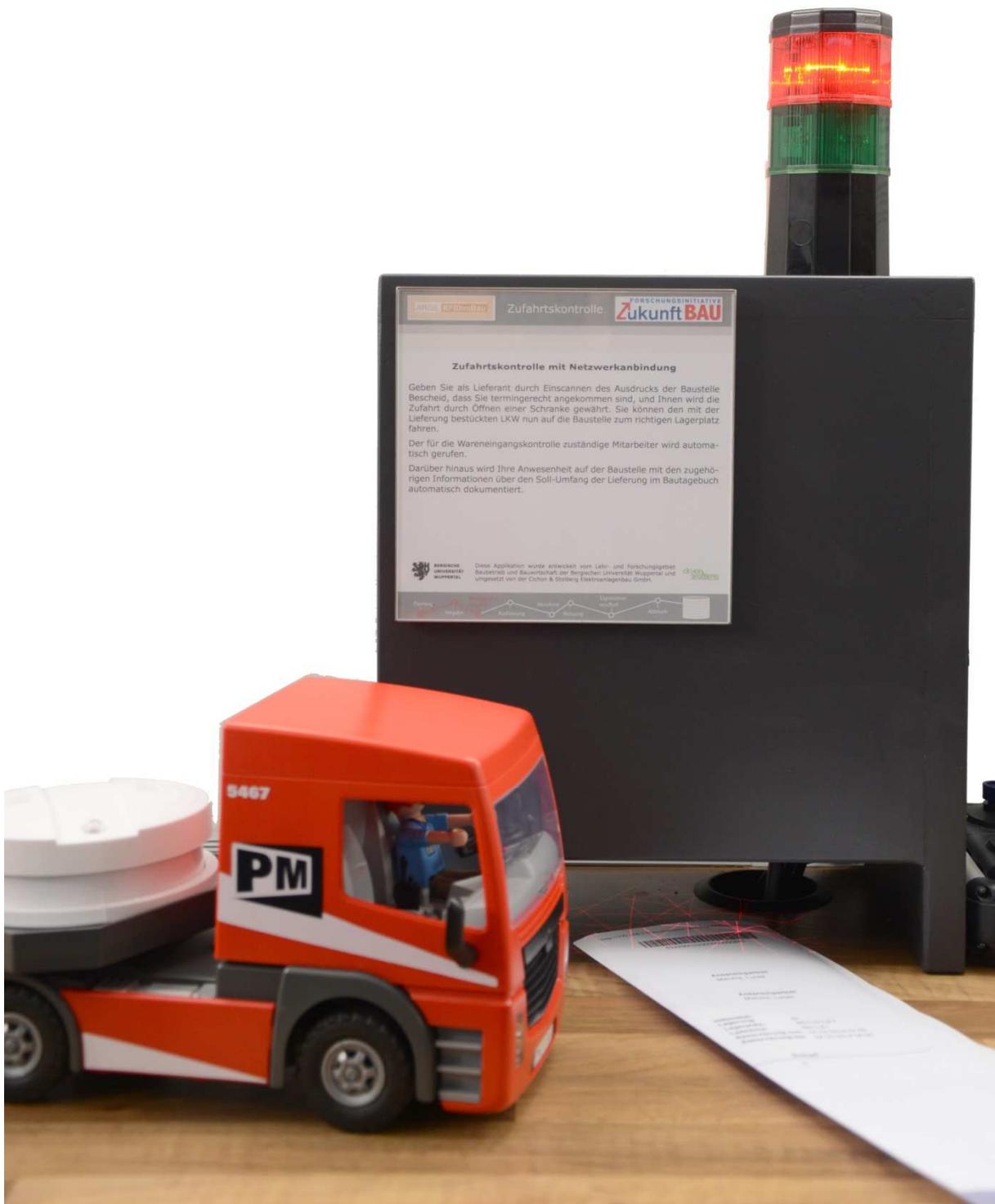


Abbildung 14: Zufahrtskontrolle mit LKW

(7) Station „Wareneingangskontrolle mit Anbindung der Lagerverwaltung“

Der Besucher schlüpft an dieser Station nun auf der Baustelle in eine neue Rolle. Er soll nun den Wareneingang kontrollieren und das Einlagern auf den richtigen Lagerplatz überwachen.

Der Besucher scannt hierzu mit dem robusten Handlesegerät als Mitarbeiter der Baustelle den Barcode des vom Lieferanten mitgebrachten Ausdrucks. Der Handleser ruft hierdurch aus den vernetzten Datenbanken den Soll-Umfang der Lieferung ab und zeigt diesen auf dem Display an.

Als nächstes scannt der Besucher die Lieferung auf dem LKW mittels der RFID-Antenne und sieht, wie die Vollständigkeit der Lieferung bestätigt wird. Er entlädt den LKW auf den entsprechenden Lagerplatz (Abbildung 15). Der LKW kann für den nächsten Besucher nun zurück zur Avisierung bewegt, der Ausdruck entsorgt werden.

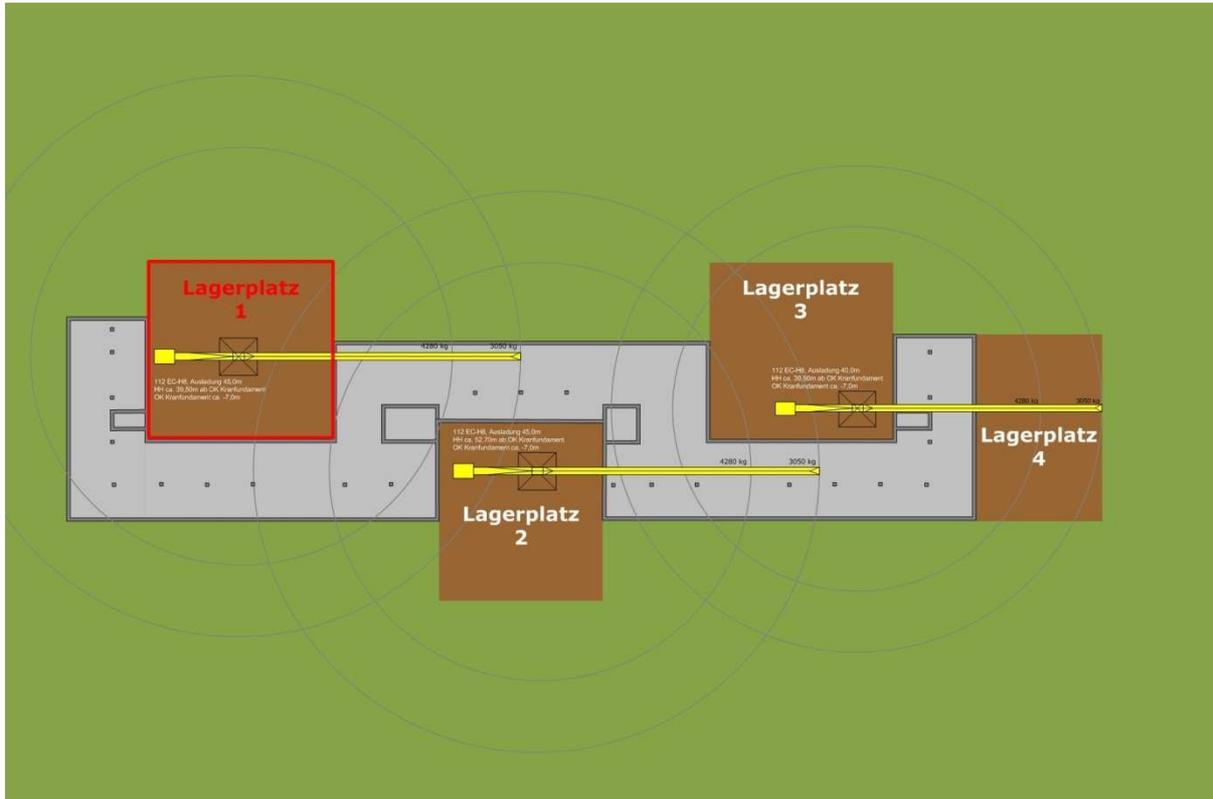


Abbildung 15: Lagerplatz im Demonstrationsmodul

(8) Station „Digitales Erweitertes Bautagebuch“

Hier wird gezeigt, wie die Daten aus den vorangegangenen Schritten in ein Digitales Erweitertes Bautagebuch (DEBt) automatisch einfließen können. Der Besucher sieht an dieser Station hierzu das Prinzip eines DEBt. Er wählt ein Datum und sieht alle zugehörigen Ereignisse auf der Baustelle.

Zu beachten sind neben den allgemeinen Informationen (z. B. zum Wetter) insbesondere die Eintragungen zu anwesenden Personen und Geräten, zu Zufahrten und Wareneingangskontrollen, zu Lagerbewegungen, Werkzeugnutzungen, Tagewerk oder zur Mängelbeseitigung. Diese Informationen wurden in den anderen Stationen mit Hilfe der RFID-Technik erzeugt bzw. können dort erzeugt werden.



Abbildung 16: Digitales Erweitertes Bautagebuch

(9) Station „Einbau / Abnahme / Mängelmanagement mit RFID-Technik“

Der Einsatzbereich Steuerung und Optimierung von Prozessen in der Ausführungsphase lässt sich an der Station „Einbau / Abnahme / Mängelmanagement mit RFID-Technik“ zeigen und erleben. Der Besucher erlebt dabei die folgenden Aufgabenschritte:

- den Einbau bzw. die Bauausführung,
- interne Leistungsabnahme durch den Besucher als Bauleiter,
- Bauabnahme durch den Besucher als Bauherrenvertreter und
- das Mängelmanagement.

Es war dafür nötig, bereits in der Rohbauphase Transponder in alle raumbildenden Bauteile, also in Wänden und Decken, einzubauen. Im Ausstellungsmodul stehen hierfür sinnbildlich drei graue Transponder innerhalb der roten Rahmen auf dem Plakat (Abbildung 17). Die Daten können nun mit dem handlichen Reader von den Bauteiltranspondern abgerufen werden (Abbildung 18).

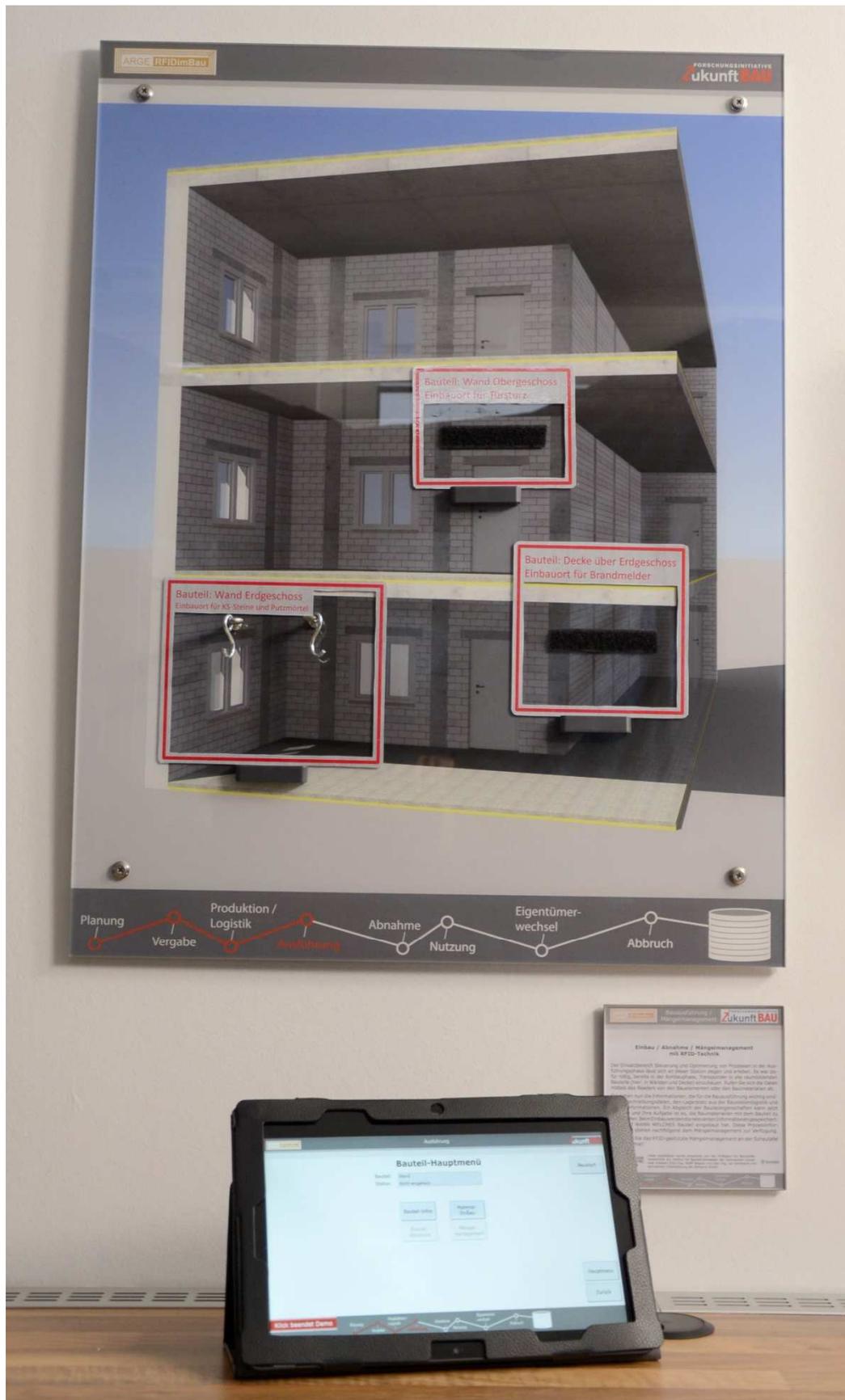


Abbildung 17: Station Einbau / Abnahme / Mängelmanagement



Abbildung 18: Auslesen der Transponder an der Station „Einbau“

Im Menü erscheinen nun die Informationen, die für die Bauausführung wichtig sind:

- Die Ausschreibungsdaten zur Sicherstellung, dass die Ausführung planungskonform erfolgt,
- der Lagerplatz (vgl. Abbildung 15) aus der Baustellenlogistik für ein schnelles Finden der Baumaterialien und

- der Terminplan zur Prüfung, ob die Ausführung im Zeitplan liegt.

Ein Abgleich der Bauteileigenschaften kann jetzt erfolgen, und Aufgabe des Besuchers ist es, die Baumaterialien mit dem Bauteil „zu verknüpfen“, also symbolisch den Einbau durchzuführen (Abbildung 20). Während der Einbauarbeiten werden die relevanten Informationen gespeichert: WER hat WANN und WELCHES Bauteil eingebaut. Diese Prozessinformationen stehen nachfolgend der internen Leistungsabnahme, der Bauabnahme und dem Mängelmanagement sowie über das Netzwerk beliebigen weiteren Applikationen zur Verfügung. Sie werden auch an entsprechender Stelle im DEBt vermerkt.

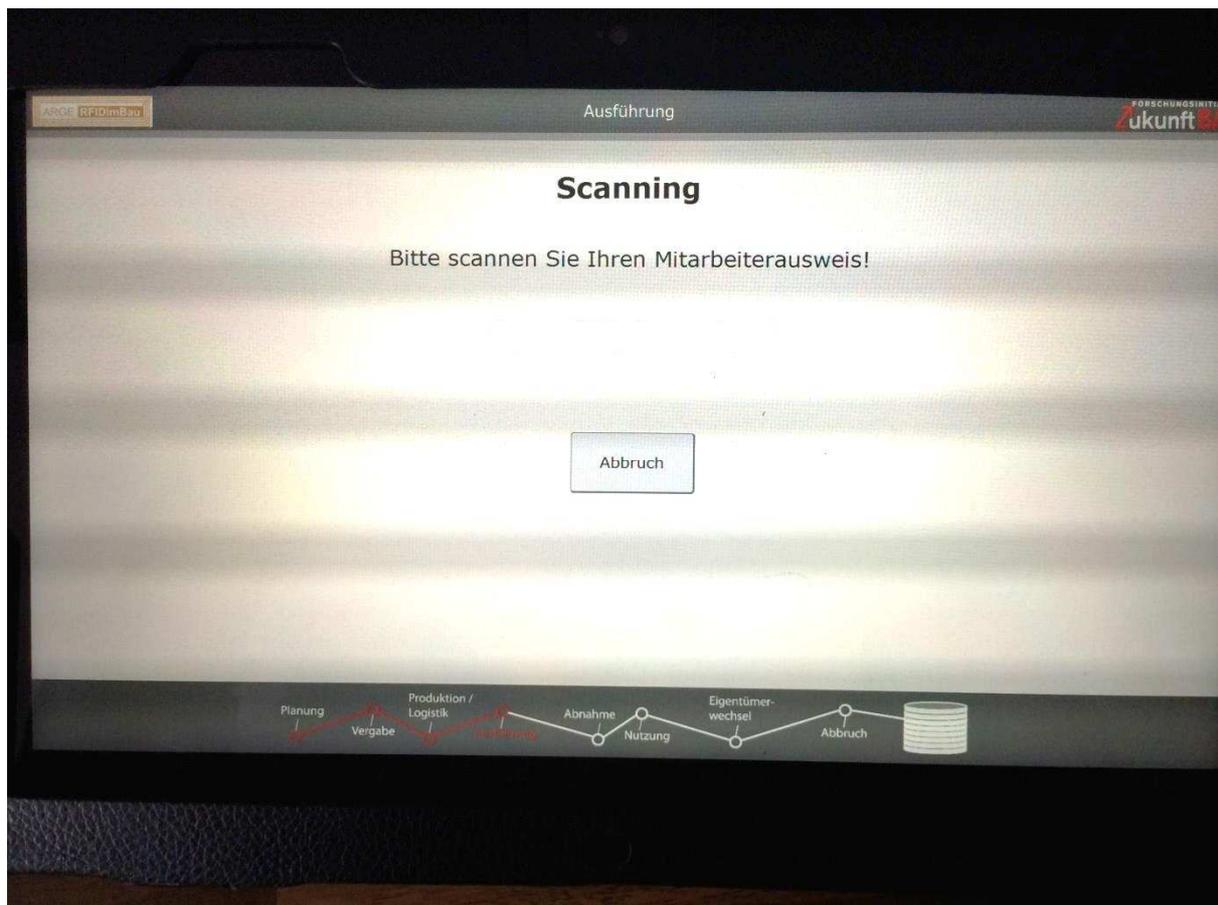


Abbildung 19: Menüführung für den Einbau von Materialien

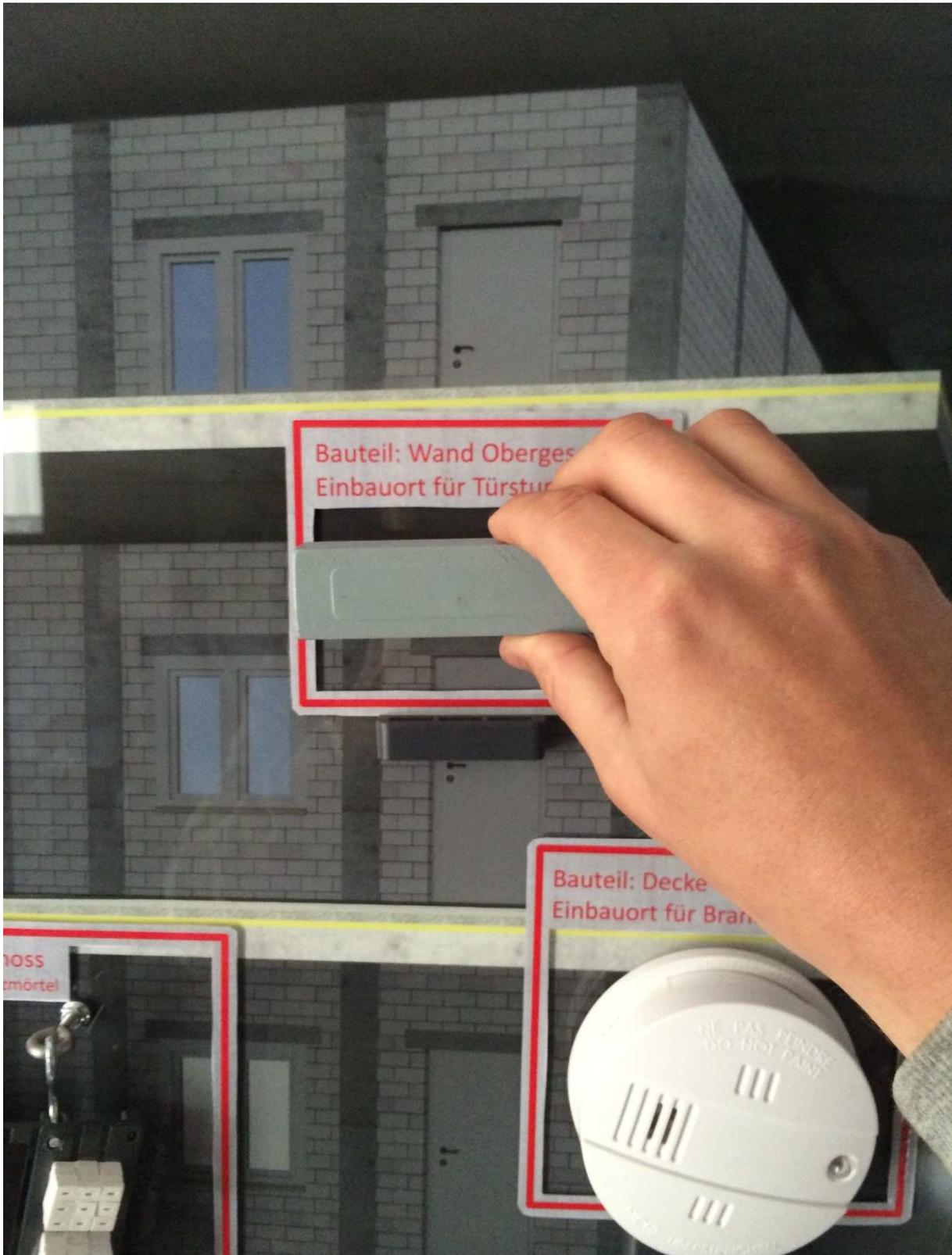


Abbildung 20: Einbau des Fenstersturzes an der Einbauwand

(10) Station „Nutzungsphase, Umbau und Abbruch“

Welche Potenziale die RFID-Technik in der Nutzungsphase ermöglicht, ist u. a. in der Animation der Station „Nutzungsphase, Umbau und Abbruch“ zu sehen. Der Besucher kann über den Touchscreen durch verschiedene Anwendungsszenarien navigieren.

In der Nutzungsphase eines Gebäudes lässt sich die RFID-Technik im Rahmen von dienstleistungsorientierten Anwendungen, wie bei der Inventarisierung von Einrichtungsgegenständen, für Gebäudereinigungsarbeiten oder Security-Dienstleistungen nutzen. Für eine erste Erkennung, in welchem Raum man sich befindet, werden die RFID-Transponder in den Fußböden genutzt. Die Einrichtungsgegenstände selbst können auch mit Transpondern versehen werden – ähnlich einem Inventarisierungsaufkleber – damit der Dienstleister stets den Überblick über das Inventar behält.

Reinigungs- oder Sicherheitsdienstleister können sich so beispielsweise am Raum-Transponder anmelden, finden hier entsprechende Hinweise zum Dienstleistungsumfang und können die durchgeführten Arbeiten anschließend am Transponder nachweislich dokumentieren. Viele weitere Nutzungsmöglichkeiten sind denkbar.



Abbildung 21: Szenario „Sicherheitsdienst“ in der Animation zur Nutzungsphase, Umbau und Abbruch

(11) RFID-basierte Wartung von Brandschutzobjekten

Die Station „RFID-basierte Wartung von Brandschutzobjekten“ stellt einen vereinfachten RFID-unterstützten Wartungsprozess dar. RFID wird hierbei zur Identifikation des Wartungsmitarbeiters (Mitarbeiterausweis), des Wartungsobjekts (RFID-Aufkleber am Brandschutzobjekt) sowie bei gutem Wetter im Außenbereich dieses Demonstrationsmoduls zur Ortung genutzt.

Zur Durchführung stehen an dieser Station ein Tablet (mit RFID-Sensor), RFID-Karten (Mitarbeiterausweise), verschiedene Wartungsobjekte sowie ggf. der Außenbereich vor dem Demonstrationsmodul mit weiteren Wartungsobjekten zum Test der Ortungsfunktion zur Verfügung.

Im Falle der Außenortung handelt es sich um ein RFID-basiertes Ortungssystem der Firma IDENTEC SOLUTIONS, das Positionsinformationen über Laufzeitberechnungen ermittelt. Aus diesem Grunde befinden sich im Außenbereich vor dem Demonstrationsmodul platzierte RFID-Sensoren, die konstant Kontakt mit dem am Tablet befestigten RFID-Transponder halten.



Abbildung 22: Wartungsstation für Brandschutzobjekte



RFID-basierte Wartung von Brandschutzobjekten

Hintergrund

Oftmals wird die gesetzlich vorgeschriebene Wartung und Inspektion von Brandschutzobjekten an Fachfirmen vergeben. Diese kennen sich jedoch im entsprechenden Gebäude nicht aus. Welche Lösung gibt es dazu? Die aus der Planungsphase existierenden digitalen Gebäudemodelle (BIM) können mit einem RFID-basierten Ortungssystem verknüpft werden. Es lässt sich somit eine Orientierungshilfe schaffen.

Werden die Wartungsobjekte mit einem RFID-Transponder versehen, lassen sie sich nicht nur eindeutig identifizieren, es kann weiterhin auch eine Verifikation der tatsächlichen Anwesenheit des Wartungsmitarbeiters am Objekt ermöglicht werden.

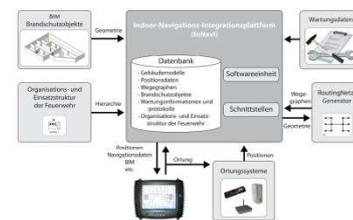


Erwarteter Nutzen und Möglichkeiten

- Darstellung digitaler Gebäudepläne (aus BIM) mit relevanten Instandhaltungsobjekten
- Unterstützung der Wegfindung in Gebäuden für das meist externe Wartungspersonal
- Qualitätssicherung der Wartungsarbeiten
- Erstellung von Wartungsrundreisen

Systemarchitektur

Die als Serviceorientierte Architektur (SOA) entwickelte InNavI umfasst hauptsächlich eine Gebäude- und Navigationsdatenbank in der die Daten u.a. zum Gebäude (BIM), zu den Objekten der Gebäudeausstattung (Brandschutz und allgemeine Objekte für Wartung), zur Ortung (Positionsdaten), zur Navigation (Wegegraphen) sowie weitere Informationen zur Nutzung durch Location-based Services (LBS) gespeichert werden können. Visualisiert sowie genutzt werden können diese Daten auf beliebigen mobilen Endgeräten.



Wegenetze und Routenermittlung

Auf Basis der importierten Gebäudemodelldaten ist der RoutingNetz-Generator in der Lage, Wegegraphen (Netz aus möglichen Laufwegen innerhalb eines Gebäudes) automatisch zu erstellen. Durch die im Gebäudemodell vorhandenen Gebäudegeometrien, Raumabhängigkeiten und begehbaren Flächen lassen sich die möglichen Laufwege, aber auch Verbindungen zwischen den einzelnen Räumen (z.B. Türen) und Ebenen (z.B. Treppen) ermitteln. Hierauf basierend lässt sich für den Wartungsprozess die notwendige Rundwegberechnung (mit gewöhnlich identischem Punkt für Start und Ziel, z.B. Gebäudeeingang), sowie mehrere Zwischenpunkte, die nacheinander abgelaufen werden müssen, mittels einer geeigneten Heuristik ermitteln.



Abbildung 23: Erläuterungen zur Wartungsstation

(12) Station „Nutzung von BIM in der Virtuellen Realität (VR)“

An der Station „Nutzung von BIM in der Virtuellen Realität (VR)“ taucht der Besucher in eine virtuelle Welt ein. Er unterstützt die Feuerwehr bei ihrem Einsatz gegen die Flammen. Dazu soll das Feuer im rechten Gebäudeflügel des Projektgebäudes MEANDRIS gelöscht werden. Dazu stehen eine VR-Brille sowie ein Controller zur Steuerung zur Verfügung. Die VR-Brille besitzt einen Head-Tracker, der die Blickrichtung des Spielers erfasst.

Das an dieser Station verwendete digitale Gebäudemodell wurde während der Planungsphase erstellt. Während der Nutzungsphase kann dies nun für den vorliegenden Fall wiederverwendet werden.



Abbildung 24: VR-Brille und Controller

ARGE RFIDimBau

BIM in Aktion

Nutzung von digitalen Gebäudemodellen (BIM) in der Virtuellen Realität (VR)

Digitale Gebäudemodelle (BIM)

Während der Planungsphase eines Bauwerks entstehen digitale Gebäudemodelle (Building Information Model / BIM), in die die Fachplaner gemeinschaftlich ihre Planungen einfließen lassen. Neben der eigentlichen Gebäudestruktur aus Wänden, Decken, Türen etc. lassen sich z.B. auch Objekte der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) integrieren. Die gegenseitige Nutzung dieser Modelle ermöglicht einen direkten Informationsaustausch.

Die in den erstellten digitalen Gebäudemodellen hinterlegten Informationen können über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes immer wieder Verwendung finden. So beispielsweise auch in der Nutzungsphase.

Eingebunden in digitale Spieleumgebungen ermöglichen sie u.a. Serious Gaming (ernsthafte Spiele). Hierunter ist spielerisches Lernen zu verstehen, durch das reale Situationen innerhalb einer Spielwelt simuliert werden können.



Virtuelle Realität (VR)

Mittels beispielsweise einer VR-Brille lässt es sich in die digitale Welt eintauchen. Die dazu in Echtzeit computergenerierte virtuelle 3D-Welt lässt sich als Wirklichkeit - mit ihren physikalischen Eigenschaften - interaktiv wahrnehmen.

Die bereitstehende VR-Brille bietet neben der 3D-Darstellung ebenfalls einen integrierten Head-Tracker (Sensor zur Erkennung der Kopfbewegung). Dieser ermöglicht die Ermittlung Ihrer Blickrichtung, so dass Ihnen das Gefühl vermittelt werden kann, Sie befänden sich wirklich im Gebäude.



Handelsübliche Steuergeräte, wie der bereitstehende Xbox-Controller, ermöglichen auf einfache Weise eine Bewegung durch das virtuelle Gebäude. Angepasst auf das vorliegende Spielszenario wurden hierbei die Bedienelemente mit entsprechenden Funktionen belegt (siehe Bild rechts).



Abbildung 25: Erläuterungen zur Station „BIM in Aktion“

(13) Station „BIM- und RFID-basierte Vernetzung von Bauteilinformationen“

Die Vernetzung aller während des Lebenszyklus eines Bauwerks entstehenden Daten funktioniert über den Bauteilgedanken. Alle relevanten Informationen sind während des Entstehungsprozesses nachvollziehbar über eine Datenbank miteinander verknüpft und über entsprechende RFID-Transponder am Bauteil auslesbar.

Die Station „BIM- und RFID-basierte Vernetzung von Bauteilinformationen“ gibt eine Zusammenfassung über die ganzheitliche Nutzung der Bauteilinformationen in den betrachteten Lebenszyklusphasen eines Bauwerks an beispielhaften Bauteilen wieder.

Der Besucher sieht, dass sich die Informationen eines Bauteils während des Durchlaufens der einzelnen Stationen mit dem modellbasierten Bauteil verknüpfen. Über den Touch-Monitor kann er die Bauteile auswählen und sich in den verschiedenen Informationen der einzelnen Entstehungsphasen des Bauwerkes bewegen.



Abbildung 26: Ansichten im Touch-Monitor zur Vernetzung von Bauteilinformationen

(14) Station „Echtzeitdatenlogger“

An der Station „Echtzeitdatenlogger“ führt ein zentraler Monitor über der Glasvitrine mit einem 3D-Druckmodell alle Ereignisse, die von den einzelnen Applikationen erzeugt wurden, chronologisch auf. Der Monitor soll dem Besucher verdeutlichen, dass alle Daten, die über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks entstehen, über Netzwerke in Echtzeit für andere Anwendungen verfügbar gemacht werden können. Eine Verknüpfung zwischen digitalem Gebäudemodell, genutzten RFID-Transpondern und in Echtzeit verwendeten weiteren Applikationen ist möglich.

Hierzu werden auf dem Monitor symbolhaft einzelne Statusmeldungen angezeigt, die durch die verschiedensten Applikationen in diesem Demonstrationsmodul entstehen. Sei es die Mitteilung über eine erfolgte Bestellung im Avisierungsportal, die erfolgreiche Lieferung dieser Materialien auf die Baustelle mit Lagerung auf einem zugewiesenen Lagerplatz, die Anmeldung per Mitarbeiterausweis am PSA-Portal und die damit verbundene Kontrolle der vollständig mitgeführten Schutzausrüstung, oder einen erfolgreich durchgeführten Wartungsvorgang an einem Brandschutzobjekt.

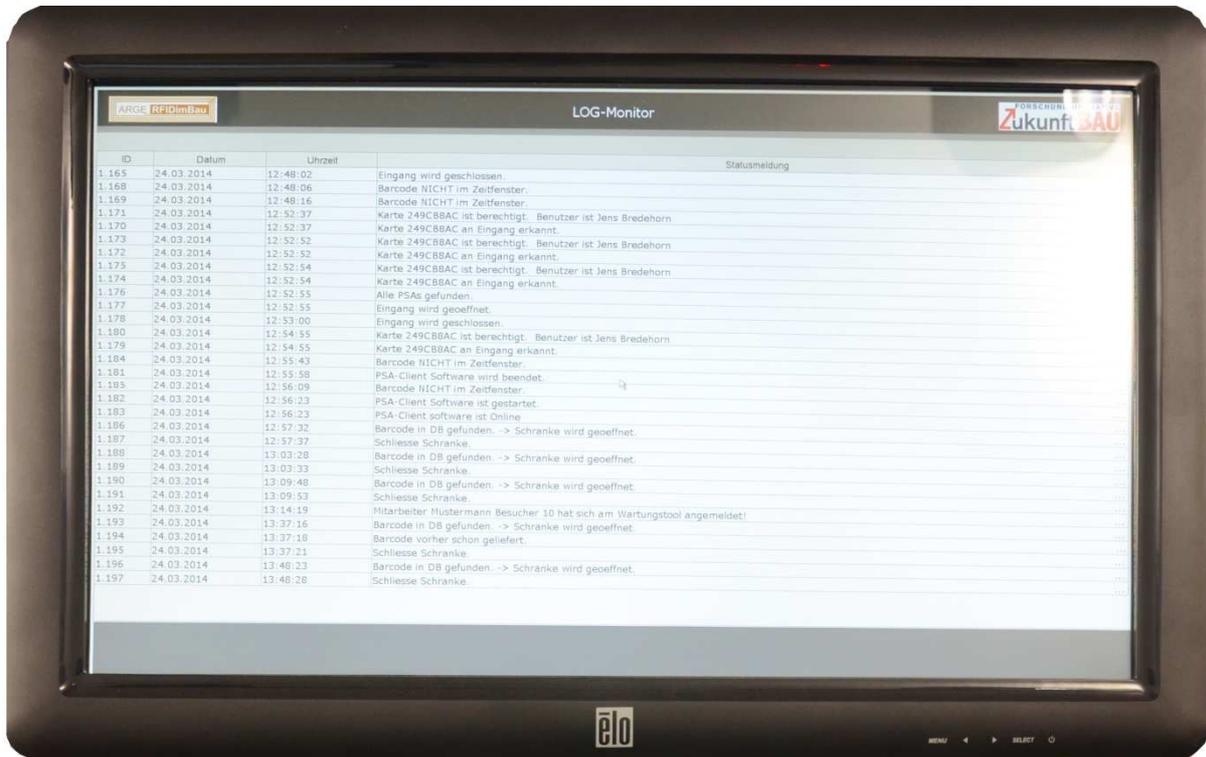


Abbildung 27: Monitor mit den Statusmeldungen aus den einzelnen Stationen

(15) Nutzung von BIM-Daten zur Visualisierung durch Modelle

Die in der Planungsphase erstellten digitalen Gebäudemodelle (BIM) lassen sich zur Visualisierung z. B. im Rahmen von Bauprojektvorstellungen nutzen. Gedruckt mittels eines 3D-Druckers kann das Gebäude in jedem beliebigen Maßstab erzeugt werden. Der Betrachter erhält hierdurch eine Vorstellung, wie das Bauwerk später einmal aussehen wird.

Bei dem ausgestellten 3D-Modell handelt es sich um das Bauwerk MEANDRIS in Frankfurt, dessen Baufortschritt im Rahmen des Forschungsprojekts begleitet wurde. Aufgegriffen wird das Gebäude sowohl im ARGE RFIDimBau Forschungsvideo sowie in den Beispielapplikationen des Demonstrationsmoduls.



Abbildung 28: 3D-Druckmodell



Abbildung 29: Werkzeugverbuchungssystem

(16) Station „Kombinierte Lager-, Vermiet-, Verkauf- und Paketstation für die Baustelle“

An der Station „Kombinierte Lager-, Vermiet-, Verkauf- und Paketstation für die Baustelle“ (Abbildung 29) sieht der Besucher eine auf dem Markt befindliche Anwendung, die die RFID-Technik nutzt, um Werkzeug und Maschinen u. a. zu verleihen. Im Rahmen des Projektes wurde sie an das DEBt angebunden.

Der Besucher meldet sich mit seinem Mitarbeiterausweis an und sieht, wie über ein vollautomatisches System Werkzeuge, Pakete und Waren verwaltet, vermietet oder verkauft werden können. Aus- und Rückgabeprozesse laufen ebenso automatisch, wie Wartungs- und Nachlieferprozesse automatisch angestoßen werden.

(17) Station ARGE RFIDimBau Forschungsvideo: BIM-basiertes Bauen mit RFID (Außenbereich)

An der Station „ARGE RFIDimBau Forschungsvideo: BIM-basiertes Bauen mit RFID“ wird ein Film gezeigt, der verschiedene Einsatzszenarien von RFID- und BIM-Anwendungen über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken am Beispiel der Projektbaustelle MEANDRIS beschreibt. In den Einsatzszenarien werden die im Demonstrationsmodul ausgestellten Applikationen aufgegriffen und die Anwendung an realen Vorgängen des Bauwesens erläutert.

Der Film hat eine Dauer von ca. 19 Minuten und bietet eine gute Möglichkeit, sich auf den Besuch des Demonstrationsmoduls vorzubereiten.

3.1.4 Aktueller Stand / Ergebnisse

Das Demonstrationsmodul wurde zur Messe „Bautec 2014“ in Berlin fertig gestellt und dort im Februar 2014 zum ersten Mal der Öffentlichkeit präsentiert.



Abbildung 30: Außengestaltung Demonstrationsmodul



Abbildung 31: Außengestaltung Demonstrationsmodul mit Ortungsanlage

Parallel zur Fertigstellung des Demonstrationsmoduls wurde eine Broschüre erarbeitet, um auch Dritten den Aufbau und die Inbetriebnahme des Demonstrationsmoduls zu ermöglichen.

Während der laufenden Präsentationstermine und den Anpassungen, die nach den ersten Erfahrungen in der Präsentation erfolgten, wurde diese Broschüre kontinuierlich fortgeschrieben und ergänzt. Fotos zum fertiggestellten Demonstrationsmodul sind in Abschnitt 3.3.2 zu finden.

3.2 Film zum Forschungsprojekt

Neben dem Demonstrationsmodul zum praktischen Erleben der RFID-Technologie wurde ein Film erarbeitet, in dem die Ideen aus dem Forschungsprojekt und ihre Umsetzung in die Praxis gezeigt werden. Präsentiert werden soll der Film in Unternehmen, auf Messen, Tagungen sowie in Ausbildungsstätten. Er ist außerdem über die Projektwebsite <https://RFIDimBau.de> und über Youtube verfügbar.

Inhalt und Konzept des Films

Dargestellt wird zunächst die aktuelle Situation im Bauwesen, wo häufig Informationen verloren gehen, immer wieder neu erzeugt und in manchen Fällen überhaupt nicht erfasst werden. Als Lösung wird die RFID-Technik in Verbindung mit BIM-Methoden gezeigt. Anhand des Bauprojektes „MEANDRIS“⁴ (vgl. Abbildung 32) in Frankfurt werden die verschiedenen Phasen der Planung und Ausführung, aber auch Anwendungsszenarien aus der Nutzungsphase in realen Sequenzen und ergänzenden Animationen präsentiert.



Abbildung 32: MEANDRIS, Europaviertel Frankfurt am Main [Copyright: Strabag Real Estate]

Dabei wird besonders die Durchgängigkeit der entstehenden Daten und das Zusammenwirken der verschiedensten Applikationen hervorgehoben. Außerdem werden die Vorteile der gemeinsamen Anwendung von BIM-Methoden und RFID-Technik an konkreten Beispielen verdeutlicht.

⁴ <http://meandris.de/>, ein Projekt der STRABAG Real Estate GmbH

3.3 Präsentationen auf Veranstaltungen, Messen und in Bildungszentren

Sobald die Arbeiten am Demonstrationsmodul und am Film zum Forschungsprojekt abgeschlossen waren, wurde damit begonnen, diese deutschlandweit zu präsentieren. Dabei wurden und werden Ausbildungsstätten, Verbände, Unternehmen, aber auch Tagungen und Messen besucht und das Projekt vorgestellt. Im Anschluss kann das Demonstrationsmodul auf Wunsch für einige Zeit vor Ort verbleiben, um weiteren Interessenten den Besuch zu ermöglichen.

Sowohl Film, als auch Demonstrationsmodul sind dabei so gestaltet, dass das Grundverständnis auch ohne Einführung durch die Mitglieder der Forschungsgruppe möglich ist. Für vertiefte Informationen und Tests mit der ausgestellten Hard- und Software stehen die ARGE RFIDim-Bau-Mitglieder nach Absprache zur Verfügung. Mit eigens angefertigten Flyern wirbt die ARGE bereits bei potenziellen Veranstaltern (siehe auch: <https://rfidimbau.de/workshops>).

Auch Vorträge ohne Film und Modul sind Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit der ARGE RFIDimBau. Anhang 1: Nachweise für Veranstaltungen enthält eine Übersicht der bereits stattgefundenen Veranstaltungen.

3.3.1 Konzept zur erweiterten Öffentlichkeitsarbeit in der Fachwelt

Neben der Präsentation des Projektes durch Vorträge und das Ausstellungsmodul auf Messen und vergleichbaren Veranstaltungen sollte die Fachwelt möglichst gezielt und in großer Breite angesprochen werden. Dazu wurde auf Wunsch des Lenkungskreises ein eigenes Konzept erarbeitet, mit dessen Hilfe der Lenkungskreis selbst aktiv für weitere Präsentationstermine werben möchte.

Zunächst wurden die RFID-Technik und deren Vorteile für das Bauen in allen Phasen, insbesondere in Kombination mit BIM, beschrieben.

Als Zielgruppen wurden dabei

- Aus- und Weiterbildungsträger,
- ausführende Unternehmen und deren Verbände,
- Auftraggeber und Nutzer sowie deren Verbände,
- Planende, Überwachende, Sachverständige und deren Berufsverbände,
- Prüforganisationen und Berufsgenossenschaften,
- Einrichtungen, die mit der Regelung des Bauwesens befasst sind,
- Verbände auf Arbeitnehmerseite,
- Zulieferer, Handel und deren Verbände, sowie
- Anbieter von Bausoftware und deren Verbände

erfasst. Für jede Zielgruppe wurde ein kurzer, Interesse weckender Text entworfen, mit dem diese Zielgruppen direkt angesprochen werden können. Der folgende Text wurde für Ausführende und deren Verbände konzipiert:

„Zeigen Sie Ihren Mitgliedern die Welt des Bauens von morgen. Lassen Sie sie erkennen, wie sie durch Einsatz moderner Technologie Prozesse verbessern und Kosten sparen können und so ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrechterhalten können. Geben Sie ihnen die Chance, sich mit wenig Aufwand über die Zukunft des Planens und Bauens

zu informieren und so den Bedarf zu erkennen, in diesem Handlungsfeld in ihrem Unternehmen aktiv zu werden.“

Weiterhin enthält das Konzept Informationen, wie das Projekt im Rahmen verschiedener Workshops durch die ARGE RFIDimBau vorgestellt werden kann. Die Inhalte entsprechen dabei dem Flyer „Workshop“.

3.3.2 Veranstaltungen der ARGE RFIDimBau

Das Demonstrationsmodul wurde dem Konzept für die erweiterte Öffentlichkeitsarbeit entsprechend auf den Veranstaltungen gemäß. Anhang 1 präsentiert. Darüber hinaus war die ARGE RFIDimBau auf den dort gesondert aufgeführten Veranstaltungen mit einer kleinen Ausstellung vertreten. Ferner wurden die Ideen und Ergebnisse der ARGE RFIDimBau in den dort aufgeführten Vorträgen dargestellt.



Abbildung 33: Ausstellung des Demonstrationsmoduls beim Ersteinsatz auf der Bautec 2014 in Berlin, Außenansicht



Abbildung 34: Ausstellung des Demonstrationsmoduls beim Ersteinsatz auf der Bautec 2014 in Berlin, Innenansicht



Abbildung 35: Ausstellung des Demonstrationsmoduls beim Ersteinsatz auf der Bautec 2014 in Berlin, Innenansicht



Abbildung 36: Ausstellung des Demonstrationsmoduls in einem Ausbildungszentrum (7/2014)



Abbildung 37: Ausstellung des Demonstrationsmoduls bei einem Kongress in Wuppertal im Sommer 2014

3.4 Homepage RFIDimBau.de

Weiterer Teil der Öffentlichkeitsarbeit ist das Betreiben der in Fachkreisen bekannten Homepage <https://www.rfidimbau.de>. Zu Beginn des Projektes wurde diese gründlich überarbeitet. Dazu wurde die bisherige Struktur grundlegend geändert und aktuelle Informationen wurden seither regelmäßig ergänzt.

Auf der Startseite wird bildhaft die Projektidee dargestellt. Über die Auswahlmenüs können Informationen zum Forschungsprogramm, zur ARGE RFIDimBau und zum Lenkungsausschuss abgerufen werden. Außerdem werden Publikationen, Veranstaltungen und Workshops übersichtlich zusammengestellt (Abbildung 38).

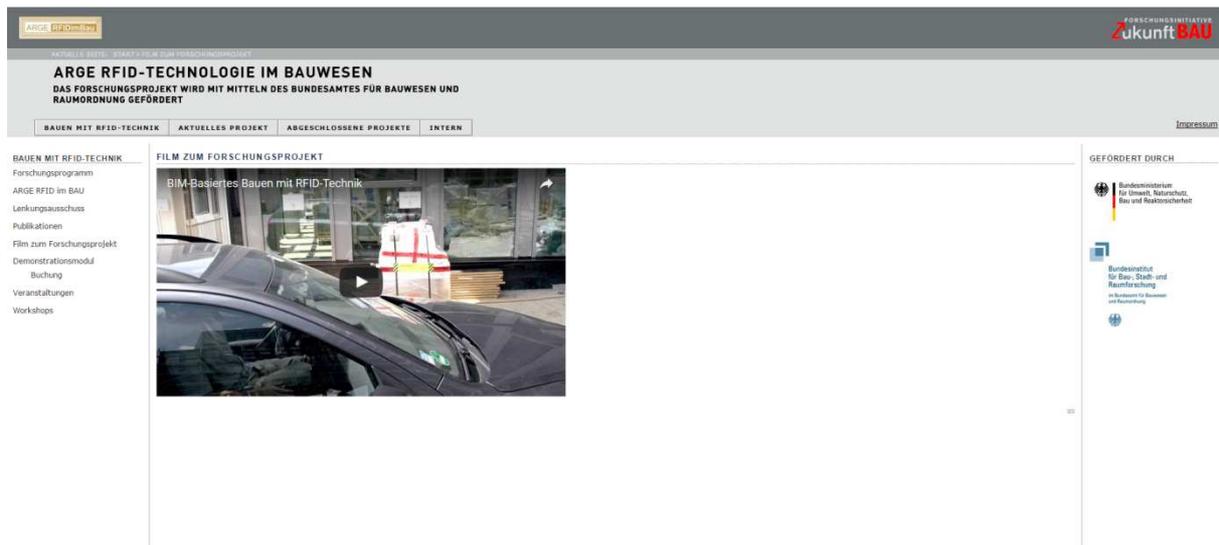


Abbildung 38: Startseite von <https://RFIDimBau.de> mit Forschungsfilm auf der Startseite

Über den zweiten Reiter (Abbildung 39) gelangt der Besucher zu konkreten Informationen über das aktuelle Projekt. Dabei werden neben dem Forschungsziel und der Forschungsmethode auch die Forschungsstellen und Praxispartner vorgestellt. Der Film zum Forschungsprojekt ist dort ebenfalls verfügbar.

Die abgeschlossenen Projekte wurden in einem eigens gekennzeichneten Bereich (3. Reiter, Abbildung 40) zusammengefasst.

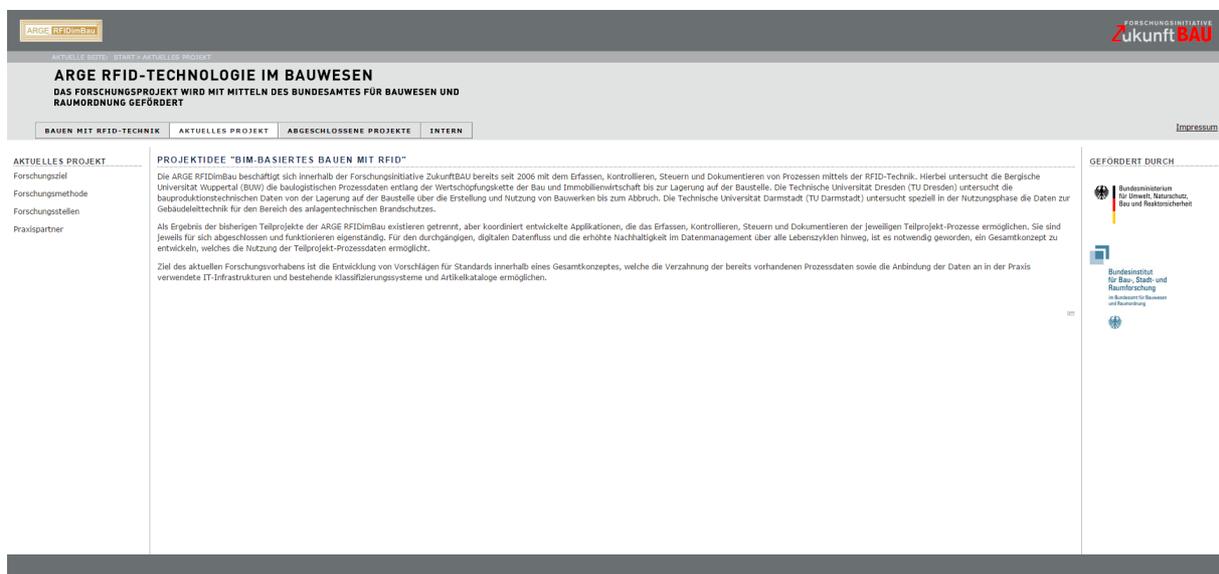


Abbildung 39: Darstellung des aktuellen Projektes unter <https://RFIDimBau.de>

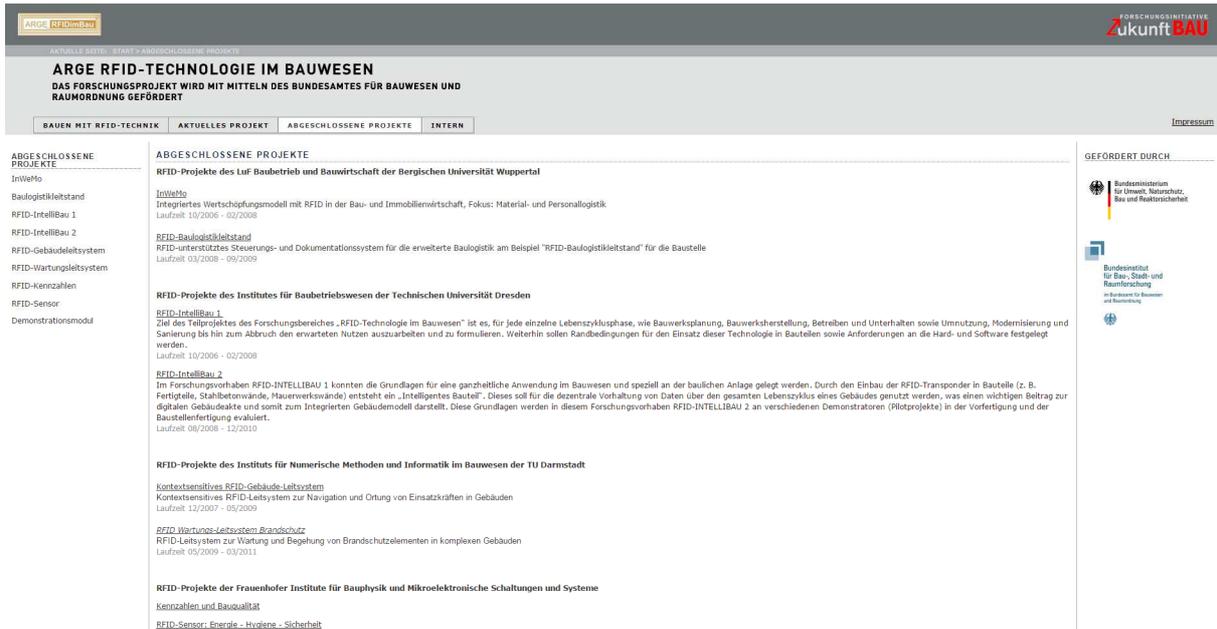


Abbildung 40: Abgeschlossene Projekte auf <https://RFIDimBau.de>

Im vierten Reiter können passwortgeschützt Daten ausgetauscht werden (Abbildung 41).

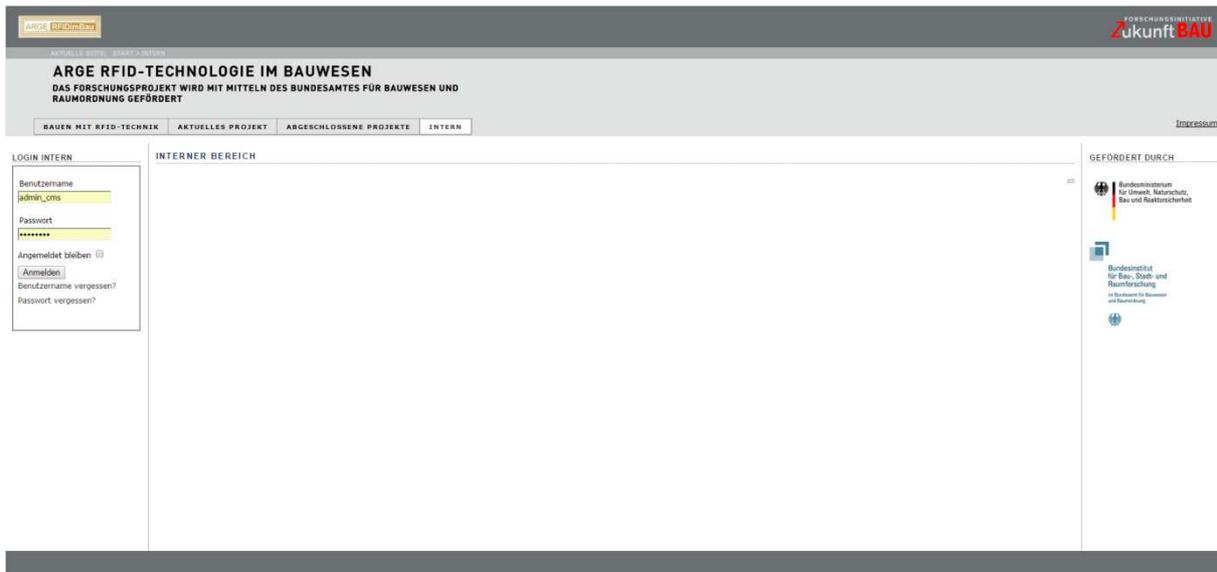


Abbildung 41: Interner Bereich von <https://RFIDimBau.de>

Jede Rubrik wird regelmäßig auf ihre Aktualität geprüft und entsprechend ergänzt. So können Interessierte beispielweise jederzeit erkennen, wann und wo das Projekt präsentiert wird oder in welchen Fachmedien Details nachzulesen sind.

3.5 Veröffentlichungen

Letzter Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit ist das regelmäßige Berichten über das Projektthema und den Projektfortschritt in der Fachpresse und Fachliteratur. Unter <https://rfidim-bau.de/publikationen> ist eine Übersicht der bisherigen, unmittelbar projektbezogenen Veröffentlichungen der ARGE RFIDimBau zu finden.

3.6 Mitwirkung in Gremien

Parallel zu den Untersuchungen innerhalb der ARGE RFIDimBau arbeiten die Mitglieder aktiv in verschiedenen Normungsgremien und Arbeitskreisen mit. Themen sind dabei BIM, RFID und die zugehörige Normierungs- und Richtlinienarbeit. Diese Mitarbeit soll den Praxisbezug der ARGE RFIDimBau-internen Erarbeitung von Standardisierungserfordernissen sicherstellen und die eigene Arbeit ergänzen, aber auch das Potenzial der RFID-Technik im Baukontext in diesen Gremien schärfen.

In den folgenden Vereinen, Gremien und Arbeitskreisen wirken Mitglieder der ARGE RFIDimBau mit und haben die Möglichkeit, das Thema der RFID einzubringen:

- Reformkommission „Bau von Großprojekten“ des BMVI, Arbeitsgruppe „Moderne IT-gestützte Planungsmethoden“ (Prof. Manfred Helmus, Jens Bredehorn)
- Verband der SiGeKos Deutschlands e.V. (V.S.G.K. e.V.) (Prof. Manfred Helmus)
- AHO Arbeitskreis BIM und HOAI (Dr. Anica Meins-Becker)
- DIN Arbeitskreis RFID und PSA (Agnes Kelm/Dr. Anica Meins-Becker)
- AHO Arbeitskreis Baulogistik (Lars Laußat)
- buildingSmart e.V. (Jens Bredehorn)
- VDI-Arbeitskreis BIM Rahmenrichtlinie (Jens Bredehorn)
- VDI-Arbeitskreis Richtlinie Datenmanagement (Jens Bredehorn)
- VDI-Arbeitskreis Richtlinie Datenaustausch (Agnes Kelm)
- VDI-Arbeitskreis Richtlinie Prozesse (Dr. Anica Meins-Becker)
- Forschungsprojekt BIMiD (Jens Bredehorn)
- Gemeinsamer Ausschuss für Elektronik im Bauwesen GAEB (Prof. Peter Jehle)
- Silicon Saxony Arbeitskreis RFID (Steffi Wagner, Jan Kortmann)

3.7 Pressekontakt

Aufgrund der steigenden Anzahl von Anfragen, die sich nicht nur auf das Demonstrationsmodul beziehen, hat die ARGE RFIDimBau beschlossen, einen zentralen Pressekontakt auf der Homepage anzugeben. Er steht für die Anfragen telefonisch und per E-Mail zur Verfügung.

Für die Beantwortung der Fragen wurde eine Pressemappe entwickelt. Darin werden die wichtigsten Informationen zum Forschungsprojekt in kurzer Form dargestellt.

4 Baustellendemonstration

4.1 Einführung

Ein Teil der Aufgabenstellung im Forschungsprojekt bestand darin, die entwickelten Ansätze im Rahmen einer Baustellendemonstration exemplarisch umzusetzen und zu evaluieren. Hierzu war ein im Rahmen des gegebenen Budgets ein spezifisches Demonstrationssoftware-system zu erstellen, das ein Durchspielen der Ansätze erlaubte.

Die Baustellendemonstration wurde in Zusammenarbeit der ARGE RFIDimBau und der Ed. Züblin AG als Praxispartner auf einer Baustelle der Ed. Züblin AG umgesetzt. Die erforderliche Demonstrationssoftware erstellte der Praxispartner pco Personal Computer Organisation GmbH & Co. KG (pco).

Mit der Projektierung der Demonstration wurde im Februar 2013 begonnen, ein Erstkonzept zum 04.03.2013 erstellt. Dieses wurde in einem mehrstufigen Verfahren verfeinert und mündete im Oktober 2013 in einem zwischen der ARGE RFIDimBau und der Ed. Züblin AG abgestimmten Softwarekonzept für einen UHF-RFID-Handleter, das dann bis April 2014 von der pco umgesetzt wurde.

Die Baustellenerprobung der Demonstrationssoftware selbst und der zugehörigen Datenaustauschprozesse von und zu den IT-Systemen der Ed. Züblin AG erfolgte schließlich im Zeitraum April bis Mai 2014.

4.2 Ziele der Baustellendemonstration

Anhand der Demonstration / Tests sollte gezeigt werden, welche Nutzungspotenziale durch eine u. a. unter RFID-Einsatz verbesserte Materialbereitstellung, transparente Statusmeldungen etc. und praktische Erfahrungen in einer großflächigen Ausführung freigelegt werden können.

4.2.1 Motivation und Ziele der Ed. Züblin AG

Die Ed. Züblin AG, ein primär als Generalunternehmer auftretendes Bauunternehmen, war daran interessiert, die Forschungsergebnisse dahingehend zu reflektieren, wie sie in ihrem eigenen Geschäftskontext möglichst zeitnah nutzbringend angewendet werden können.

Die Ed. Züblin AG sieht ein Optimierungspotenzial in der Kopplung der Planungs-, Beschaffungs- und Logistikprozesse an die Bauprozesse und schlug daher vor, eine Demonstration zu wählen, die auf das Beispiel einer ihrer GU-Baustellen und einen ausgewählten Zulieferer ausgerichtet ist. Als zu betrachtendes Gewerk schlug die Ed. Züblin AG eine nichttragende Innenwand (z. B. Gipskartonständerwand oder Gipsdielen) vor. Bestandteile der Innenwand sollten von der Produktion des Zulieferers bis zum Einbauort verfolgt werden und dort einem übergeordneten Tag (z. B. Raum-Tag in Steckdose, Wohnung-Tag und/oder Brandabschnitt-Tag (entspricht hier dem Geschoss-Tag)) zugeordnet werden. Die Erfassung der Daten sollte mittels eines RFID-Handlesters erfolgen.

Die Handleterapplikation beinhaltet zwei Programmzweige. Im ersten Programmzweig können zu ID Statusmeldungen erzeugt werden, der zweite Programmzweig ermöglicht die hierarchische Zuordnung von ID zueinander.

Am Ende des Programmdurchlaufs steht eine Datenaustauschdatei zur Verfügung, die in das Projektnetzwerk der Ed. Züblin AG in einer zentralen Datenbank abgelegt werden kann, welche mit dem 5D-Modell (3D + Mengen, Kosten, IST- und SOLL-Zeiten) verknüpft ist. Durch Auswertung der Statusmeldungen und ID-Zuordnungen im Projektnetzwerk, z. B. innerhalb der Software iTWO unter Bezugnahme auf Multimodellcontainer-Daten, können die Daten aus der Echtzeiterfassung zu einer Gegenüberstellung der Daten zu Planung und Ausführung genutzt werden.

Anhand der Demonstration / Tests sollte gezeigt werden, welche Nutzungspotenziale durch eine u. a. unter RFID-Einsatz verbesserte Materialbereitstellung, transparentere Statusmeldungen etc. und praktische Erfahrungen in einer großflächigen Ausführung freigelegt werden können.

Folgende Ziele mittels RFID-Technik werden von Ed. Züblin AG verfolgt:

- Materialverfolgung vom Hersteller bis auf die Baustelle
- Logistik innerhalb der Baustelle bis zum Einbauort dokumentieren (geschossbezogen)
- Einbau der Innenwand durch den Subunternehmer dokumentieren (raumbezogen)
- Zusätzliche praktische Anwendung der Baustellenprozesse:
 - Freigabe und Zwischenabnahme der leichten Innenwand,
 - weitere Zwischenabnahmen der Folge-Gewerke („Gewerke-Steuerung“)
 - Leistungsmeldungen
 - Schlußabnahme
 - Mängelmanagement
- Weg der gewonnenen Daten aus den Baustellenprozessen zurück in die BIM-Datenstruktur in Echtzeit

4.2.2 Motivation und Ziele der forschenden Stellen

Aus Sicht der forschenden Stellen sollte die Baustellendemonstration dazu dienen, das entwickelte Konzept zum Datenaustausch zwischen BIM-Datenwelten und RFID-Applikationen am Beispiel und in Verbindung mit IT-Infrastrukturen der Praxis zu evaluieren. Gleichzeitig sollte gezeigt werden, dass das Konzept kompatibel mit dem Ansatz der Projekte IntelliBau 1 und 2 ist, demzufolge eine dezentrale Datenspeicherung auf RFID-Tags in Bauteilen erfolgen soll.

Es sollten folgende Schritte exemplarisch umgesetzt werden:

- Ergänzung von BIM-Datenstrukturen um Daten aus RFID-Applikationen
- Nutzung von Daten aus BIM-Datenstrukturen für RFID-Applikationen
- Nutzung von RFID-Tags für verschiedene Objekte (z. B. Mitarbeiterausweise, Liefereinheiten, Bauteile, IntelliBau-Bauteile, Lagerplätze) in RFID-Applikationen
- Durchführen eines Datenaustausches in Richtung von RFID-Applikationen
- Durchführen eines Datenaustausches von RFID-Applikationen hin zu Netzwerkstrukturen

Dabei sollten exemplarisch für den Lebenszyklus die folgenden Bereiche abgedeckt werden:

- Planende bzw. Arbeitsvorbereiter (als Lieferanten von Soll-Daten)
- Zulieferer (als mit RFID Kennzeichnende)
- Ausführende (GU und Subunternehmer als Wareneingang und Ausführung dokumentierende Instanzen)
- Bauleiter (als die Ausführung mit Blick auf Qualität und Termine überwachende sowie als steuernde Instanz)
- Objektüberwacher (z. B. eine die Abnahme durchführende Person)

Für diese Schritte bzw. Bereiche sollten Statusmeldungen, bezogen auf die gekennzeichneten Objekte, ermöglicht werden. Außerdem sollte erreicht werden, dass Objekte zueinander in

Relation gebracht werden können. Die entstehenden Daten sollten leicht übertragbar und in Datenbanken integrierbar sein, in denen sie in einen Kontext zur herkömmlichen BIM-Datenwelt gestellt werden können.

4.3 Die Demonstrationsbaustelle

4.3.1 Rahmendaten

Als Demonstrationsbaustelle wurde von der Direktion Stuttgart | Ed. Züblin AG das Bauvorhaben „Quartier 11 | Flugfeld“ in Böblingen, Baden-Württemberg zur Verfügung gestellt.

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um drei Wohngebäude, für das bereits ein Revit-Modell, also ein BIM-Modell aus der Objektplanung zur Ableitung der Ausführungspläne, vorlag. Zudem war für das Vorhaben ein sogenanntes Multimodell (iTWO) verfügbar. Somit lag eine überdurchschnittliche Soll-Datenstruktur (BIM-basiert) für das Bauvorhaben vor.

Weiterhin wurden auf dieser Baustelle die Lean-Construction (LC)-Methoden angewandt, z. B. die detaillierte Terminplanung mit „Gewerkezügen“. Die entsprechenden Gliederungsstrukturen der Gewerke und ihre Abläufe wurden beim Pilot-Projekt „RFID-Anwendung“ berücksichtigt.

Gebäude-Eckdaten in Kürze:

- Nutzung: 3 Gebäude mit 143 Mieteinheiten (Wohnungen), inkl. Tiefgarage
- BGF | BRI: ca. 21.600 m² | ca. 65.100 m³
- Baukonstruktion: Massivbau mit Flachdächern
- Besonderheiten: nichttragende Innenwände als Gipskartonständerbau; Fußbodenheizung
- Ausführung: Mai 2013 bis Ende 2014



Abbildung 42: Wohnkomplex "Terminal 11" [Quelle: STRABAG Real Estate⁵]

⁵ Aus <http://www.immobilien-newsticker.de/boeblingensindelfingen-grundstein-fuer-wohnkomplex-terminal-11-gelegt-201327134/>, 09.05.2014 10:38 Uhr



Abbildung 43: Terminal 11 Bauphase [Quelle: Ed. Züblin AG]

4.3.2 Akteure | Prozessabläufe Logistik bis Einbau

4.3.2.1 Akteure

Zum Verständnis der Prozesse ist es von Bedeutung, sich einen Überblick über die **Akteure**, die unmittelbar an den Prozessen beteiligt sind, zu verschaffen. Hieraus lassen sich die Vertragsbeziehungen ableiten und somit Einflüsse auf die Informationsflüsse, Befugnisse und Datenzugriffe etc.

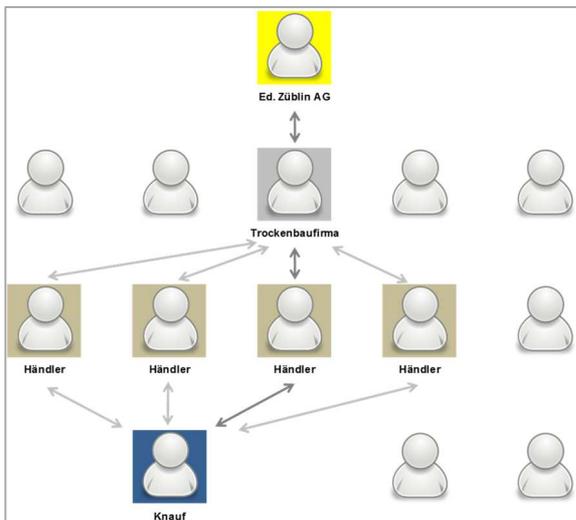


Abbildung 44: Übersicht über die Akteure im Gewerk Trockenbau [Quelle: Ed. Züblin AG]

- Die Direktion Stuttgart der Ed. Züblin AG führt das Bauvorhaben als Generalunternehmer durch.
- Für die Ausführung der Trockenbauarbeiten ist ein Subunternehmer beauftragt, einschließlich der Materialbestellung und -lieferung.
- Die Materialanlieferung erfolgt entweder von einem Werk der Firma Knauf oder über einen Großhändler, abhängig von der Baustellengröße.
- Der Einkauf bei der Firma Knauf und die Organisation erfolgt immer über den Großhändler.
- Zwischen dem GU und dem Baustoffproduzenten liegen vertraglich – wie durchaus üblich – zwei weitere Instanzen, und zwar der Nachunternehmer und der Baustoffhändler.

Die Vertragsbeziehung im Bereich der Materiallieferungen besteht allein zwischen dem Händler und dem Subunternehmer für den Bereich Trockenbau.

- Die Ed. Züblin AG hat durch die Bauleitung die Möglichkeit, über Kontrollen und Vorgaben (z. B. Anlieferzeiten oder Lagerplatz-Definitionen) den Warenfluss mit zu überwachen und zu dokumentieren, und sich so einen eigenen Datenpool aufzubauen.
- Technische Daten zum Produkt (Material, Herstellungsort, -datum, Einbaurichtlinien) könnte die Firma Knauf zur Materialanlieferung beifügen.
- Die Dokumentation der Lieferwege und -stationen (Ein- und Ausgänge) sind dann erschwert, wenn die Anlieferung vom Werk über einen Großhändler erfolgt. Die Gründe liegen bei den unterschiedlichen und/oder nicht kompatiblen ERP-Systemen sowie an der hohen Anzahl an Groß- und Kleinhändlern.

Im Rahmen der Demonstration sollte gezeigt werden, dass das Konzept der ARGE RFIDim-Bau auch bei diesen Konstellationen funktionieren kann, indem beispielsweise die Sprache in der Software der IT-Systeme angepasst und die ID-Daten aus Leistungsmeldung oder Anwesenheitszeiten für die Abrechnung genutzt werden können.

4.3.2.2 Prozesse

Ferner ist es zum Verständnis der Prozesse von Bedeutung, sich den **Anlieferprozess** sowie die **Bauprozesse** zu verdeutlichen.

Die Anlieferung erfolgt, wie beschrieben, ab Werk. Eingesetzt werden LKW mit eigenem Kran. Diese heben die einzelnen Paletten mit Trockenbaukomponenten vor Gebäudeöffnungen in den einzelnen Geschossen, wo die Paletten, z. B. durch einzelnes Entnehmen von Gipskartonplatten von den Mitarbeitern der Trockenbaufirma, entladen werden. Die entnommenen Trockenbaukomponenten werden innerhalb der Geschosse zum Einbauort verteilt. Die LKWs können aufgrund der örtlichen Gegebenheiten beim Entladen auf der Straße stehen bleiben und über den Bauzaun hinweg agieren. Die Entladung und Lagerung in vordefinierten Räumen erfolgt eigenverantwortlich durch den Nachunternehmer. Die Entladung, der Wareneingang und das Lagersystem werden für die Baustellendemonstration simuliert.

Das Erstellen einer Trockenbau-Wand erfolgt vereinfacht betrachtet in den folgenden Schritten:

- Einbau Unterkonstruktion
- Beplankung der 1. Seite (ggf. mit provisorischen Installationsöffnungen)
- Einbau Unterkonstruktionen für TGA (optional)
- Unterbrechung für Einbau TGA
- Einbau der Dämmstoffe
- Beplankung der 2. Seite
- Unterbrechung für Arbeiten im Bereich TGA (optional)
- Schließen von Installationsöffnungen (Schächten)
- Spachtelarbeiten

Die Vielzahl der Arbeitsschritte mit dem mehrfachen Wechsel zwischen Gewerken bildet für die Demonstration eine gute Grundlage, um Statusmeldungen wie Gewerkefreigaben und Abnahmen i. V. m. den Terminüberwachungen zu verdeutlichen.

4.3.2.3 Anpassung des vorliegenden Revit-Modells für die Demonstration

In das vorliegende Revit-Modell der 5D-Abteilung der Ed. Züblin AG wurde für die Demonstration je Bauwerksteil, das gesondert untersucht werden sollte, ein Zusatzobjekt modelliert,

das den RFID-Tag repräsentiert. Diese Zusatzobjekte sind über eindeutige Attribute, welche das Bauwerk und die Bauteile detailliert beschreiben, und daraus abgeleitete 4D-Codes nach Standards der Ed. Züblin AG eindeutig mit entsprechenden Komponenten der 5D-Datenstruktur verknüpft.

Exkurs: Ein alternativer Weg aus Sicht der Forschung wäre gewesen, den sowieso in dieser Struktur vorhandenen Objekten des BIM-/5D-Modells ein zusätzliches Attribut mit der zugehörigen RFID-Tag-ID zu geben. Ein weiterer Weg wäre, über ein Linkmodell nach dem MMC-Konzept zwischen dem Revit-Modell und einem Elementarmodell „Objektliste ID | Bezeichnung“ die Verknüpfung herzustellen.

In die Objektliste der mit RFID-Tags identifizierbaren Objekte, die Basis der RFID-Anwendungen ist, wurden über einen Export die 4D-Codes der Ed. Züblin AG als Bezeichnung übernommen. Ihnen wurden RFID-Tag-IDs, also die Nummern, die auch auf dem Tag gespeichert sind, zugeordnet. Die zugehörigen Tags wurden an entsprechender Stelle im Rohbau eingebaut bzw. angebracht.

4.3.2.4 Übersicht über die Komponenten der Demonstrations-IT-Infrastruktur

Zum Verständnis der folgenden Abschnitte ist es hilfreich, vorab die letztlich entstandenen Komponenten der Demonstrations-IT-Infrastruktur in einer Übersicht vorzustellen. Dies sind gem. den in der folgenden Abbildung angegebenen Nummern:

- 1) RFID-Handler mit Demo-Software von pco
- 2) Datenbank auf dem Handler für Demo-Software
- 3) Schnittstellensoftware (pcoServices und pcoMobileConnect) von pco auf einem Netzwerkrechner der Ed. Züblin AG
- 4) Datenbank und Speicherbereich für csv-Dateien als Zwischenspeicher zwischen dem Datenimport bzw. -export zum bzw. vom Handler auf der einen und den weiteren Daten zum Bauprojekt im IT-Netzwerk der Ed. Züblin AG auf der anderen Seite
- 5) Excel-Hilfsdatei zum Eingeben von Vorgaben für Objekte, Statusmeldungen, Personen, Rollen, Berechtigungen, Gewerkegliederungen etc. Aus dieser Datei können csv-Dateien erstellt werden, aus denen die Schnittstellensoftware nach Nr. 3 Daten in die Datenbank nach Nr. 4 schreibt.
- 6) IT-System der Ed. Züblin AG mit Zugriff auf MMC-Daten – zugleich Speicherort und Rechner für Dateien und Software nach Nrn. 3, 4 und 5.
- 7) RFID-Mitarbeiterausweise mit Nummern gem. Listen nach Nrn. 5 bis 6
- 8) RFID-Tags für Objekte, hier Liefereinheiten (LE) mit Nrn. gem. Listen nach Nr. 5 (Nrn. haben zunächst keine Referenz im klassischen 5D-Modell und werden für die Demonstration in der Hilfsdatei nach Nr. 5 vorgegeben)
- 9) RFID-Tags für Objekte, hier Wohnungstags mit Nrn. gem. Listen nach Nrn. 4 bis 6 (Nrn. haben eine Referenz im klassischen 5D-Modell) [Diese Tags wurden für Häuser, Geschosse, Brandabschnitte, Wohnungen, Räume sowie Bauteile im Sinne von Intelligenter Bau-Bauteilen genutzt.]

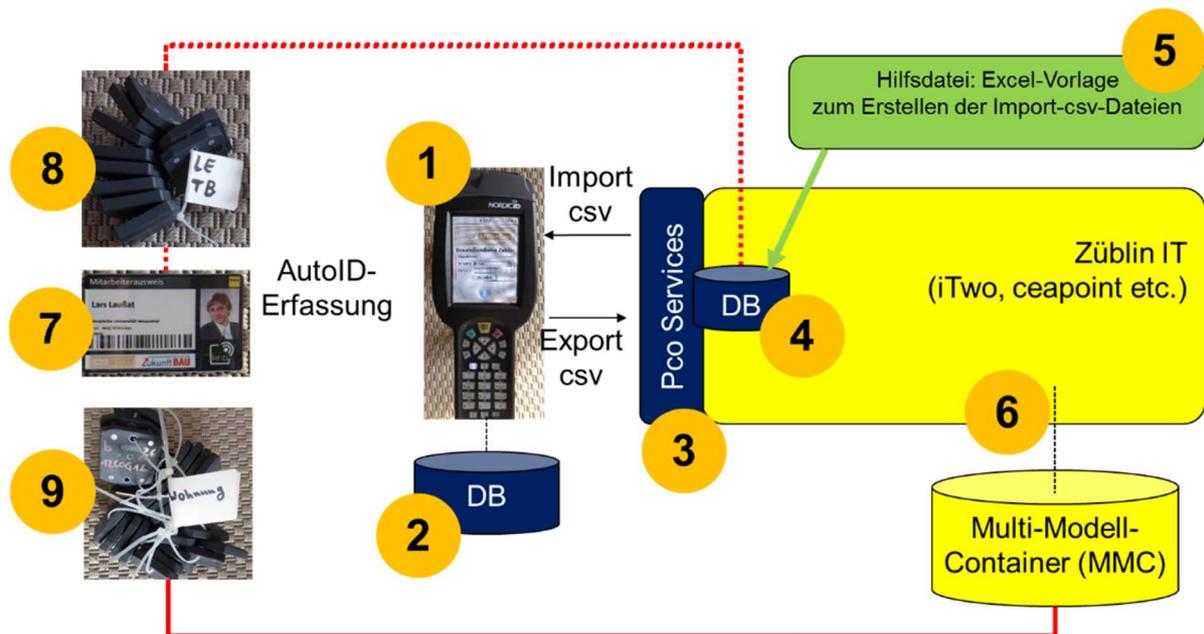


Abbildung 45: Komponenten der Demonstrations-IT-Infrastruktur

4.4 Phasen der Umsetzung

4.4.1 Phase der Vorbereitung

4.4.1.1 Projektskizze

In der Vorbereitungsphase wurde im Rahmen von Besprechungen und des Austauschs von Projektskizzen das Demonstrationsziel herausgearbeitet. Es wurde ein Softwarekonzept erstellt und der Hardwareeinsatz festgelegt. Abschließend fand die Programmierung statt und die Demonstrationsobjekte und Demonstrations-Datenumgebungen wurden erstellt.

4.4.1.2 Anforderungen an die Demonstrationssoftware

Die Demonstrationssoftware sollte es ermöglichen,

- Bestandteile von Trockenbauwänden von der Produktion des Zulieferers bis zum Einbauort zu verfolgen und
- Statusmeldungen zu Objekten, die Komponenten des Bauwerks sind, zu vergeben sowie
- Objekte einander hierarchisch in freier Struktur zuzuordnen. So sollten z. B. Liefereinheiten zu Bauwerksteilen zugeordnet werden können.

Über die Einbindung der 5D-Abteilung der Ed. Züblin AG sollte die Schnittstelle zur BIM-Datenwelt demonstriert werden.

Die Demonstrationssoftware sollte verschiedene Nutzerprofile zulassen, die über RFID-Nutzer ausweise aufgerufen werden können. Dadurch sollte die Oberfläche in Abhängigkeit der Rolle (z. B. Zulieferer, GU (Bauleiter) oder Subunternehmer) in der Funktionalität angepasst erscheinen, so dass z. B. je nach Rolle unterschiedliche Statusmeldungen möglich werden.

4.4.1.3 Umsetzung der Demonstrationssoftware: Programmierung durch pco

Auf Basis der Vorarbeiten wurde durch den programmierenden Partner pco zunächst die Schnittstellenbeschreibung in einem Dokument fixiert.



Abbildung 46: Schnittstellenbeschreibung pcoMobileControl

Zwischen pco und der Ed. Züblin AG wurde vereinbart, dass pco nicht nur eine Handlersonftware erstellt, sondern auch ein kleines Tool für die Netzwerkseite, mit dem der Datenaustausch zwischen Handlersonftware und IT-Netzwerk der Ed. Züblin AG mit den dort vorliegenden 5D-Daten erfolgen sollte.

Nach Abschluss der eigentlichen Programmierarbeiten wurde von pco ein Handbuch zur Installation und Bedienung geschrieben.



Abbildung 47: Handbuch pco

Die Software wurde auf zwei Testsystemen (ein System der ARGE RFIDimBau und eines der Ed. Züblin AG) aufgespielt. Bis zum Beginn der eigentlichen Baustellendemonstration wurden gemeinsam die letzten Fehler behoben und Inhalte abgestimmt.

4.4.1.4 Erstellung von Stammdatensätzen zur Nutzung in den Applikationen und Erstellen zugehöriger RFID-Tags

a) Erstellen von Stammdatensätzen

Die Software wurde für das Forschungsprojekt sehr flexibel gestaltet. Dies ist möglich, da die von der ARGE RFIDimBau entwickelten Ansätze zu einfachen Prinzipien führen, die für eine Vielzahl verschiedener Anwendungen genutzt werden können. So kann mit einer einfachen, aber flexibel auszugestaltenden RFID-Erfassungs-Software eine Vielzahl von Applikationstypen bedient werden, wenn auf der anderen Seite entsprechende Auswertungssysteme zur Verfügung stehen.

Im Prinzip kann die Software Datensätze in Anlehnung an die Basis-Ereignistypen „Objektereignis“, „Aggregationereignis“ und „Transaktionereignis“ nach dem Konzept EPCglobal/GS1⁶ erzeugen. Zudem kann sie zu neu „ins Spiel kommenden“ Tags, also solchen, deren Nummer bisher in den Datenbanken nicht bekannt war, Datenbankdatensätze anlegen. Diese bestehen aus einer Objekt-ID und einer im Handleser einzugebenden, neuen Objekt-Bezeichnung.

Dabei wurden die Prozesse softwareseitig so gestaltet, dass hier beliebige Objekttypen (Materialien, Personen, Bauwerksteile, Lagerplätze, Maschinen, Verpackungseinheiten, Dokumente etc.) Gegenstand der Betrachtung sein können. Darüber hinaus können beliebige Statusmeldungen und zugehörige Erreichungsgrade definiert und flexibel in der Software angezeigt werden. Eine flexible Rollenzuweisung erlaubt ein beliebiges Gestalten der Auswahlmöglichkeiten je nach Nutzertyp. So konnte z. B. die Anforderung umgesetzt werden, je nach Bauabwicklungstyp (klassisch oder LC) unterschiedliche Arten von Statusmeldungen und Gewerkeklassifizierungen zuzulassen oder die Auswahlmöglichkeiten bei Anwendung des Endgerätes durch einen Subunternehmer von denen bei Anwendung durch einen GU zu unterscheiden und vieles mehr.

Neben den o. a. Kernzielen der Demonstration erlaubt es die Software so auch, RFID-seitig Daten für ganz andere Anwendungsfälle zu erzeugen und bereitzustellen, so z. B. für eine Zeiterfassung, eine Werkzeugverwaltung, eine Lagerplatzverwaltung, für Inventuren und vieles mehr.

Ausgangsdaten für die Demonstration sind die folgenden Datentabellen, die Bestandteil einer Datenbank sind, und die in csv-Dateien ausgekoppelt oder über solche in die Datenbank eingelesen werden können.

- Gewerke: Gewerk ID | Gewerk Bezeichnung
- Rollen: Rollen ID | Rollen Bezeichnung
- Ausweise: Ausweis ID | Passwort | Name | Vorname | Rollen ID
- Berechtigung: Rollen ID | Status ID
- Objekte: Objekt ID | Objekt Bezeichnung
- Status: Status ID | Status Bezeichnung
- Erreichungsgrad: Stuserreichungsgrad ID | Stuserreichungsgrad Bezeichnung

⁶ Vgl. *Helmus et al. 2009*, S. 502.

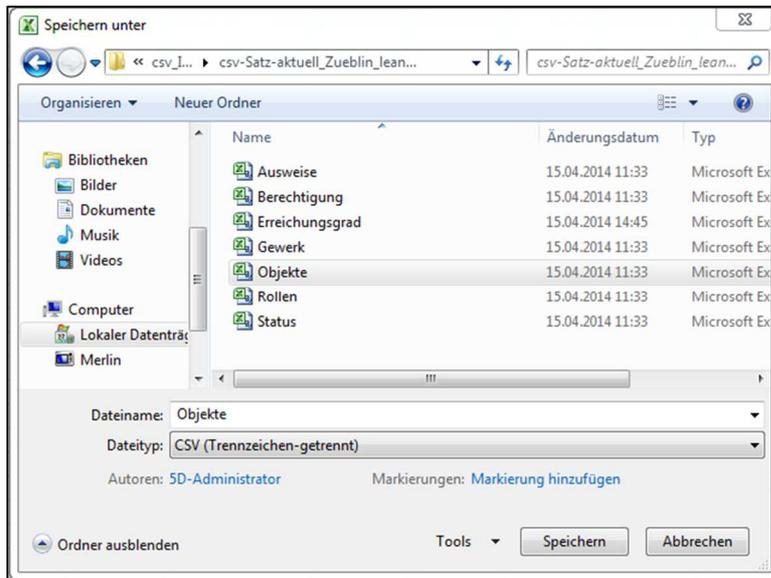


Abbildung 48: Datentabellen für die Ausgangsdaten [Quelle: Ed. Züblin AG]

Im Netzwerk existiert eine Excel-Datei als Vorlage für die Erstellung der Import-csv-Dateien, die die o. a. Datentabellen beinhalten. Die Excel-Datei enthält je zu erstellender csv-Datei ein Register.

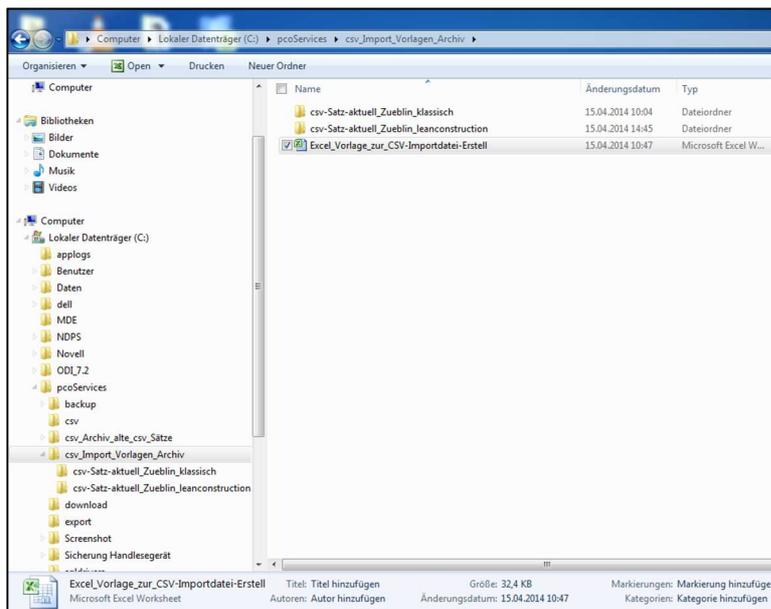


Abbildung 49: Excel-Datei als Vorlage für die Erstellung der Import-csv-Dateien [Quelle: Ed. Züblin AG]

Nach Bearbeitung in dieser Excel-Vorlage können die einzelnen Register jeweils leicht als csv-Dateien gespeichert werden. Diese csv-Dateien werden später bei jedem Transfer zwischen Handler und Netzwerk von den pcoServices automatisch mit den Datenbanken auf dem Handler und im Netzwerk abgeglichen und fortgeschrieben.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Datentabelle der Objekte außer den Ausweisen alle Objekte beinhaltet, die im Zuge der Demonstration betrachtet wurden und mit RFID-Tags versehen wurden. Dies sind, neben Bauwerksteilen, IntelliBau-Bauteile, Liefereinheiten nach Gewerken, Eingangsportale und Zufahrten. Auf Seiten der RFID-Anwendung wird hier also nicht nach Objekttypen differenziert.

Exkurs: Möchte man andere Applikationen auf Demonstrationsniveau umsetzen, würde man z. B. an dieser Stelle zudem die Ausweise als zusätzliche Objekte aufnehmen können und/oder Werkzeuge, Entsorgungscontainer, Aufzüge, Maschinen, Dokumente und beliebiges andere, was mit einer ID versehen werden kann. Zu all diesen Objekten können dann frei zu definierende Statusmeldungen vorgegeben werden, ergänzt um sinnvolle „Erreichungsgrade“ etc.

Die Datentabelle der „Objekte“ beinhaltet im Anwendungsfall der Baustellendemonstration bei der Ed. Züblin AG die „Objekt Bezeichnung“ und eine „Objekt ID“, die der Nr. auf einem RFID-Tag entspricht, und zusätzlich dazu den „Züblin 5D-Code“. Dieser findet sich in einem BIM-/5D-Modell wieder. So werden Verknüpfungen von Stamm- und Ereignisdaten zu realen, mit RFID gekennzeichneten Objekten zu Daten virtueller Objekte in BIM-/5D-Modellen ermöglicht.

b) Erstellen der RFID-Tags für die Demonstration mit der Demo-Software des Handlenserherstellers

Das Beschreiben der für die Demonstration angeschafften Tags erfolgte manuell mit Hilfe der Demo-Software des Handlenserherstellers gemäß den Festlegungen in o. a. csv-Dateien.

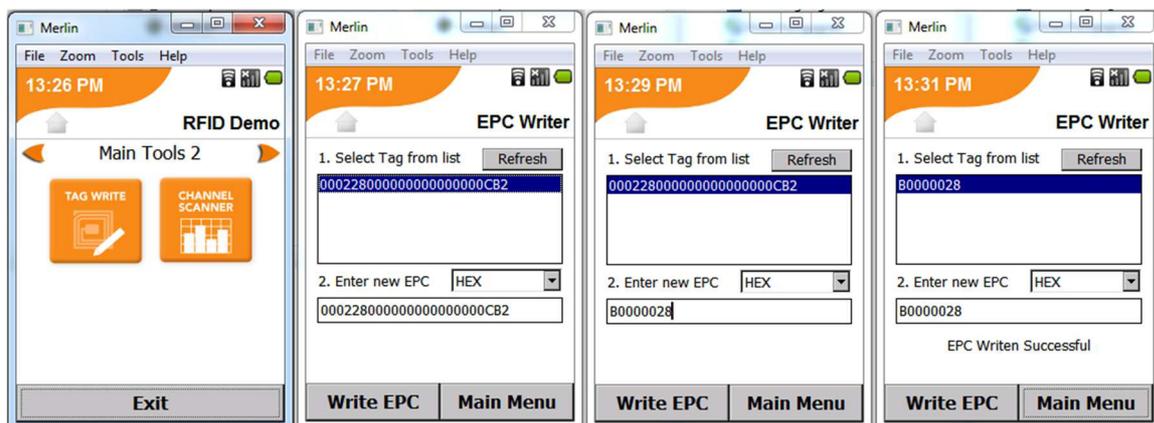


Abbildung 50: Beschreiben der Transponder mittels Readersoftware

Es wurden folgende RFID-Tag-Typen für die Demonstration erstellt:

- Arbeiterausweise (für verschiedene Rollen)
- Tags für Objekte mit BIM-Referenz: Geschosse, Abschnitte, Wohnungen, Räume
- Tags für Objekte mit BIM-Referenz: IntelliBau-Bauteile
- Eingangsportale
- Lagerplätze
- Liefereinheiten:
 - Trockenbau (TB)
 - Heizung
 - Sanitär
 - Lüftung
 - Elektro
 - Estrich
 - Bodenbelag
 - Türen



Abbildung 51: Transponder für die Baustellendemonstration [Quelle: BUW]

Darüber hinaus wurden der Ed. Züblin AG Blanko-RFID-Tags zur Verfügung gestellt, um weitere Anwendungsszenarien entwickeln und durchspielen zu können.

c) Aufrufen von Tags mit der ARGE RFIDimBau-Demo-Software

Beim Scannen mit der Demosoftware der ARGE RFIDimBau wird nun die zuvor auf den Tag geschriebene Nr. als Objekt ID aufgerufen, und aus der Datentabelle der Objekte kann die entsprechende Objekt Bezeichnung gem. den o. a. csv-Dateien herausgesucht werden.



Abbildung 52: Aufruf des Transponders mit der Demo-Software [Quelle: Ed. Züblin AG]

4.4.1.5 Phase der Vorbereitung: Letzte Abstimmungen und Einweisungen beim gemeinsamen Ortstermin Mitte April 2014

Nach der Vorbereitung der Software, der Datensätze und der RFID-Tags fand ein gemeinsamer Termin statt, bei dem das System vor Ort bei der Ed. Züblin AG in Betrieb genommen wurde. Hier wurden der Ed. Züblin AG u. a. die o. a. Punkte vermittelt und es fand eine erste Baustellenbegehung statt. Die Verwendung der Software wurde durchgespielt und soll an dieser Stelle ebenfalls erläutert werden.

a) Konfiguration des Handlers: Leistung und Reichweite

Zunächst waren einige Beteiligte in das Thema RFID einzuweisen. Fragen nach Reichweiten, eingesetzten Techniken etc. waren zu beantworten.

Insbesondere musste auf das Thema der Lesereichweite eingegangen werden, da hier später eine Konfiguration des Handlesers an die Einsatzbedingungen erforderlich war. Beispielsweise gibt es Situationen, in denen ein gezieltes Auslesen einzelner Tags erforderlich ist, wozu die Leistung zu reduzieren ist, und andererseits Situationen, wo möglichst viele Tags auch aus der Distanz zeitgleich erfasst werden sollen.

Der Handleser lässt sich über die Demonstrationssoftware des Herstellers in der Leistung regulieren, wie auf folgender Abbildung 53 verdeutlicht. Diese Einstellungen werden für die Demonstrationssoftware der ARGE RFIDimBau jeweils übernommen.

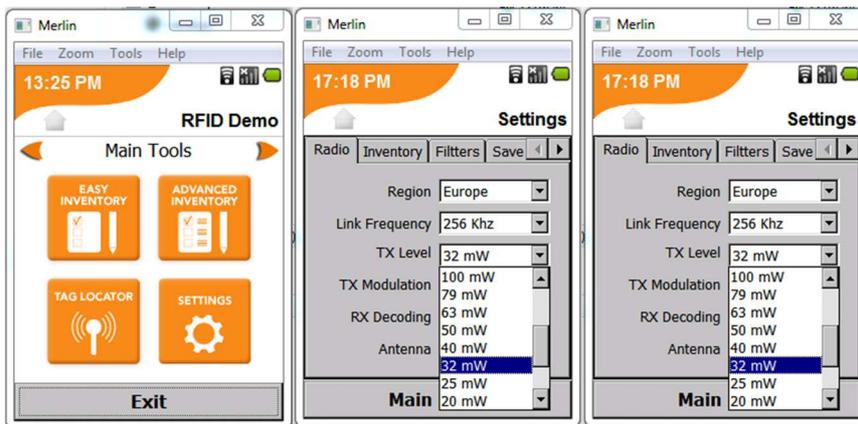


Abbildung 53: Regulierung der Leistung im Handleser

b) Anmeldung mit Rolle

Um den Handleser in einem bestimmten Profil zu starten, muss sich der Nutzer am Handleser mittels Namensauswahl und Passwort anmelden. Alternativ kann er sich mittels seines RFID-Ausweises anmelden, der dann als Schlüssel dient, so dass keine Passworтеingabe erforderlich ist.

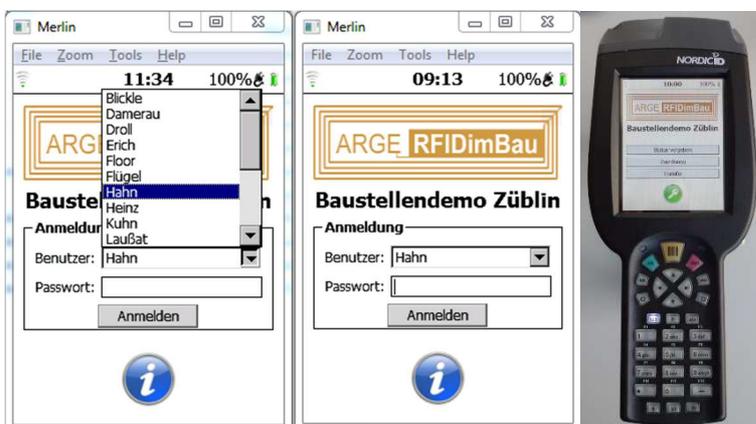


Abbildung 54: Anmeldung in der Demosoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]

c) Transfer

Bei Ersteinsatz des Handlesers muss der Abgleich der Daten auf dem Handleser mit denen in der Datenbank im Netzwerk erfolgen. Hierfür kann der Nutzer im Hauptmenü die Funktion „Transfer“ nutzen. Das erfolgreiche Übermitteln der Daten (über WLAN) wird ihm entsprechend bestätigt. Später wird nach jedem Einsatz bei Bedarf auf diesem Weg die Datenbank im Netzwerk fortgeschrieben.

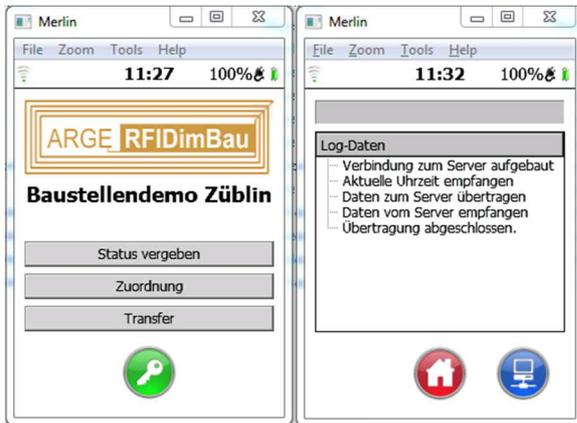


Abbildung 55: Datentransfer in der Demosoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]

d) Statusvergabe für ein Objekt

Dem Nutzer stehen die zwei Programmzweige „Status vergeben“ und „Zuordnung“ zu Verfügung, um RFID-bezogene Ereignisdaten zu erzeugen.

Wählt er den Programmzweig „Status vergeben“, wird er aufgefordert, das Objekt zu erfassen, für das ein Status vergeben werden soll. Er muss hierzu die RFID-Funktion per Pistolengriff starten und Objekte scannen. Bei etwaiger Pulkerfassung hat er über den Touchscreen die Möglichkeit, das entsprechende Objekt auszuwählen. Sofern für die gescannten Objekt IDs in der Datentabelle „Objekt“ Objekt-Bezeichnungen vorhanden sind, werden diese vom Handleser sofort zusammen mit der Objekt-ID angezeigt. Sollten an dieser Stelle eine Objekt-ID gescannt werden, für die in der Datentabelle noch keine Objekt-Bezeichnung vorhanden ist, so kann der Nutzer die Objekt-Bezeichnung nun am Touchscreen oder über die Tastatur des Handlesers manuell eintragen; diese wird dann beim nächsten Transfer in die Datenbank integriert.

Nachdem der Nutzer das gewünschte Objekt ausgewählt hat, wird er in einem neuen Fenster aufgefordert, aus drei Pulldown-Auswahllisten das zugehörige Gewerk, den zugehörigen Status und den zugehörigen Statuserreichungsgrad zu wählen. Die Auswahllisten zeigen Einträge gemäß der Rolle des Nutzers.



Abbildung 56: Objektzuordnung in der Demosoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]

Sind alle Einstellungen vorgenommen worden, wird folgender Datensatz abgespeichert:

Ausweis ID | Timestamp | Objekt ID | Objekt Bezeichnung | Status ID | Gewerke ID | Erreichungsgrad ID

Die Datensätze beliebig vieler Erfassungsereignisse und Statusvergaben werden im Handleser gesammelt und auf Wunsch über die Transfer-Funktion in einer csv-Datei gebündelt und an den Server übermittelt, wo die Auswertung stattfinden kann. So kann aus den gesammelten Datensätzen z. B. eine Übersicht zu jedem Objekt erstellt werden, um dessen gesamten Lebenszyklus nachzuzeichnen. Oder es kann z. B. eine Übersicht aller gleichlautenden Statusmeldungen erstellt werden, um den Baufortschritt eines Gewerkes nachvollziehen zu können etc. Je nach Applikation sind hier z. B. die unterschiedlichsten Auswertungen möglich, auf die an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll.

e) Zuordnung vornehmen zwischen Objekten

Wählt der Nutzer den Programmzweig „Zuordnung“, so kann er einem Elternobjekt ein oder mehrere Kinderobjekt(e) zuordnen. Zunächst wird er aufgefordert, das Elternobjekt zu scannen. Das Vorgehen, auch bei nicht erwünschter Pulkerfassung oder fehlender Objekt-Bezeichnung, ist hier analog zum Programmzweig „Status vergeben“. Der Nutzer wählt also das gewünschte Elternobjekt aus und wird nun in einem neuen Fenster aufgefordert, Kinderobjekte zu erfassen. Auch hier ist eine Pulkerfassung möglich. Alle erfassten Objekt-IDs werden zusammen mit der Objekt-Bezeichnung aufgeführt. Objekte, die der Nutzer nicht als Kinderobjekte dem Elternobjekt zuordnen möchte, kann er nun über die Tastatur des Handlesers (Delete-Taste) aus der Liste heraus löschen. Abschließend bestätigt er die verbleibende Auswahl und die hierarchische Zuordnung erfolgt.

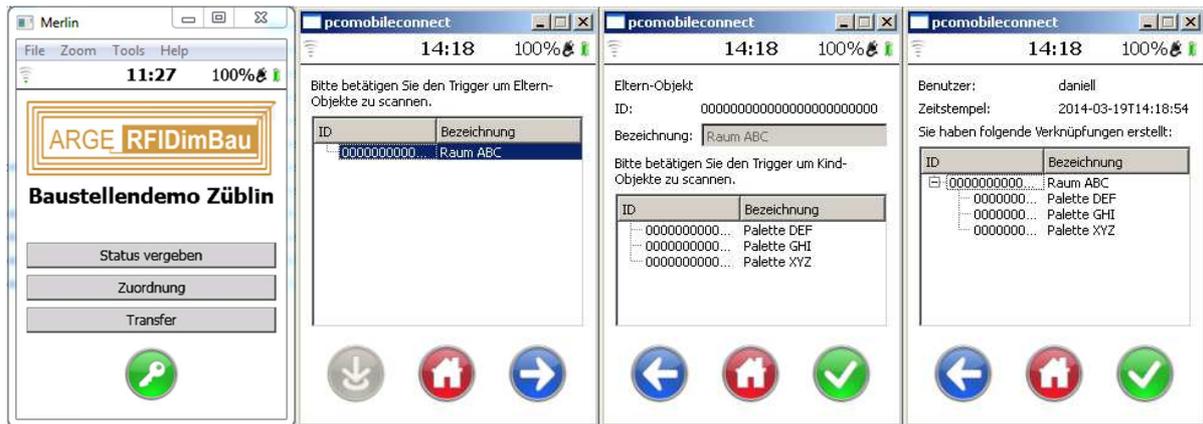


Abbildung 57: Zuordnung Eltern- und Kinderobjekte [Quelle: Ed. Züblin AG]

Abgespeichert wird folgender Datensatz:

Ausweis ID | Timestamp | Objekt ID Kind | Objekt Bezeichnung Kind | Objekt ID Eltern | Objekt Bezeichnung Eltern

Die Datensätze beliebig vieler Zuordnungsereignisse werden im Handleser gesammelt und beim nächsten Transfer als csv-Datei in das Netzwerk übertragen, wo die Auswertung stattfinden muss. Aus den gesammelten Datensätzen kann dort eine sogenannte Eltern-Kind-Tabelle erzeugt werden, die sämtliche hierarchische Beziehungen zwischen Objekten, über die Zeitstempel mit Historie, beinhaltet, und entsprechend ausgewertet werden kann. Hier sind z. B. folgende hierarchische Zuordnungen möglich, die in unterschiedlichen Applikationen benötigt werden:

- Baukomponente zu Liefereinheit oder Palette oder Eingangsportal oder Lagerplatz oder ...
- Palette zu Liefereinheit oder Lagerplatz oder Geschoss oder ...
- Liefereinheit zu Eingangsportal oder Lagerplatz oder Geschoss oder ...
- Palette zu Geschoss oder Raum oder Lagerplatz oder ...
- Lagerplatz zu Geschoss oder Raum oder ...
- IntelliBauteil zu Raum oder Geschoss oder Wohnung oder Abschnitt oder ...
- Raum zu Geschoss oder Abschnitt oder Wohnung oder ...
- Wohnung zu Geschoss oder Haus oder ...
- Baukomponente zu IntelliBauteil oder Raum oder Wohnung oder Geschoss oder ...
- Liefereinheit zu IntelliBauteil oder Raum oder Wohnung oder Geschoss oder ...
- ...

Zu jedem dieser Ereignisse werden der Nutzer des Lesegerätes und ein Zeitstempel gespeichert.

Werden auch die Mitarbeiterausweise und Geräte in die Objektliste aufgenommen, sind ferner z. B. die folgenden Zuordnungsereignisse möglich:

- Gerät zu Mitarbeiter oder Lagerplatz
- Mitarbeiter zu IntelliBauteil oder Raum oder Geschoss
- Baukomponente oder Liefereinheit zu Mitarbeiter

Auch hier würden der Nutzer sowie ein Zeitstempel mitgespeichert.

Weitere Zuordnungen werden möglich, wenn z. B. auch Dokumente in die Objektliste aufgenommen werden.

4.4.2 Phase der Demonstration vor Ort

4.4.2.1 Phase der Demonstration vor Ort: Erörterung der Zweckmäßigkeit einer Demonstration auch beim Zulieferer

Beim Zulieferer sollte ursprünglich z. B. demonstriert werden, wie einzelne Trockenbau-Produkte mit einem RFID-Tag versehen werden können und wie Verknüpfungen zwischen diesen einzelnen Objekten (Items) und Verpackungen und/oder Ladungsträgern (z. B. Paletten), die wiederum mit RFID gekennzeichnet werden, verknüpft werden. Die Verbindung einzelner Paletten zu Lieferungen oder einzelner Platten zu Paletten etc. hätte so ebenfalls gezeigt werden können.

Vor diesem Hintergrund hätten z. B. die Prozesse der Avisierung, Produktionssteuerung, Lagerung, Kommissionierung und Warenausgangskontrolle im Rahmen der Baustellendemonstration mit durchgespielt werden können.

Im Projektverlauf wurde aus Kostengründen allerdings entschieden, dass die Kennzeichnung der Liefereinheiten mit RFID-Tags provisorisch auf der Baustelle erfolgt und nicht im Werk. Datentechnisch lässt die Demonstrationssoftware aber zu, fiktive Warenausgänge beim Zulieferer in Form von Statusmeldungen zu „buchen“. Auf eine Demonstration im Werk und/oder Lager des Zulieferers wurde somit verzichtet.

Bei einem Ortstermin bei der Fa. Knauf wurde bestätigt, dass auf Wunsch ab Werk eine Ausstattung von Liefereinheiten mit Auto-ID-Kennzeichnungen erfolgen könne, auf dem Weg zur Baustelle jedoch noch der Handel läge, der ggf. neu kommissioniert. Auch ist es seitens des Produzenten möglich, Lieferungen digital per Lieferavis mit einem Datenfluss zu begleiten; dies erfolge zum Teil mit dem Handel und bei entsprechenden rechtlichen Regelungen (z. B. zwischengeschalteter Handel und ggf. zwischengeschaltete Subunternehmer auf Seiten der Ausführenden), nach Definition des Datenbedarfs durch die Ausführenden und nach Regelung der Finanzierung bzw. Kostenübernahme könnten auch Ausführenden seitens des Herstellers Daten aus den ERP-Systemen direkt zur Verfügung gestellt werden.

Auf der Baustelle wurde das „Logistik-Modell ‚Klassisch‘“ der Ed. Züblin AG simuliert:

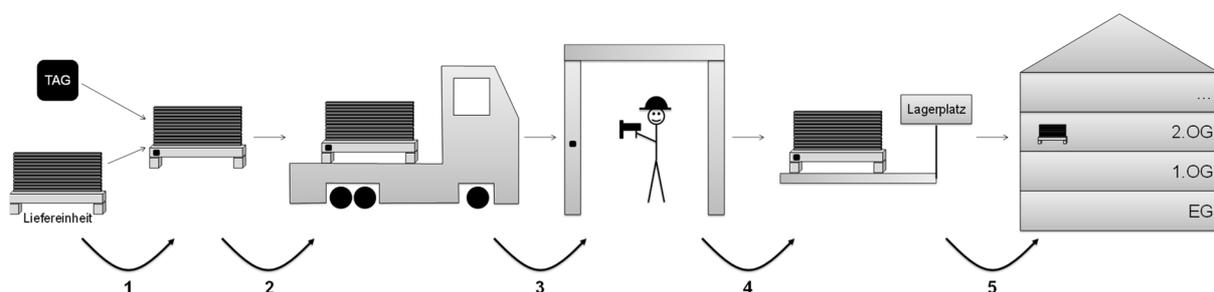


Abbildung 58: Logistik-Modell "Klassisch" der Ed. Züblin AG [Quelle: Ed. Züblin AG]

0	RFID-Tag beschreiben (Tag-ID: somit wird eindeutig definiert, um welche Liefereinheit es sich handelt)	
	Statusvergabe	Zuordnung
1	RFID-Tag eingebaut	
2	Werk verlassen, auf Weg zur Baustelle	
3	Wareneingang Baustelle bestätigen	LE wird dem Eingangsportal zugeordnet
4	Einlagern auf Lagerplatz bestätigen	LE wird dem Lagerplatz zugeordnet
5	a) Entnahme vom Lagerplatz bestätigen b) Zwischenlagern am Einbauort bestätigen	LE wird der Ebene zugeordnet

Abbildung 59: Übersicht Statusvergabe und Zuordnung im Logistik-Modell "Klassisch" der Ed. Züblin AG [Quelle: Ed. Züblin AG]

4.4.2.2 Phase der Demonstration vor Ort: Demonstration in der Zentrale des Bauunternehmens (Einkauf und Arbeitsvorbereitung) – Quelle und Ziel für Daten, die in RFID-Applikationen genutzt/erzeugt werden

An dem Ort, an dem beim Ausführenden die Arbeitsvorbereitung (auf Basis der 5D-Planung/iTWO und ggf. Einkauf) stattfindet, sollte z. B. demonstriert werden, an welcher Stelle die Soll-Daten in welcher Form aufbereitet werden müssen, so dass ein späterer RFID-Einsatz sinnvoll wird. Hier spielten z. B. Fragen zur Terminierung, Bauwerksstruktur und zu logistischen Einheiten eine Rolle.

Ebenso sollte die Koppelung an eine 5D-Modell-/Projektdatenbank (bidirektionale Anbindung der RFID-Datenbank an iTWO mittels der Multimodell-Container-Technologie aus MEFISTO) erprobt und demonstriert werden. Dies war Aufgabe der Ed. Züblin AG.

Ein RFID-Einsatz an dieser Stelle ist zwar nicht erforderlich, wohl aber die Erweiterung der Datenstrukturen zum späteren Handling von „RFID-Nummern“ oder anderen „Auto-ID-Nummern“ (z. B. Strich- oder QR-Code) und deren Zuordnung zur Datenstruktur der BIM-Datenwelt, z. B. der Schaffung einer Datenschnittstelle (MMC). Insb. ist ein Mapping der ID-Nummern, die auf den Tags gespeichert sind/werden mit den ID der virtuellen Objekte in der Multimodell-Datenwelt vorzunehmen.

An dieser Stelle wurde auf Seiten der Ed. Züblin AG die Abteilung 5D eingeschaltet, die das Demonstrationsbauvorhaben als 5D-Modell erstellt hat. Besonderheit des Vorhabens ist die Abwicklung nach einem Lean Construction (LC) Konzept der Ed. Züblin AG, das sich von der klassischen Bauabwicklung unterscheidet.

Für die Baustellendemonstration wurde aus dem 5D-Modell ein Teilelement herausgenommen. In diesem Bereich wurden Platzhalter modelliert, die stellvertretend für RFID-Tags stehen, zu erkennen als kleine schwarze Punkte z. B. in der folgenden Abbildung 62.

4.4.2.2.1 5D-Prozessmodell

Aufgrund der Gliederung und Granularität des Revit-Modells, welches primär für die Kalkulation und Schalplanableitung modelliert wurde, war es notwendig, ein sogenanntes 4D-Prozess-Modell abzuleiten, in welchem die Wände so aufgeteilt wurden, dass sie den Gewerken

der Wandobjekte entspricht. Um eine Zuordnung der einzelnen Gewerke der Wand auch einem Raum zuordnen zu können, wurden die Trennbauwände so aufgeteilt, dass Informationen unterschiedlichster Sichtweisen auf das Bauteil abgeleitet werden konnten.

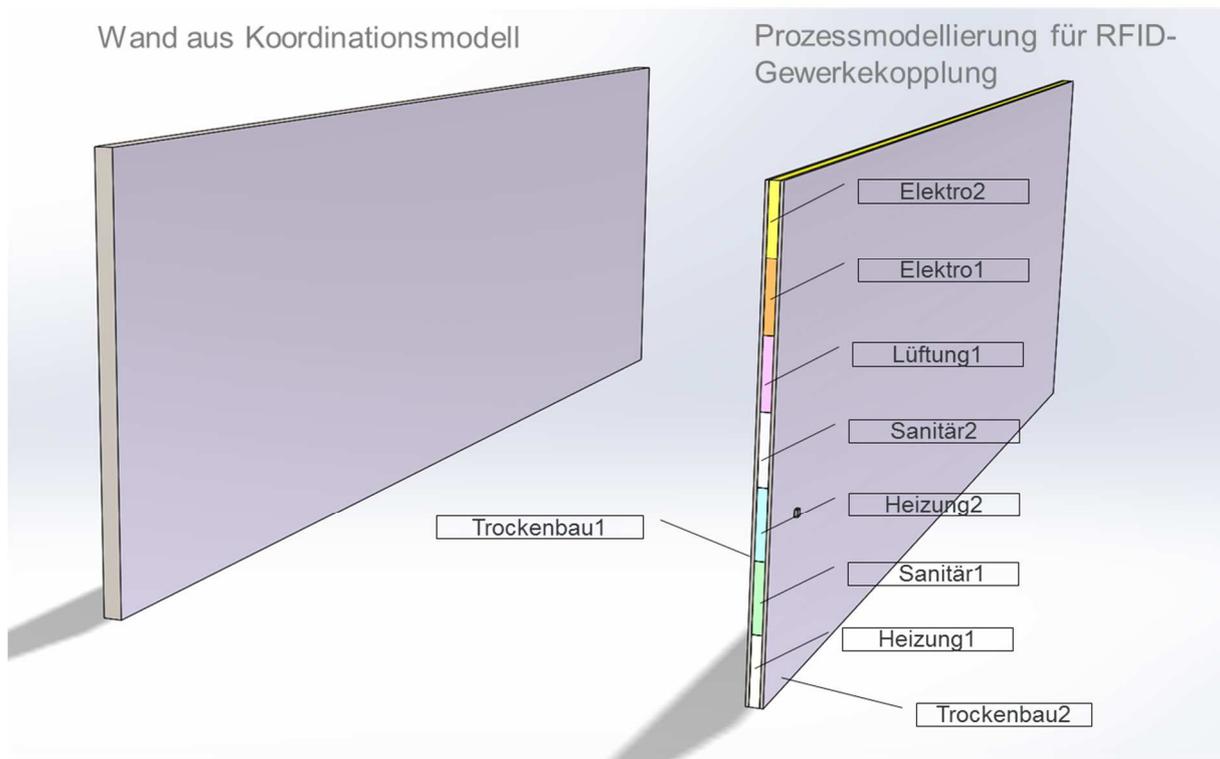


Abbildung 60: 5D-Prozessmodell – Gewerkezuordnung [Quelle: Ed. Züblin AG]

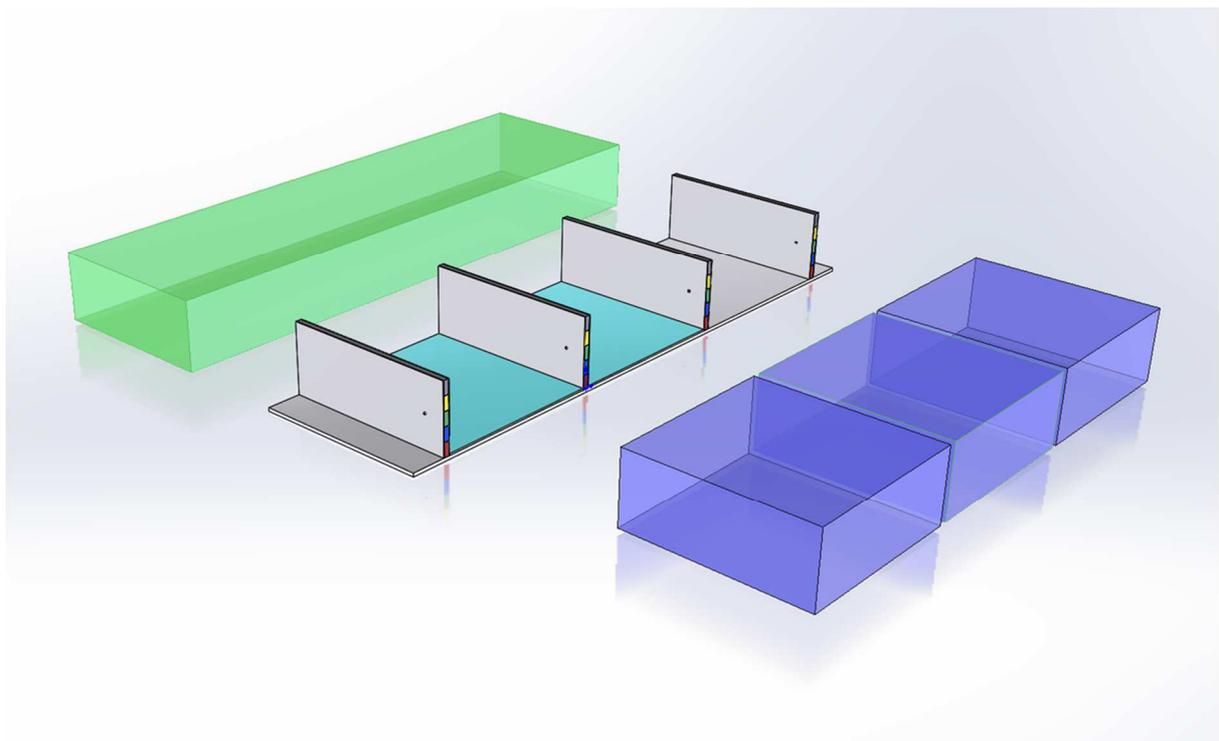


Abbildung 61: 5D-Prozessmodell - Raum- und Zonenzuordnung [Quelle: Ed. Züblin AG]

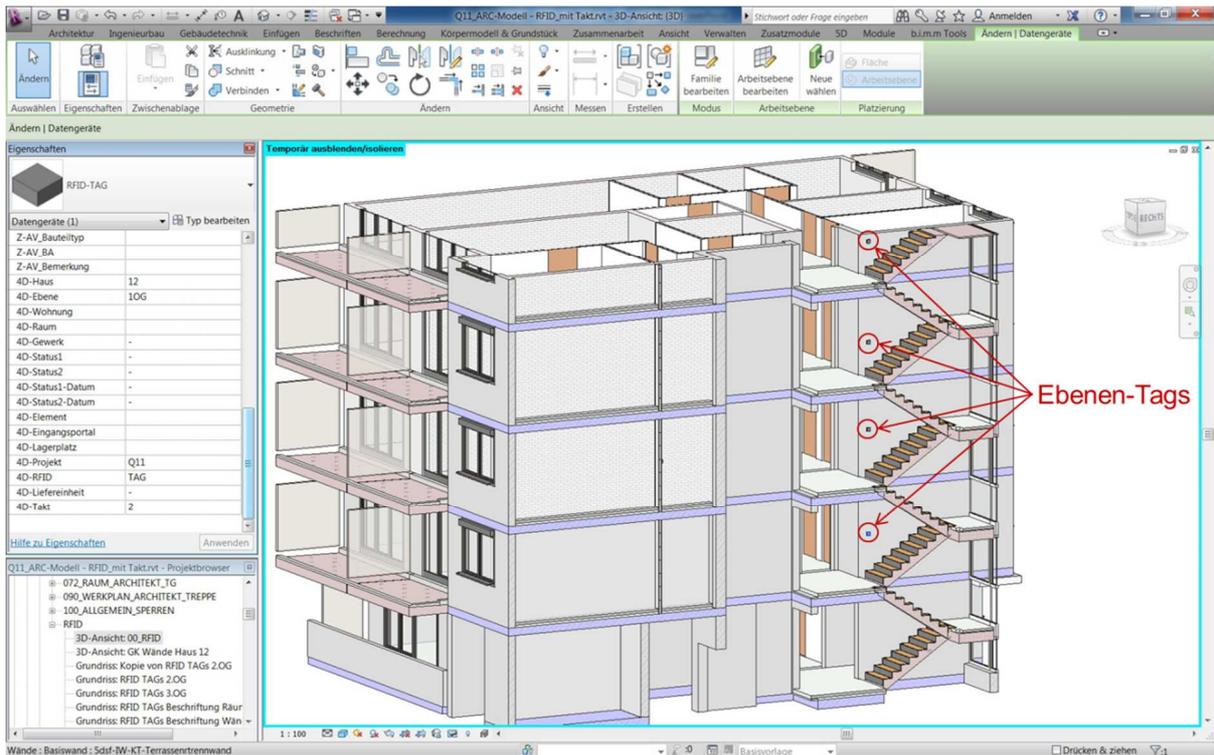


Abbildung 62: Modellierung der Platzhalter als RFID-Kennzeichnung der Objekte [Quelle: Ed. Züblin AG]

Die RFID-Tags sind nun eigene virtuelle Objekte, die mit dem Gebäudemodell in Relation stehen. Ihnen können eigene Attribute zugeordnet werden. Sie sind mit einem 4D-Code der Ed-Züblin AG bezeichnet – diese Bezeichnung wurde als Objekt-Bezeichnung der RFID-Tags, die in der Realwelt verbaut worden sind, übernommen, so dass eine transparente Zuordnung möglich ist.

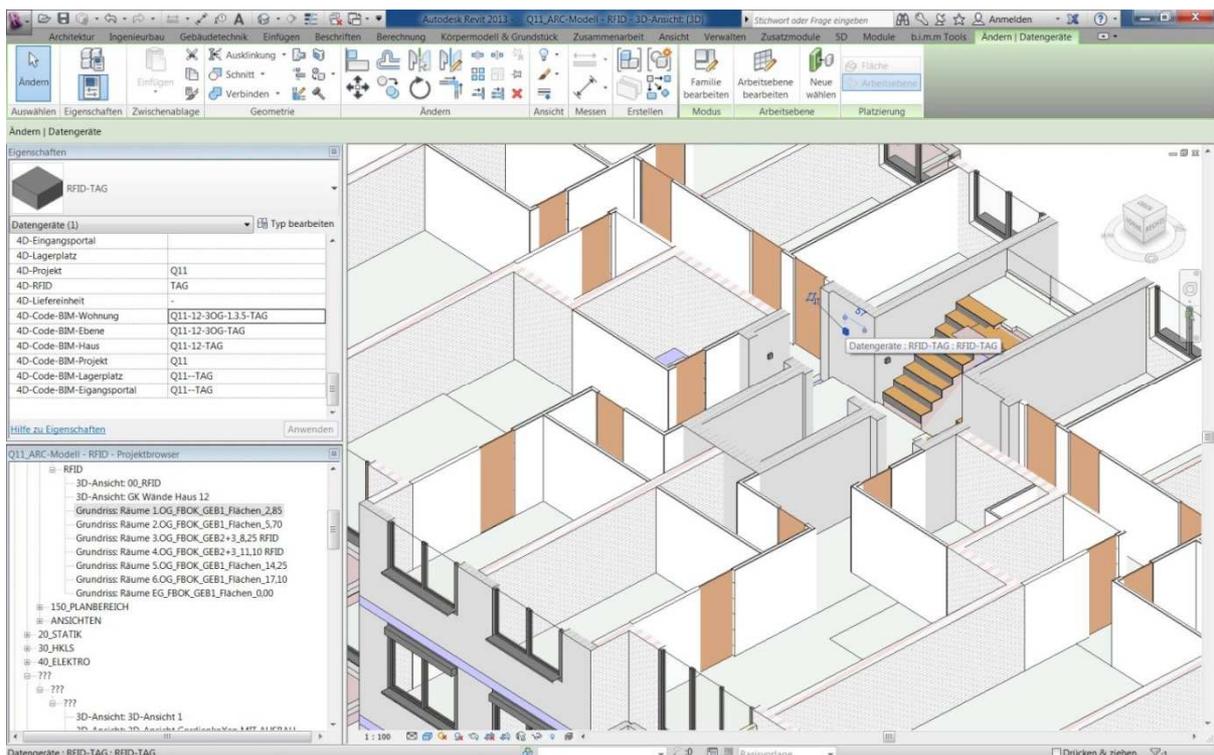


Abbildung 63: Transponder auf Wohnungsebene [Quelle Ed. Züblin AG]

Die Ed. Züblin AG stellt für die Handler-Demonstrationssoftware eine Export-Tabelle dieser ID auf den Tags mit einer zugehörigen Bezeichnung zur Verfügung. Hierzu wurde Software-technisch ein Umweg über die Software ceapoint gewählt. Nachfolgende Abbildung 64 zeigt die Visualisierung in ceapoint.



Abbildung 64: Visualisierung des Modells in ceapoint [Quelle: Ed. Züblin AG]

Eine Übersicht über die bei einer Lieferung erwarteten Liefereinheiten einer Lieferung von Trockenbaumaterial, also quasi den Inhalt eines Lieferscheins als vorausseilendes Lieferavis, konnte aus unterschiedlichen Gründen von der Ed. Züblin AG nicht zur Verfügung gestellt werden. Die Liste der Lieferobjekte wurde daher mit neutralen ID und Bezeichnungen versehen und entsprechende Tags wurden erstellt, die erst bei Ankunft der Lieferung auf der Baustelle angebracht wurden.

Auswertungsszenarien

Zusammen mit der Ed. Züblin AG wurden auf Basis der nun vorliegenden Software die folgenden drei Auswertungsszenarien definiert, um den zwischenzeitlich geringfügig geänderten Anforderungen gerecht zu werden.

Auswertungsszenario 1 fasst die Statusmeldungen nach Gewerken und Abschnitten (für Ebenen, Wohnungen, Wand) zusammen und erlaubt so das Nachverfolgen des Baufortschritts. Hier kann z. B. auch bis auf die Ebene des IntelliBau-Bauteils herabgegangen werden. Eine historische Auswertung, was wann wo geleistet wurde, wird möglich.

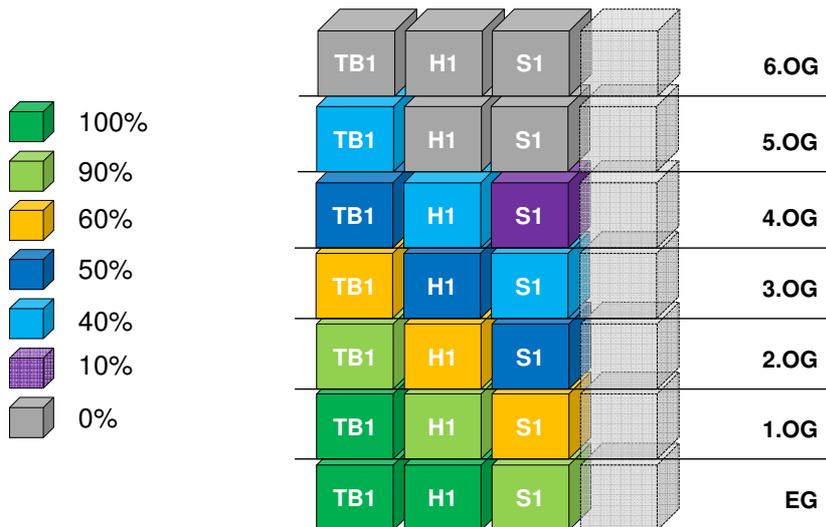


Abbildung 65: Statusmeldungen nach Gewerken und Abschnitten [Quelle: Ed. Züblin AG]

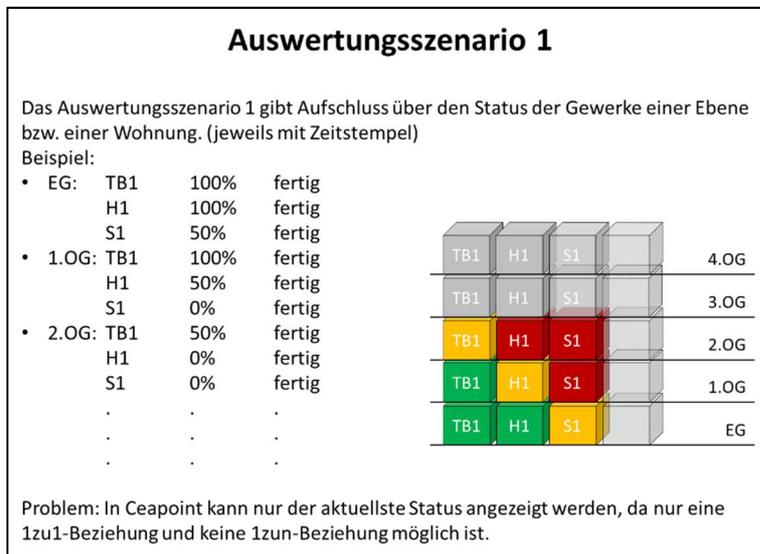


Abbildung 66: Statusmeldungen nach Gewerken und Abschnitten – Auswertungsszenario 1 [Quelle: Ed. Züblin AG]

Auswertungsszenario 2 zeigt, welche Lieferungen in welchem Abschnitt eingebaut wurden. Auch hier kann bis auf die Ebene des IntelliBau-Bauteils herabgegangen werden. Eine historische Auswertung, was wann wo eingebaut wurde, wird möglich.

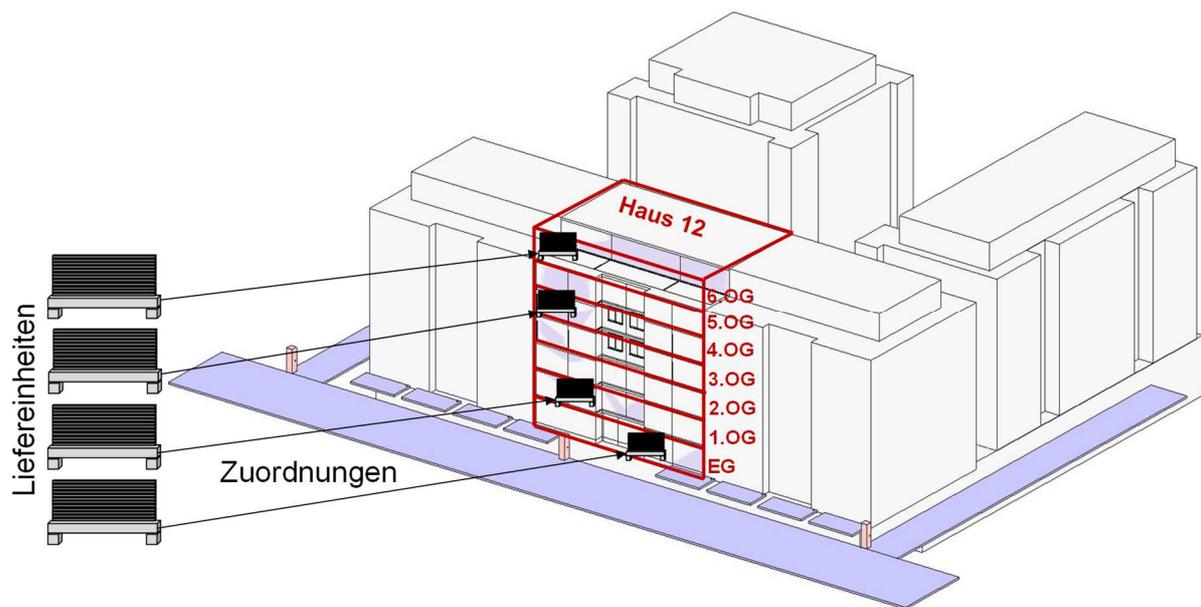


Abbildung 67: Zuordnung von Lieferungen zu Bauabschnitten [Quelle: Ed. Züblin AG]

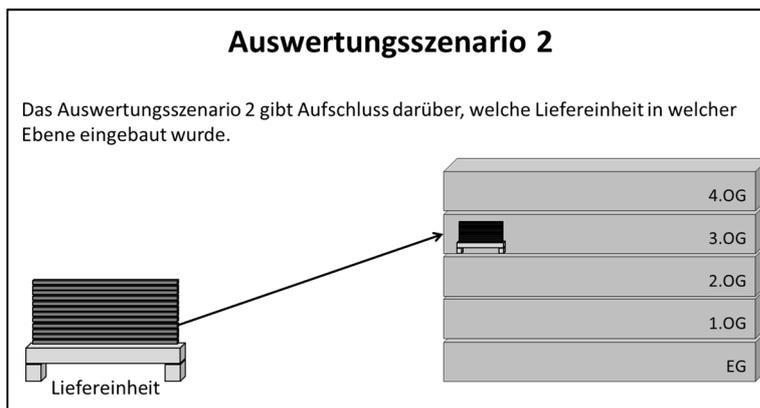


Abbildung 68: Zuordnung von Lieferungen zu Bauabschnitten – Auswertungsszenario 2 [Quelle: Ed. Züblin AG]

Das *dritte Auswertungsszenario* zielt darauf ab, die Historie zu eingebauten Komponenten zu erhalten und die Verknüpfung beliebiger Stamm- und Ereignisdaten zu diesen Objekten aufzuzeigen. Man erhält zu einem Objekt eine Historie, wo wann was mit ihm geschehen ist.

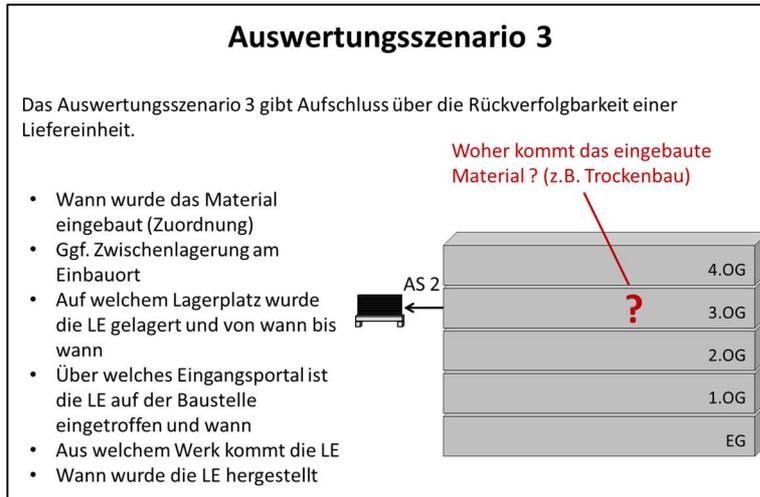


Abbildung 69: Rückverfolgbarkeit der eingebauten Komponenten – Auswertungsszenario 3
 [Quelle: Ed. Züblin AG]

Beispiel für Auswertungsszenario 3:

Liefereinheit Trockenbau 1		
Datum	Status	Zuordnung
30.04.2014	Zwischenlagern am Einbauort bestätigen	
30.04.2014		Q11-12-3OG-TAG
30.04.2014	Entnahme von Lagerplatz bestätigen	
29.04.2014	Einlagern auf Lagerplatz bestätigen	
29.04.2014		Q11-L4-TAG
29.04.2014		Q11-Strasse-TAG
29.04.2014	Wareneingang Baustelle bestätigen	
28.04.2014	Werk verlassen, auf Weg zur Baustelle	
27.04.2014	RFID-Chip eingebaut	

Anmerkung: Logistik-Modell „klassisch“ → wurde simuliert

Abbildung 70: Beispieldaten Auswertungsszenario 3 [Quelle: Ed. Züblin AG]

Um Daten für die Auswertungsszenarios 2 und 3 zu erhalten, wurden das oben beschriebene Logistik-Modell „klassisch“ und das „1:1“ auf der Baustelle betrachtet.

Logistik-Modell „1:1“:

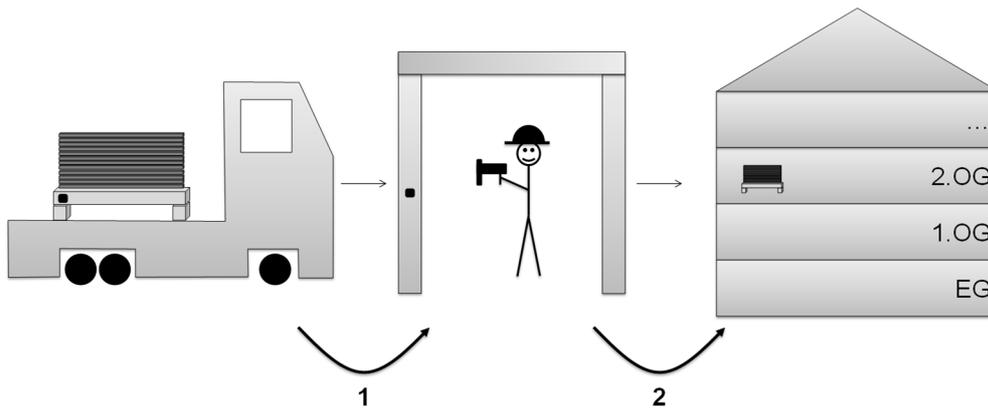


Abbildung 71: Logistik-Modell "1:1" [Quelle: Ed. Züblin AG]

0	a) RFID-Tag beschreiben (Tag-ID: somit wird eindeutig definiert, um welche Liefereinheit es sich handelt)	
	b) RFID-Tag an der Liefereinheit befestigen	
	Statusvergabe	Zuordnung
1	Wareneingang Baustelle bestätigen	LE wird dem Eingangsportal zugeordnet
2	Zwischenlagern am Einbauort bestätigen	LE wird der Ebene zugeordnet

Anmerkung: Logistik-Modell „klassisch“ → wurde simuliert

Abbildung 72: Beispieldaten Statusvergabe und Zuordnung [Quelle: Ed. Züblin AG]

4.4.2.3 Phase der Demonstration vor Ort: Demonstration auf der Baustelle

Auf der Baustelle sollten allgemein gehalten die folgenden Prozesse demonstriert werden:

- Import von Soll- und Stamm-Daten aus dem IT-System der Ed. Züblin AG in das Endgerät
- Erzeugen von Ereignisdaten zu Objekten auf dem Endgerät: Vergabe von Statusmeldungen
- Erzeugen von Ereignisdaten zu Objekten auf dem Endgerät: Aggregation, d. h. Erstellen von Eltern-Kind-Verknüpfungen zwischen Objekten
- Anlegen neuer Stammdaten zu einem Objekt auf dem Endgerät: Beschreiben von RFID-Tags mit ID und Vergabe einer Bezeichnung zu dieser ID in der Datenbank
- Export der auf dem Endgerät erzeugten Daten in das IT-System der Ed. Züblin AG

Im Speziellen wurden dabei die folgenden Dinge getan:

Ausstattung der Baustelle mit RFID-Tags

Auf der Baustelle wurden die verschiedenen, in o. a. Objektliste enthaltenen Objekte mit RFID-Tags versehen, so Geschosse, Wohnungen, Raum, Wände, IntelliBau-Bauteile, Eingangsportale und Lagerplätze. Entgegen der ursprünglichen Planung wurden für die Wohnungen und Geschosse Schilder erstellt, mit RFID-Tags versehen und zentral im Treppenhaus angebracht, statt dass RFID-Tags verteilt in Leer-Dosen der Elektriker in den Wohnungen eingebaut wurden.

Diese Schilder wurden neben sowieso vorhandenen, für die ausführenden Personen visuell lesbaren Schilder angebracht, wie auf nachfolgendem Foto zu sehen.



Abbildung 73: Beschilderung im Demonstrationsobjekt [Quelle: Ed. Züblin AG]

Dies hatte logistische Vorteile und ggf. Vorteile in den Arbeitsprozessen der Bauleitung, die dann nicht mehr „zu jedem Tag laufen“ muss, gleichzeitig aber den großen Nachteil, dass Buchungen nun eben doch „aus der Distanz“ erfolgen können, also ggf. ohne tatsächliche Inaugenscheinnahme des Objektes, über das eine Bewertung in Form einer Statusmeldung abgegeben werden soll.

Da auf der Baustelle für die Anlieferung der Trockenbau-Baustoffe keine definierten Eingangsportale genutzt wurden und auch keine definierten Lagerplätze, wurden auch hier Schilder erstellt und stellvertretend am Bauzaun montiert, wie auf nachfolgendem Foto zu erkennen.

Der die Baustelle erreichende LKW konnte so am Bauzaun, über den entladen werden sollte, einem fiktiven Eingangsportale zugeordnet werden. Abbildung 75 zeigt einen der im Rahmen der Baustellendemonstration betrachteten LKW mit einer Trockenbaulieferung vor der Demonstrationsbaustelle.



Abbildung 74: Kennzeichnung von Lagerplätzen auf der Demonstrationsbaustelle [Quelle: Ed. Züblin AG]



Abbildung 75: Anlieferung von Baumaterial [Quelle: Ed. Züblin AG]

Ausstattung der Liefereinheiten Trockenbau mit RFID-Tags

Auf der Baustelle wurden die Liefereinheiten mit RFID-Tags ausgestattet, die dann von der Applikation genutzt werden konnten. Nachfolgende Abbildung zeigt zwei bereits auf der Baustelle eingelagerte Paletten.



Abbildung 76: Kennzeichnung der Paletten mit Gipskartonplatten [Quelle: Ed. Züblin AG]

Verfolgen der Logistikprozesse: Entladen und Einlagern (inkl. Wareneingangskontrolle) nachhalten

Nun konnte die baustelleninterne Logistik mit RFID-bezogenen Buchungen nachgehalten werden. Nachfolgende Abbildung zeigt die Prozessschritte der Entladung, des baustelleninternen Transports und der Einlagerung im Geschoss.



Abbildung 77: Entladung, des baustelleninternen Transports und der Einlagerung im Geschoss [Quelle: Ed. Züblin AG]

Verfolgen der Logistikprozesse: Statusvergabe Wareneingang

Die erste RFID-bezogene Buchung bestand darin, die Liefereinheiten auf dem LKW zu erfassen und ihnen den Status „Wareneingang“ zuzuordnen.



Abbildung 78: Wareneingang in der Demonstrationssoftware [Quelle: Ed. Züblin AG]

Verfolgen der Logistikprozesse: Zuordnung Liefereinheit zu Geschoss (Einlagern)

Nachdem die Liefereinheiten in die Geschosse verbracht wurden, konnte die Zuordnung der Liefereinheiten zu den Geschossen bzw. Wohnungen im Sinne von Lagerplätzen erfolgen. Die Zuordnung zu Geschossen oder Wohnungen oder IntelliBau-Bauteilen würde sinngemäß erfolgen.



Abbildung 79: Zuordnung der Liefereinheiten zu den Geschossen bzw. Wohnungen [Quelle: Ed. Züblin AG]

Verfolgen der Logistikprozesse: Statusvergabe „Zwischenlagerung“ für Liefereinheiten

Zusätzlich konnte in einer gesonderten Buchung die zwischengelagerte Liefereinheit mit dem Status „Zwischenlagerung am Einbauort erfolgt“ verbucht werden.



Abbildung 80: Statusänderung zur Zwischenlagerung [Quelle: Ed. Züblin AG]

Verfolgen der Einbauprozesse: Einbau nachhalten

Mit Blick auf die Leistungen konnte nun der Baufortschritt in den Geschossen oder Wohnungen oder an IntelliBau-Bauteilen gewerkeweise nachvollzogen werden.

Infolge der LC-Bauabwicklung war ursprünglich die zugweise Abwicklung gem. nachfolgender Abbildung vorgesehen, bei der eine klare zeitliche Trennung zwischen den Gewerken geplant war.

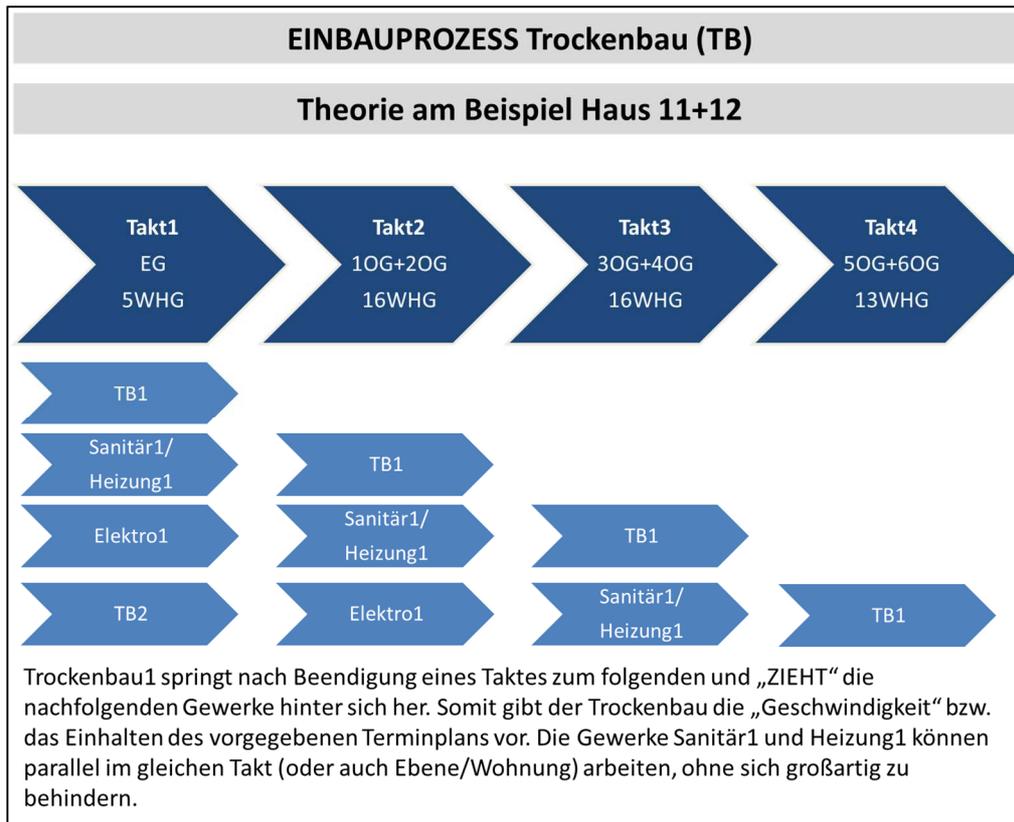


Abbildung 81: Geplanter Einbauprozess [Quelle: Ed. Züblin AG]

Infolge projektspezifischer Besonderheiten musste allerdings auf eine teilweise Gewerkeüberlappende Ausführung gewechselt werden, da Trockenbauarbeiten parallel zu den Haustechnikgewerken erfolgen mussten. Dies führte dazu, dass es nicht möglich war, die Fertigstellungsbuchung des Gewerkes TB 1 „als Startschuss“ für die Gewerke „Sanitär 1 / Heizung“ und „Elektro 1“ zu nutzen.

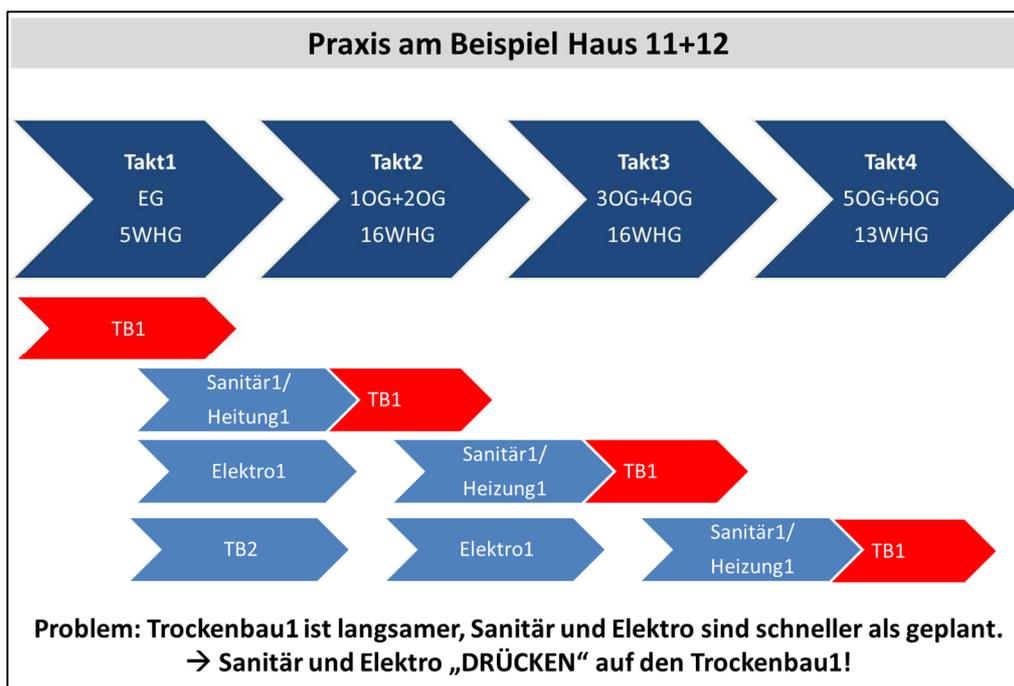


Abbildung 82: Geänderter Einbauprozess [Quelle: Ed. Züblin AG]

Verfolgen der Einbauprozesse: Status vergeben für Fortschritt nach Gewerken

Dennoch konnte mit der RFID-Technik die gewerke- und abschnittsweise Fortschrittsdokumentation erfolgen. Hierzu wurde die aus nachfolgenden Abbildungen erkennbare Prozessgliederung genutzt.

Prozesse im Detail

1. Prozess: 

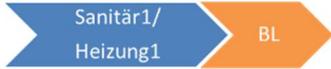
- Unterkonstruktion wird gestellt, aber nur an sanitärrelevanten Stellen (also Badezimmer, sonst keine UK)
- Ggf. einseitige Beplankung

Bauleitung: Es wird eine technische Zustandsfeststellung für die erbrachte „Teilleistung“ gemacht. Je nach Situation für Takt, Ebene oder Wohnung → die nachfolgenden Gewerke können mit ihren Arbeiten beginnen



Abbildung 83: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (1/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]

Prozesse im Detail

2. Prozess: 

- Einbau Sanitär1
- Einbau Heizung1

Bauleitung: Es wird eine technische Zustandsfeststellung für die erbrachte „Teilleistung“ gemacht; je Gewerk; taktweise. Diese stellt aber keine Abnahme dar. Die nachfolgenden Gewerke können mit ihren Arbeiten beginnen. Druckprotokolle müssen vorliegen.

Sanitär			
Bod	Sanitär	fertig	nicht fertig
	Tafelholz		
	Dampf/Schutz	X	B+G
	Läufer setzen	X	M.2.
	Wasserdämmung setzen	X	M.2.
	HT-Ablauf	X	B+G
	HT-Isolieren	X	B+G
	Ablauf - Prüfen		
	Heplo-Verstellung		
	Heplo/TW Prüfen		
	Heplo Nachbau		



Abbildung 84: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (2/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]

Prozesse im Detail

3. Prozess: 

- Unterkonstruktion in den restlichen Räumen wird gestellt
- einseitige Beplankung, aber: an gewissen Stellen (zb Schächten) kann keine Beplankung angebracht werden, da sonst unzugänglich für nachfolgende Gewerke

Bauleitung: Es wird eine technische Zustandsfeststellung für die erbrachte „Teilleistung“ gemacht. Je nach Situation für Takt, Ebene oder Wohnung → die nachfolgenden Gewerke können mit ihren Arbeiten beginnen



Abbildung 85: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (3/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]

Prozesse im Detail

4. Prozess: 

- Elektroinstallationen werden ausgeführt

Bauleitung: Es wird eine technische Zustandsfeststellung für die erbrachte „Teilleistung“ gemacht; taktweise → Die nachfolgenden Gewerke können mit ihren Arbeiten beginnen



Abbildung 86: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (4/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]

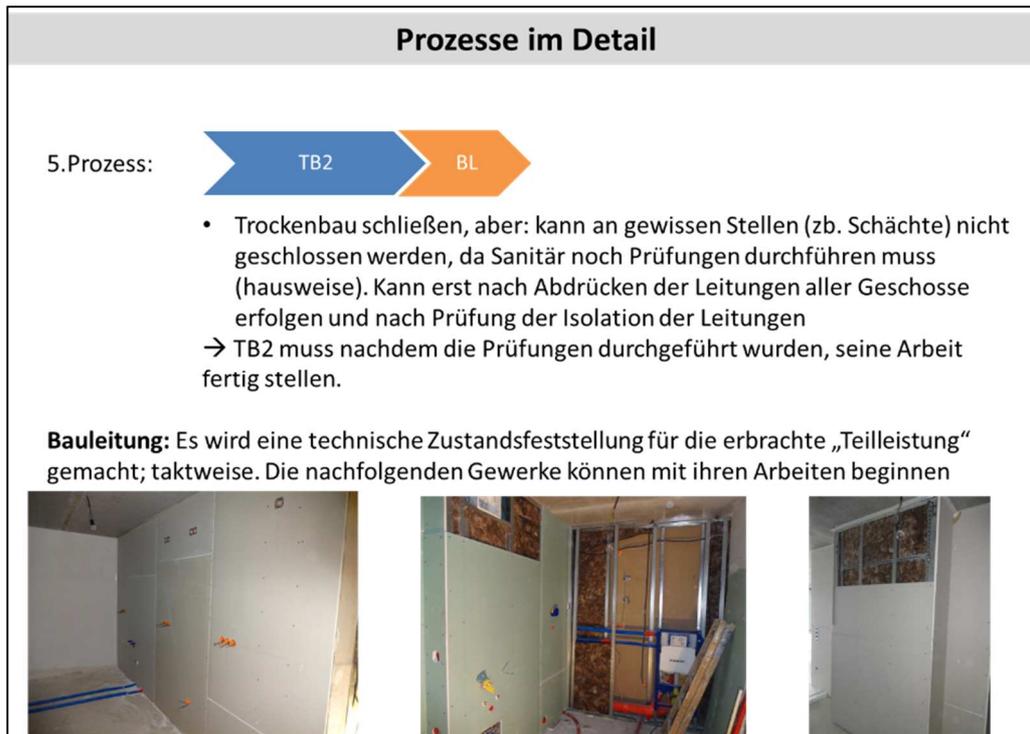


Abbildung 87: Prozessgliederung der Fortschrittsdokumentation (5/5) [Quelle: Ed. Züblin AG]

Am Ende des Baustelleneinsatzes lagen im Handlaser nun zahlreiche Datensätze vor, die im IT-System der Ed. Züblin AG ausgewertet und weiter genutzt werden konnten.

4.4.2.4 Phase der Demonstration vor Ort: Auswertung der RFID-Daten im IT-System der Ed. Züblin AG, 5D

Auf die Möglichkeiten zur Weiterverarbeitung der Daten in den IT-Systemen und Prozessen der Ed. Züblin AG wird unter nachfolgender Ziff. 4.4.3.1.3 eingegangen.

4.4.3 Phase der Nachbereitung: Auswertung / Resümee / Fazit

4.4.3.1 Auswertung und Fazit aus Sicht der Ed. Züblin AG

4.4.3.1.1 Kommunikation im Unternehmen

Im Verlauf des Projekts entwickelte die ARGE RFIDimBau mit ihren Praxispartnern eine Vielzahl von Beispielanwendungen, die im Demonstrationsmodul an verschiedenen Standorten in Deutschland zum Anfassen und Ausprobieren vorgestellt wurden.

Das Demonstrationsmodul bietet neue Einblicke und Ideen, wie die eigene Planung, die Prozesse auf der Baustelle oder Tätigkeiten des Facility Managements mittels RFID sowie BIM verbessert werden können.

Im Rahmen einer großen, hausinternen Auftaktveranstaltung bei der Ed. Züblin AG Mitte Mai 2014 im Züblinhaus in Stuttgart wurden erste Ergebnisse der Baustellendemonstration zusammen mit anderen Ergebnissen aus dem Forschungsvorhaben der ARGE RFIDimBau vorgestellt. Dort konnten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und externe Gäste vom 12.- 28. Mai 2014 die Ergebnisse der Forschungsarbeit sichten.

Zusätzlich fand am 14. Mai 2014 ein hausinterner Workshop mit Vertretern aus ganz Deutschland statt. Neben Vorträgen, u. a. ein Gastvortrag von Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus, BU Wuppertal, wurden die möglichen Einsatzmöglichkeiten und Vorgehensweisen mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus Sicht eines Generalunternehmens diskutiert und erarbeitet.



Abbildung 88: Auftaktveranstaltung im Züblinhaus in Stuttgart mit Prof. Dr.-Ing. M. Helmus [Quelle: Ed. Züblin AG]

Nachfolgend sind die Ergebnisse für die weitere Analyse und Auswertung zusammengefasst:

4.4.3.1.2 Bauprozessablauf: Granularität im Bauprozessablauf (Baustelle)

An dem Demonstrationsprojekt wurden für die Anwendungsszenarios unterschiedliche Granularitäten umgesetzt.

- Anwendungsszenario 1:
 - Ebenenweise (Q11-12-1OG)
 - Wohnungsweise (Q11-12-1OG-1.1.6)
 - Raumweise (Q11-12-1OG-1.1.6-SZ)
 - Wandweise (Q11-12-1OG-1.1.6-WAND_001)
- Anwendungsszenario 2:
 - Ebenenweise (Q11-12-1OG)
- Anwendungsszenario 3:
 - Ebenenweise (Q11-12-1OG)

Die Struktur der Planung bzw. des Modells gewährleistet eine wandweise Erfassung von Statusmeldungen, jedoch entspricht eine derart hohe/feine Granularität nicht den Anforderungen der Demonstrationsbaustelle. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Randbedingungen (Trockenbau und LC-Methoden) ist ein Erfassen der Erreichungsgrade für die Ebenen ausreichend. Eine taktweise Erfassung wäre ebenfalls denkbar.

Im Trockenbau wird ausschließlich „Make to Stock“-Material (MTS-Material) verwendet. Dies bedeutet, dass das Material nicht auf speziellen Wunsch hergestellt wird, sondern in Lagern

vorhanden ist. Es wurde somit nicht für einen bestimmten Einbauort hergestellt, wie beispielsweise Fertigteile oder Türen. Der Einbauort ist ein gesamter Taktbereich und keine spezielle Wand, da die einzelnen Materialien für jede Wand einsetzbar sind.

Bei Fertigteilen („Make to Order“, MTO) hingegen ist der exakte Einbauort vordefiniert und somit auch für die Baustelle eine höhere Granularität wichtig.

Für Türen („Assembly to Order“, ATO) ist ebenfalls der exakte Einbauort vordefiniert und somit ist auch hier für die Baustelle eine hohe Granularität wichtig.

Herstellungsart	Einbauort	Granularität
MTS (z. B. GK-Bauplatten)	Taktbereich	Grob (Takt-, Ebenenweise)
MTO (z. B. Fertigteile)	Exakt bekannt	Fein (Elementweise)
ATO (z. B. Türen)	Exakt bekannt	Fein (Elementweise)

Für die Zuordnung der Liefereinheiten sind in diesem Beispiel die Ebenen sinnvoll, da ein Takt zwei Ebenen beinhalten kann und somit der Transport innerhalb des Taktbereiches zeitintensiv wäre.

Bei der Anwendung mit einer hohen Granularität sind bei der Auswertung die Auswirkungen auf die darüber und darunterliegenden Stufen zu beachten. Wird beispielsweise einer Wand ein Erreichungsgrad von 50 % zugeordnet, ist festzulegen, was dies für die zugehörige Wohnung, Ebene oder Takt bedeutet. Dies wurde bisher nicht berücksichtigt. Wird einem Takt ein Erreichungsgrad vergeben, werden alle zugehörigen Unterelemente mit diesem Status ausgestattet. Existiert jedoch für eine Wand bereits ein Status, wird dieser nur dann vom Aktualeren überschrieben, wenn der Erreichungsgrad größer ist. Hier sind ebenfalls weitere Regelungen zu treffen.

Um die richtige Wahl für die Granularität zu treffen, ist auch zu berücksichtigen, ob das System im Weiteren beispielsweise für FM-Zwecke genutzt werden soll. Somit sind auch die Anforderungen des Kunden zu berücksichtigen und was dieser bereit ist, dafür zu bezahlen.

4.4.3.1.3 Integration der RFID-Technologie in den 5D-Planungs- und Bauprozess / Auswertung in iTWO

4.4.3.1.3.1 Multi- und 5D-Prozessmodell

Durch ein verknüpftes Multimodell wird in der Planungsphase frühzeitig bestimmt, welches Material, in welcher Menge, zu welcher Zeit, an welchem Ort sein muss, um einen reibungslosen Einbauprozess zu gewährleisten. Außerdem wurde die Zuordnung von Transpondern zu Objekten im Modell mittels des 4D-Code-BIM realisiert. So konnte die RFID-Technologie im Vorfeld der Erfassung von Dateninhalten an die 5D-Planung angebunden werden. Nachdem auf der Baustelle Daten erfasst wurden, konnten diese über ein eigens programmiertes Formular in das Multimodell integriert werden. Über dieses Formular und die Zuordnung im Vorfeld konnten somit die Informationen über die Erreichungsgrade an die zugehörigen Elemente (Wandaufbau) weitergegeben (siehe Abbildung) und daraufhin visualisiert werden.

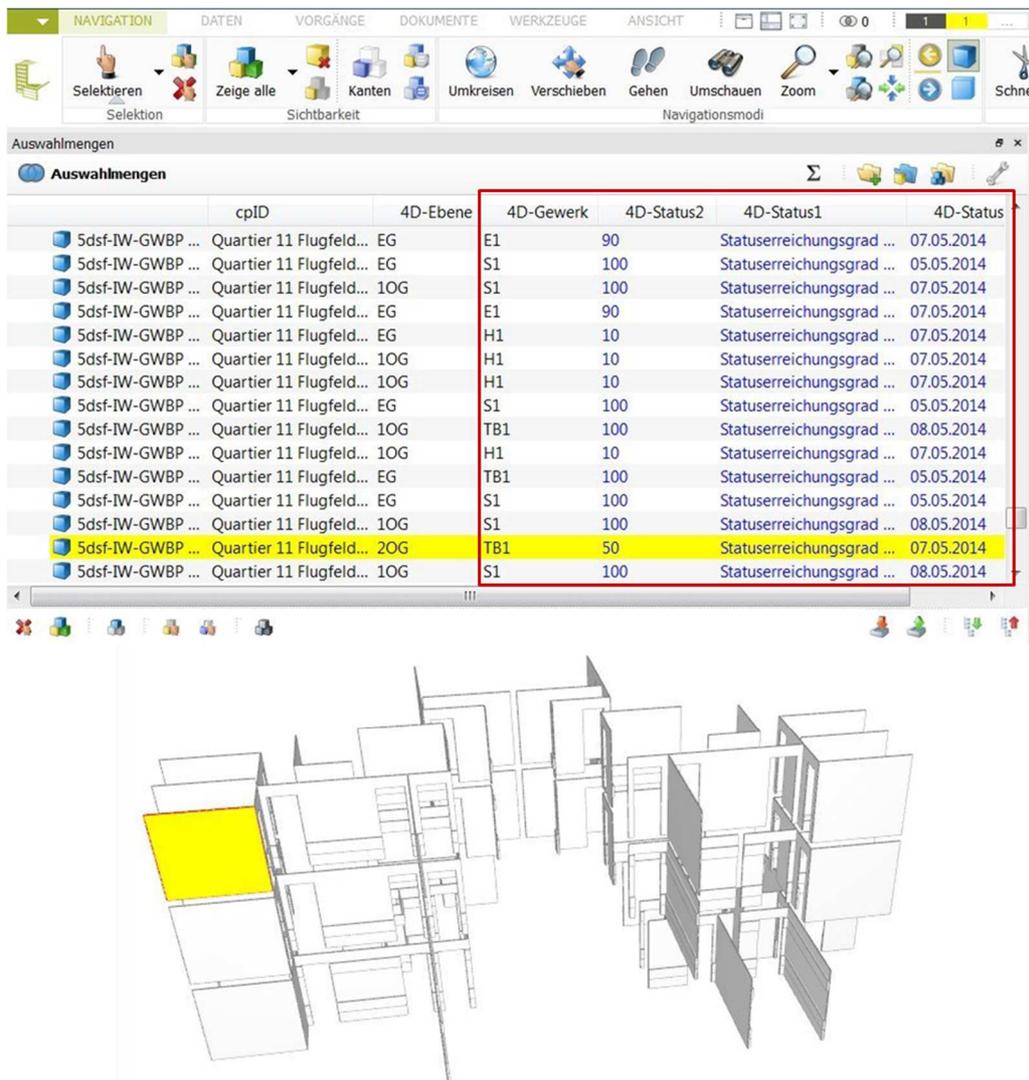


Abbildung 89: Visualisierung der Erreichungsgrade [Quelle: Ed. Züblin AG]

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die 5D-Planung die Backgroundsysteme des RFID-Systems bildet und somit eine Integration in den 5D-Planungs- und Bauprozess realisiert wurde. Jedoch wurden die einzelnen Im- und Export-Prozesse händisch durchgeführt. Ein automatisierter Lösungsansatz ist wünschenswert.

4.4.3.1.3.2 BIM-IST-Visualisierung und Auswertung in iTWO

Über die Zuordnung der erfassten Dateninhalte durch die cpID und den 4D-Code-BIM zu den Elementen im Modell konnten diese mittels Visualisierungsregeln mit unterschiedlichen Farben – je nach Erreichungsgrad – in iTWO dargestellt werden. Anhand des gewählten Aufbaus der Wände konnten für jedes Gewerk je Datum ein Erreichungsgrad im Modell aufgenommen werden. Jedoch wurden diese Erreichungsgrade von aktuelleren Informationen überschrieben, da bislang nur eine 1:1-Zuordnung möglich ist. Somit muss die Visualisierung für jeden Stand separat gespeichert werden. Im Hinblick auf eine automatisierte Synchronisation besteht hier Handlungsbedarf.

Wie in Ziff. 4.4.3.1.2 (Granularität der Umsetzung) erklärt, konnte für die raumweise Erfassung keine Visualisierung erstellt werden. Für die ebenen-, wohnungs- und elementweise Erfassung hingegen konnten Visualisierungen, wie in den folgenden Abbildungen zu sehen, realisiert werden.

Die Datei „Import desite MD_Wände 6OG“ ist eine aufbereitete csv-Datei für den Import in desite, um die Granularität der Wände zu visualisieren.

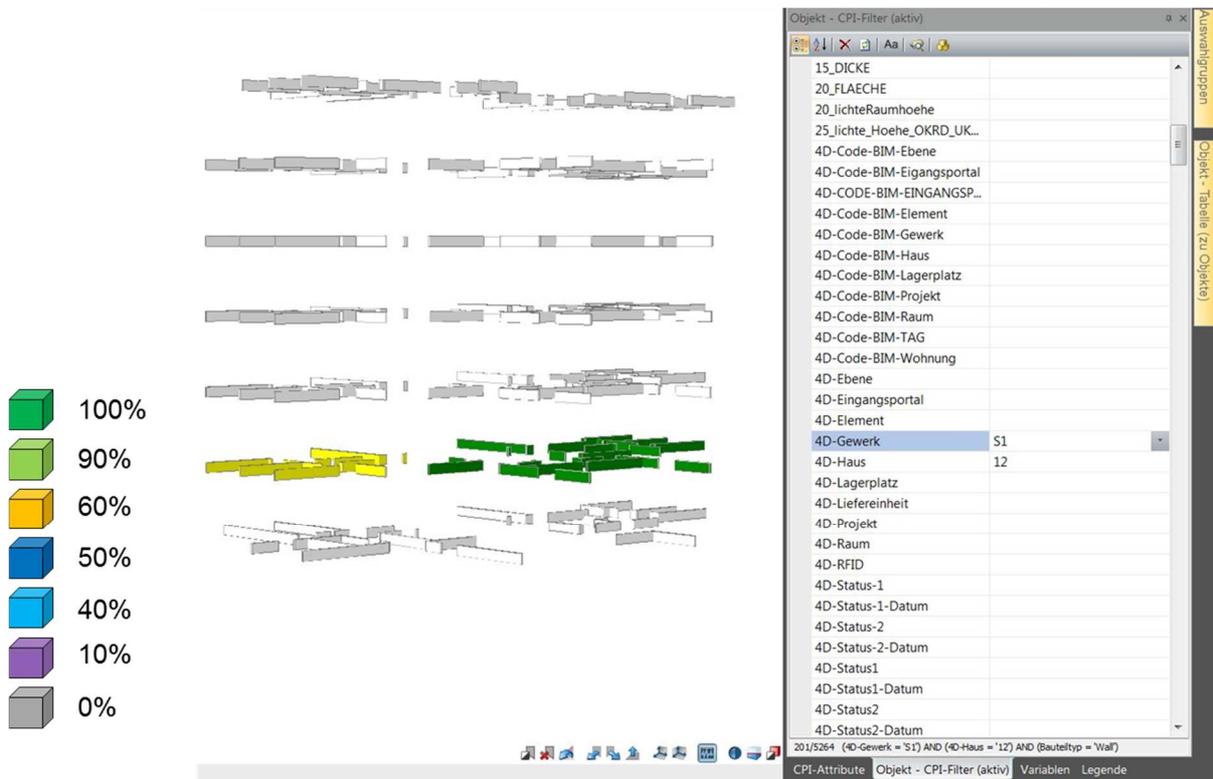


Abbildung 90: Visualisierung der Granularität der Wände – Sanitär1 [Quelle: Ed. Züblin AG]

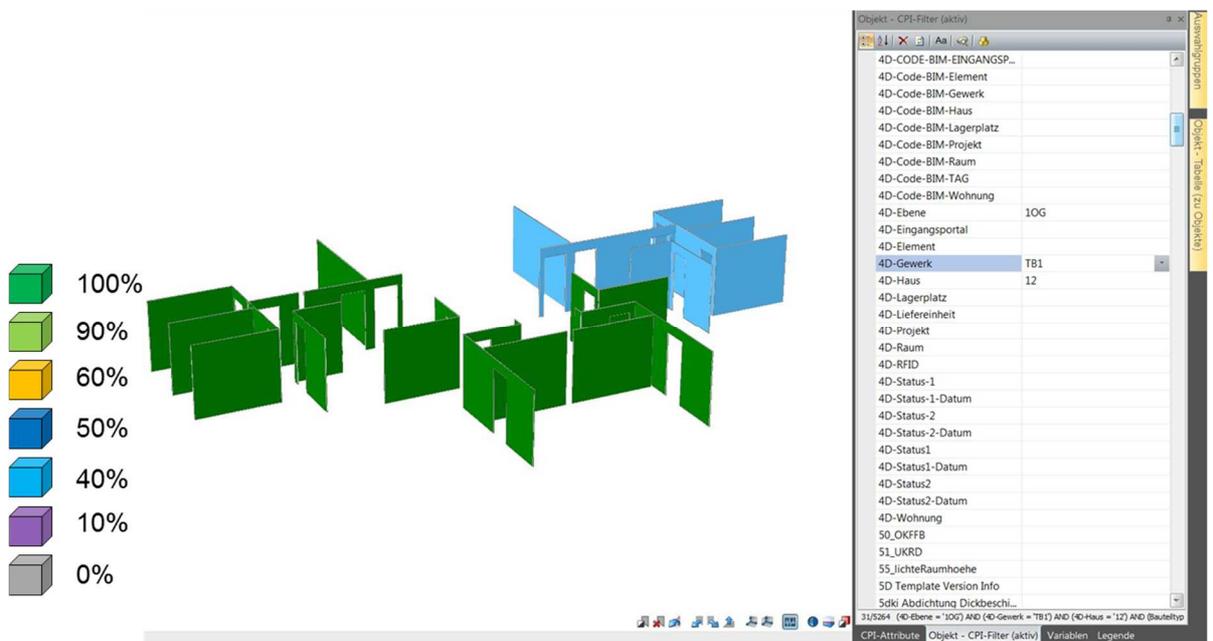


Abbildung 91: Visualisierung der Granularität der Wände – Trockenbau1 – 1. OG [Quelle: Ed. Züblin AG]

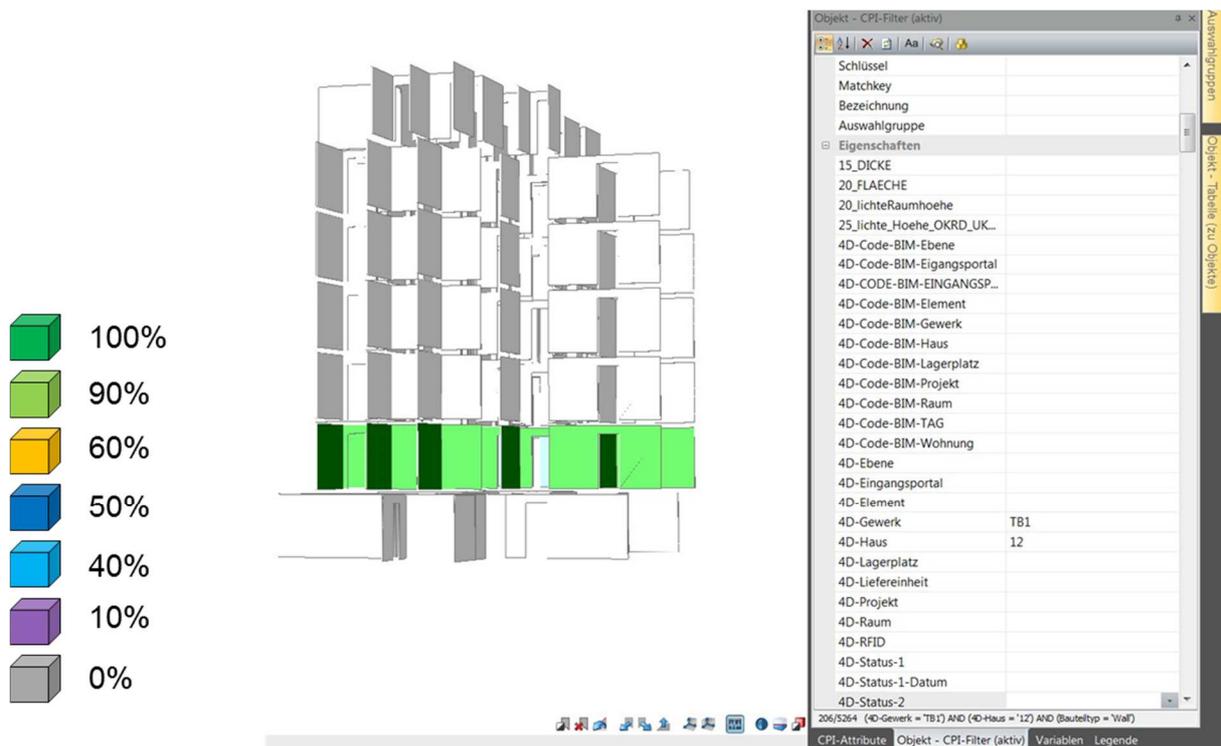


Abbildung 92: Visualisierung der Granularität der Wände – Trockenbau1 [Quelle: Ed. Züblin AG]

4.4.3.1.3.3 Terminplan SOLL/IST-Gegenüberstellung

Aus den erfassten Daten lässt sich ein IST-Terminplan generieren, da Anfang und Ende eines Prozesses bekannt sind. Um eine automatisierte Erstellung eines solchen IST-Terminplans zu ermöglichen, werden bereits Softwareanforderungen seitens der Ed. Züblin AG mit der ce-point aec technologies GmbH diskutiert. Für einen Soll-Ist-Vergleich sollten die gleichen Bezeichnungen der Prozesse verwendet werden. Dies wird bei Anwendung der LC-Methoden durch die Taktplanung vorgegeben.

Ggf. kann somit das Problem der 1:1 Zuordnung gelöst werden. Da die erfassten Daten im IST-Terminplan gespeichert werden, gehen diese bei einer Überschreibung des aktuellen Standes im Modell nicht verloren. Darüber hinaus könnte so im Nachhinein eine Ablaufvisualisierung des IST-Verlaufs visualisiert werden.

4.4.3.1.4 Handhabung Handlesegerät und Middleware

Die Projektbeteiligten der Ed. Züblin AG halten zur RFID-Hard- und Middleware, die für das Demonstrationsvorhaben zur Verfügung stand bzw. programmiert wurde, fest:

- Display:

Das Lesegerät verfügt über ein kleines Display und lässt somit eine gute Übersicht vermissen. Bezeichnungen können beispielsweise nicht komplett angezeigt werden. Außerdem werden die Tag-IDs mit den Bezeichnungen angezeigt. Die Information über die Tag-ID wird jedoch vom Nutzer nicht benötigt und sollte somit auch nicht angezeigt werden. Damit entsteht auch mehr Platz für die Bezeichnungen.

Über den Touchscreen und die gewählten Buttons kann man die Anwendung intuitiv steuern. Um diese zu beenden, muss jedoch eine bestimmte Tastenkombination gedrückt werden. Hier würde ein „Beenden“-Button die Handhabung erleichtern.

- Funktionen:

Bei der Statusvergabe werden alle Möglichkeiten (Status1 und 2) angezeigt. Hier sollten nach der Auswahl des Status1 nur die für diesen Status sinnvollen Status2-Bezeichnungen erscheinen.

- Middleware:

Um in einer Ebene verschiedenen Gewerken einen Status zu vergeben, muss für jedes Gewerk der Ebenen-Tag erneut gescannt werden - erfolgt die Benutzung des Lesegerätes durch den NU, ist dies nicht weiter störend. Bei Benutzung durch die BL ist dies aber sehr zeitintensiv.

Bei der Statusvergabe erhält man keine Information über den aktuellen Status. Hierzu müsste das Lesegerät direkt auf die Datenbank der Backgroundsysteme zugreifen können. Außerdem sollte eine Fehlermeldung auftreten, wenn man den Status in seinem Fortschritt zurückstuft. Ein zusätzliches Feld für Bemerkungen/Kommentare ist ebenfalls wünschenswert. Bei einer Pulkerfassung im Programmzweig Zuordnung können die nicht gewünschten Tags nur über die „Delete“-Taste des Lesegeräts gelöscht werden (nicht intuitiv). Button für „Löschen“ integrieren.

Der Transfer der Datenbank hat leider nicht zuverlässig funktioniert, der Transfer über WLAN überhaupt nicht.

4.4.3.1.5 RFID = Instrument der Prozessoptimierung?

Eine prozessorientierte Planung ist Basis für eine Steuerung und Kontrolle von Prozessen. Existiert eine solche Planung, sind innovative Technologien wie die RFID-Technologie Instrumente für eine ganzheitliche Optimierung der Logistik sowie der Einbauprozesse.

Gerade das Zusammenspiel von LEAN, RFID, Datenmanagement und BIM bildet einen zu erwartenden Mehrwert für die Abwicklung eines Projektes.

4.4.3.1.6 Fazit und Ausblick aus Sicht der Ed. Züblin AG

RFID kann im Bauwesen einen entscheidenden Mehrwert bieten. Es gilt, die Technologie von Beginn des Ausführungsprozesses an zu berücksichtigen und eine Durchgängigkeit von der Planung bis hin zum Einbau umzusetzen und eine qualitätsvolle Datengrundlage zu schaffen, welche auf Listen oder modellbasierten Datenbanken aufbaut.

RFID ist eine etablierte Technik, die in den unterschiedlichsten Industriezweigen zum Einsatz kommt und nun auch schrittweise im Bauwesen Einzug hält. Der Markt bietet hier unterschiedlichste Chip-Typen und Lesegeräte, welche als eigenständige Geräte existieren, ebenso Erweiterungsmodule für Tablets und Smartphones.

Dies ermöglicht zukünftig breitere Anwendungsmöglichkeiten, da auf unterschiedlichste Apps und auf standardisierte Endgeräte zurückgegriffen werden kann.

Die Bedeutung von digitalen Gebäudemodellen (BIM/5D) wird in Zukunft eine zunehmende Rolle in der Bauplanung und Koordination spielen. Die Informationsdaten, welche alle Bauteile

und Objekte über Attribute und durch Verlinkung zu weiteren Fachmodellen beschreiben, ermöglichen den Einsatz für diverse Anwendungen, so dass Gewerke aller Art damit abgebildet werden können, welche eine Integration der RFID-Technologie auf unterschiedlichsten Level erlaubt.

Um den vollständigen Logistikprozess von der Fertigung, Händler, Subunternehmer bis hin zur Lagerung und dem Einbau abbilden zu können, gilt es bereits die Hersteller und Produzenten von Material und vorgefertigten Bauteilen in den Prozess einzubinden und diese für die Nutzung der RFID-Technologie für den gesamtheitlichen Prozess zu gewinnen, um dadurch für alle Beteiligten einen Mehrwert zu gewinnen. Hier gilt es, die gesamte Wertschöpfungskette eines Gewerkes abzubilden und die RFID-Technologie in den Prozess zu integrieren.

Neben den in dem Forschungsvorhaben pilotierten Szenarien im Trockenbau, eignet sich die RFID-Technologie unter anderem auch für den Produktions-, Logistik- und Einbauprozess von Lärmschutzwänden und der benötigten Bauteile, wodurch ein transparenter SOLL- und IST-Prozess strukturiert abgebildet werden kann.

Weitere Anwendungsfelder sind die Koordination sämtlicher vorgefertigter Bauteile (Beton, Holz, Stahl) in ihrem Lebenszyklus und auch der Einbau der RFID-Chips vor Ort, wie z. B. in Betonbauteilen, auf welchen Informationen zu den Bauteilen aber auch Informationen aus dem Materiallieferschein in den Chip vor Ort beim Einbau übertragen werden. Ebenso ist dies auch im Straßenbau möglich, wo bereits in der Herstellung des Asphaltmischgutes RFID-Chips im Produktionsprozess zugegeben werden, welche somit in der Straße verbaut und nachträglich ausgelesen werden können.

4.4.3.2 Auswertung und Fazit aus Sicht der forschenden Stellen

Aus Sicht der forschenden Stelle hat die Baustellendemonstration gezeigt, dass die RFID-Technik ein geeignetes Instrument sein kann, um die Datenerfassung zur Prozessverbesserung zu ermöglichen. Gleichzeitig wurden in der Baustellendemonstration jedoch auch die Hürden bei der Umsetzung deutlich.

Die Herausforderungen bestehen darin,

- bestehende IT-Infrastrukturen verschiedener Unternehmen miteinander zu vernetzen und geeignete Datenaustausch- bzw. -übermittlungsformen zu vereinbaren. Denn erst nach Festlegung von Datenbedarf und Wegen der Datenbereitstellung – und zwar multidirektional von und zu den RFID-Systemen – können effizient und effektiv arbeitende RFID-Applikationen programmiert für anforderungsgerecht ausgewählte RFID-Hardware ausgewählt werden. Als Ansatzpunkt hat sich gezeigt, dass das Konzept der Verknüpfung beliebiger Fachdatenstrukturen über Linkmodelle zu Multimodellen einen vielversprechenden Ansatz darstellt.
- die Vertragsstrukturen zwischen den beteiligten Akteuren hinsichtlich der Datenbereitstellung und der Nutzungsverpflichtung von Erfassungstechnologien zu erweitern, z. B. um den Subunternehmern Hardware des GU bereit zu stellen und diesen zu verpflichten, Daten für die Baustellensteuerung auf diesem Wege zurück zu melden.
- die RFID-Applikationen so einfach und intuitiv zu gestalten, so dass sprachliche Barrieren keine Hürde mehr darstellen.
- Die RFID-Applikationen in der Anwendung so einfach zu gestalten, dass keine ablehnende Haltung bei den bedienenden Personen entsteht bzw. diese überwunden wird,

indem auch diese von den Vorteilen profitieren; z. B. durch das Vermeiden sonst nötiger „Zettelschreiberei“ oder durch die Verbesserung ihrer Arbeitssituation infolge von mehr Transparenz.

5 Empfehlungen für ein Standardisierungskonzept

5.1 Ziel der ARGE RFIDimBau im Projekt „BIM-basierte Bauen mit RFID-Technik“

Im Rahmen des Forschungsprojektes war es Aufgabe der ARGE RFIDimBau zu erarbeiten, mithilfe welcher Standards es gelingen kann, Einzelapplikationen mit RFID-Nutzung vor dem Hintergrund einer BIM-basierten Planung und Abwicklung sowie des BIM-basierten Betriebes und Abbruchs von Immobilien durchgehend zu vernetzen. Dazu sollten als Randbedingungen z. B. bestehende Standardisierungsbestrebungen analysiert und mit dem Datenbedarf für bzw. dem Datenexport aus verschiedenen angedachten RFID-Applikationen abgeglichen werden. Zum exemplarischen Abgleich sollten die Applikationen der ARGE RFIDimBau aus den abgeschlossenen Projektphasen genutzt werden. Auf dieser Basis galt es, ein Konzept zu entwickeln, in welchen Bereichen für die Branche eine weitere Standardisierung erforderlich ist. Dabei sollte auch dargestellt werden, ob die ARGE RFIDimBau für Teilbereiche bereits Empfehlungen aussprechen kann, und falls ja, welche.

Durch eine Standardisierung des RFID-Einsatzes verspricht sich die ARGE RFIDimBau einen Zuwachs in der Anwendung. Der Zuwachs in der Anwendung solcher AutoID-Techniken geht nach Einschätzung der ARGE RFIDimBau einher mit einer Effizienz- sowie Qualitätssteigerung in zahlreichen Prozessen des Planens, Bauens und Betriebens. Der Zuwachs, und damit die ihn ermöglichende Standardisierung, sind daher volkswirtschaftlich erstrebenswert.

Vor dem Hintergrund ihrer Erfahrung aus verschiedenen Projekten hat sich die ARGE RFIDimBau dazu entschlossen, neben der RFID-Technik auch andere AutoID-Techniken in das Konzept einzubinden, wie z. B. die Barcode-Technik. Dies u. a. deswegen, da für Teilbereiche kompatible Lösungen möglich sind, in denen sich RFID- und Barcode-Technik entweder ergänzen oder alternativ zueinander eingesetzt werden können.

Vor diesem Hintergrund hat die ARGE RFIDimBau zunächst bestehende Möglichkeiten, Systeme und Standards auf ihre Eignung im Zusammenwirken mit den Ideen zum RFID-Technikeinsatz im Bauwesen untersucht (vgl. Ziff. 5.2.1).

Dabei identifizierte die ARGE RFIDimBau, auch mit Blick auf den Datenbedarf verschiedener möglicher RFID-Applikationen, wie sie z. B. im Rahmen der vorangegangenen Projektphasen als Demonstratoren entwickelt wurden, die folgenden Felder, in denen Standardisierungsbedarf für die Branche besteht:

- AutoID-Technik: Technische Regelungen für die Hardware und die Erfassung
- AutoID-Technik: Nummernstrukturen und Datenbanken
- Kennzeichnungsbedarf: Objekttypen und Kennzeichnungsebenen
- Kennzeichnungslogik: Anknüpfungspunkte zum Thema Artikelkataloge sowie Klassifikation von Artikeln und Leistungen
- Branchensoftware: BIM-Software für Planung und Abwicklung: Neue Funktionalitäten für den AutoID-Einsatz
- Branchensoftware: Verbindung der Softwarewelt der „virtuellen Planung mit BIM“ (Branchensoftware) und der Softwarewelt der „Erfassung physischer Objekte unter Auto-ID-Einsatz“ (branchenübergreifende Software): Datenbanken, Zusammenarbeit,

Projekträume, Schnittstellen von AutoID-Applikationen zu BIM-fähiger Branchensoftware etc., Austauschformate für Daten in AutoID-Applikationen (Im- und Export)

- → Indoor-Navigation
- → Intelli-Bau: Speicherung von Informationen am/im Objekt selbst

Zu diesen Feldern gibt die ARGE RFIDimBau im Rahmen des Schlussberichtes wieder, wie sie hier Stand, Möglichkeiten und mögliche Ziele der Standardisierung einschätzt (vgl. Ziff. 5.2.2). Dies ergibt im Gesamtbild eine Empfehlung für ein Standardisierungskonzept.

Mittels der Darstellung von Beispielapplikationen in Verbindung mit Beispielobjekten wird das erarbeitete Standardisierungskonzept in Details erläutert und evaluiert.

Als Beispielapplikationen werden Applikationen herangezogen, die im Demonstrationsmodul der ARGE RFIDimBau vorhanden sind. Dies sind:

- Planung
 - BIM-basierte Planung bis zur Objektebene
 - Visualisierungen des virtuellen Modells
 - 3D-Druck
- Arbeitsvorbereitung
 - Abruf / Avisierung
- Bauphase / Baustelle
 - Zutritts- und PSA-Kontrolle
 - Zufahrtskontrolle
 - Wareneingangskontrolle
 - Lagerplatzmanagement
 - Einbausteuerung und -dokumentation
 - Abnahme
 - Mängelmanagement
 - Werkzeug- / Geräte- / Maschinenverwaltung
 - Digitales Erweitertes Bautagebuch
- Übergang von der Bau- in die Betriebsphase
 - Digitale Gebäudeakte
- Bestandsphase
 - Wartung in der Bestandsphase
 - Indoor-Navigation
 - Werkzeug- / Geräte- / Maschinenverwaltung

Als Beispielobjekte wurden, um verschiedene Formen der Verknüpfung von virtueller Planungswelt und physischer Welt der per AutoID-Technik erfassten Objekte verdeutlichen zu können, die Bauteile einer Wand gewählt, die mittels unterschiedlicher Verfahren erstellt wird. Konkret sollten zur Evaluierung der Arbeitsergebnisse die folgenden Prüfzenarien herangezogen werden:

1. Stahlbeton-Wand (hoher Just-in-time-Anteil bei Lieferungen)
 - a. als Ortbetonwand (Schüttgut und viele Baubetriebsmittel (Schalung))
 - b. als Halb-FT-Wand (Schüttgut und projektindividuell gefertigtes Stückgut)
 - c. Voll-FT

2. Mauerwerks-Wand (hoher Baustellenlagerungsanteil nach Lieferung)
 - a. Kleinformat Kalksandstein (Lagerformat Palettenware) mit Normalmörtel (Silo)
 - b. Großformat Kalksandstein (Lagerformat Palettenware) mit Dünnbettmörtel (Sackware auf Paletten)
 - c. Planbausteine Kalksandstein (projektindividuelle Fertigung) mit Dünnbettmörtel (Sackware auf Paletten)

Betrachtet werden sollten jeweils alle Einzelkomponenten und Ressourcen, die benötigt werden, bis die Wandoberfläche malerfertig ist. Als Einzelkomponenten wurden festgelegt:

- eine Tür (projektindividuell gefertigtes Stückgut)
- ggf. mit Sturz (Lagerformat Stückgut)
- ggf. mit Sperrbahn (Lagerware Palette)
- ein Anbauteil (Heizung)
- eine Brandschutzklappe (insb. auch für Prozesse Wartung, Rep., Neubeschaffung, Entsorgung)

Neben dem Material sollten die folgenden, ggf. mit AutoID-Technik kennzeichenbaren Ressourcen mitberücksichtigt werden:

- Baubetriebsmittel/Baugeräte
- Akteure/Personen
- PSA

Der Handlungsbedarf aus Sicht der ARGE RFIDimBau schließt den Bericht ab (vgl. Ziff. 5.4).

5.2 Herleitung der Empfehlungen für ein Standardisierungskonzept

5.2.1 Status Quo der Standardisierung

5.2.1.1 *Branchensoftware zur objektorientierte Planung / BIM: Status Quo der Standardisierung / Entwicklung inkl. Anbindungsmöglichkeiten für AutoID-Applikationen⁷*

Schon heute lässt sich die Building Information Modeling Methode (BIM-Methode) insbesondere für die Phasen der Gebäudeplanung mit Standardwerkzeugen umsetzen. Einen Einstieg in die BIM-Methode bietet Eastman, C. M., D. Fisher, et al. (1974) und Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston (2011).⁸ Auf den Lebenszyklus eines Bauwerkes be-

⁷ Teile dieses Kapitels wurden vorveröffentlicht in Bredehorn et al. (2015).

⁸ Eastman, C. M., D. Fisher, et al. (1974): An Outline of the Building Description System. Research Report No. 50. Pittsburgh, PA.: Inst. of Physical Planning. Carnegie-Mellon Univ.

Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston (2011): BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition, ISBN: 978-0-470-54137-1

zogen werden die Realisierung und Bewirtschaftung von Gebäuden durch BIM-basierte Prozesse aktuell trotzdem noch zu wenig ausgeschöpft. Insbesondere in den späteren Phasen der Realisierung und Bewirtschaftung von Gebäuden werden BIM-basierte Prozesse aktuell noch wenig eingesetzt

Das Ergebnis eines idealen BIM-basierten Projektes sind plausibilisierte, akkurate As-Built-Informationen (Revisionsdokumentation). Aufgrund der real existierenden Dokumentationskultur im Bauwesen werden heute jedoch auch in Projekten, in denen partiell mit BIM-Methoden gearbeitet wird, größtenteils Daten von nicht optimaler Qualität geliefert. Möchte der Betreiber diese Qualitätsmängel beseitigen und in sein Betreibermodell auch die geometrische Bauwerksdokumentation und die in der Realisierung entstandenen Informationen vorhalten, bedeutet dies einen erheblichen Aufwand in der Datenzusammenstellung und -aufbereitung. Damit der Bauherr sein Recht auf eine digitale Dokumentation in hoher Qualität künftig einfordern kann, sind neue Konzepte und Strategien erforderlich. Ein Eingriff in die Prozesse der Zusammenarbeit wird erforderlich sein, denn prozessbasierte, zwingende Mechanismen sind unabdingbar, um einen effizienten, nachhaltigen und konsistenten Informationsablauf ohne Medienbrüche zu gewährleisten. CAFM-relevante alphanumerische und geometrische Daten sollten bereits ab Start der Planungsphase erstellt und über die Phase der Ausführung ergänzt werden. Mit dem Ende dieser Phase lässt sich so ein gleitender Übergang in den Betrieb realisieren.

Mobile Endgeräte ermöglichen es bereits, während der Realisierungsphase modellbasierte Informationen auf der Baustelle abzurufen, um Daten zu realen Prozessen und Objekten zu ergänzen bzw. diese Ist-Daten mit den Soll-Daten gemäß Planungsmodell abzugleichen. So können Daten aus einzelnen Phasen und Prozessen miteinander zu einem Gesamtmodell vernetzt werden, das alle für das Gebäudemanagement relevanten Informationen in erforderlicher Exaktheit beinhaltet.

Um Datenmodelle in vorgenannter Qualität zusammen mit den vielen beteiligten Akteuren erstellen zu können, bedarf es diverser Vereinbarungen, sprich Standards, auf unterschiedlichsten Ebenen und für die unterschiedlichsten Bereiche. So müssen Rollen, Prozesse, Daten und Datenaustauschformate, Schnittstellen, Katalogdaten, Klassifizierungssysteme etc. aufeinander abgestimmt werden. Kern des Projektes ist es dabei insbesondere, die Lücke zwischen zwei Datenwelten zu schließen: Auf der einen Seite steht die BIM-Datenwelt mit ihren eindeutig identifizierbaren virtuellen Objekten, die in der Planungs- und Bauvorbereitungsphase erzeugt werden. Auf der anderen Seite steht die Datenwelt rund um die realen, physischen, mit RFID-Tags gekennzeichneten Objekte, die bzw. mit oder aus denen in der Phase der Ausführung ein Bauwerk entsteht. Der Ansatz des Forschungsprojektes war es, möglichst offen zu arbeiten. Für den Lösungsvorschlag sollte von einer Systemvielfalt bestehender Standards

und alternativer Konstellationen der Baubeteiligten ausgegangen werden, die es anzubinden gilt.

Heute beschäftigen sich zur Etablierung von vorhandener BIM-Software verschiedene Organisationen und Gremien mit der Standardisierung von Daten und Prozessen.

buildingSMART

Um das Thema BIM-Software kümmert sich u. a. der Verein buildingSMART (bS), vgl. z. B. <http://www.buildingsmart.de/>.

„Ziel von buildingSMART International ist es, den modellbasierten Ansatz für die Optimierung der Planungs-, Ausführungs-, und Bewirtschaftungsprozesse im Bauwesen im Rahmen der buildingSMART-Initiative (Stichwort: Bauwerksmodell) zu etablieren. buildingSMART steht dabei für den neuen Ansatz, innovative, nachhaltige und kosteneffiziente Gebäude und bauliche Anlagen zu schaffen, indem moderne IT Lösungen mit durchgängiger Datennutzung für integrierte Prozesse genutzt werden. Bauwerksmodell, Abkürzung BIM (Building Information Modelling) steht dabei für die digitale Abbildung aller physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks von der Grundlagenermittlung bis zum Rückbau/Abriss. Die Grundlage für einen allgemeinen Ansatz ist die Verwendung offener Standards, insbesondere der unter ISO16739 registrierte IFC Standard.

Die Organisation buildingSMART wurde im Juni 1995 in den USA gegründet, kurz darauf etablierte sie sich in den deutschsprachigen Ländern, Großbritannien, Frankreich, Skandinavien, in Singapur, Japan, Korea und Australien, inzwischen auch in Spanien, Italien und China. Diese einzelnen Chapter sind unter dem internationalen Dach von buildingSMART International vereint. buildingSMART International ist als eine not-for-profit Organisation in Großbritannien registriert mit den nationalen Chapter als Gesellschafter. Jedes Chapter trägt einen bestimmten Teil des Jahresbudgets. Derzeit repräsentieren die Chapter mehr als 800 Organisationen in über 30 Ländern.“⁹

bS beschäftigt sich u. a. mit den sog. Industry Foundation Classes (IFC), den bS Data Dictionary (bsDD), früher Industry Foundation Dictionary (IFD') genannt, den Information Delivery Manual (IDM) und den sog. Model View Definitions (MVD).

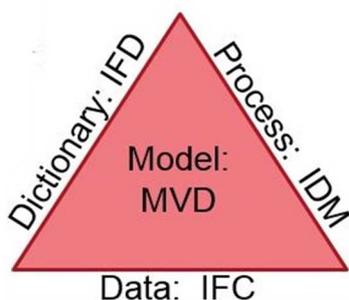


Abbildung 93: buildingSMART Standards¹⁰

⁹ <http://www.buildingsmart.de/buildingsmart>

¹⁰ <http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards-101/>

Die MVD definieren die Teilmengen des IFC-Datenmodells, die notwendig sind, um die spezifischen Datenaustausch-Anforderungen im Bauwesen während eines Bauvorhabens zu unterstützen. Sie stellen eine Anleitung für alle IFC-Ausdrücke (Klassen, Attribute, Beziehungen, Eigenschaftssätze, Mengendefinitionen, etc.) zur Verfügung, die in einen bestimmten Anwendungsbereich verwendet werden und vorhanden sein müssen. Sie beschreiben auch das Pflichtenheft für die Umsetzung der IFC-Schnittstelle in einer bestimmten Software.

IFC ist ein definiertes Datenaustauschformat, das es ermöglicht, Datenmodelle inklusive aller Gebäudestrukturen, -informationen und Bauteileigenschaften verlustfrei zwischen den am Bau beteiligten Disziplinen im Lebenszyklus eines Bauwerkes austauschen zu können. IFC-Modelle stellen das Fundament für den Austausch und das Teilen der Information zwischen verschiedenen Softwareanwendungen zur Verfügung und definieren somit eine gemeinsame Sprache. Das IFC-Datenmodell ist eine neutrale und offene Spezifizierung und ist ein allgemein verwendetes Format für BIM. Die IFC ist seit dem Release IFC4 ein offizieller ISO-Standard (ISO 16739:2013).

Das bSDD gehört zu den Kernkomponenten der bS Technologie. Das bSDD ist eine Referenzierungsdatenbank und unterstützt die Interoperabilität im Bauwesen. Die Datenbank ermöglicht eine flexible und zuverlässige Methode zu Verknüpfung von Begriffen und Ausdrücken, deren Abhängigkeiten und Definitionen (Datentyp, Einheiten, Wertebereiche, ...) über verschiedene Sprachen hinweg und dient als Erweiterung und Namensraum für das IFC Datenmodell.

Die Anforderungen zum Datenaustausch werden allgemein in den IDM-Beschreibungen zusammengefasst. Sie beschreiben grundlegend den Umfang und die Spezifikationen der Informationen, die eine bestimmte Rolle (Anwender) zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. Arbeitsprozess in einem BIM-Projekt zur Verfügung stellen muss.

DIN SPEC 91400¹¹

Zur Etablierung der BIM-basierten Arbeitsweisen wurde die DIN SPEC 01400, Klassifizierte Daten für Planen, Bauen und Betreiben mit BIM, eingeführt. Ziel der Spezifikation ist es, ein bauteilorientiertes Klassifikations- und Beschreibungssystem für BIM und den IFC-Datenaustausch zu schaffen. Auf Grundlage des bausemantischen Ordnungssystems des STL-Bau (Standardleistungsbuch für das Bauwesen -Dynamische Baudaten-) werden Bauteile von Gebäuden und technischen Anlagen durch ihre wesentlichen Merkmale und Ausprägungen klassifiziert. Mit der DIN SPEC 91400 sollen Gebäudedatenmodelle inhaltlich kompatibel zum Beschreibungssystem STL-Bau und kompatibel zur Syntax und Semantik der ISO 16739 (Industry Foundation Classes, IFC) mit Daten gefüllt werden können.

Die Katalogdatei kann anwendungsindividuell bei der Erstellung von Gebäudedatenmodellen genutzt werden. Die bauteilbezogenen Inhalte werden systematisch geordnet, so dass ein Bezug zum bestehenden Normenwerk (z. B. zu den Kostengruppen der DIN 276-1), zu CAFM-Connect, zu Baustoff- und Bauproduktdatenbanken (z. B. Ökobau.dat) sowie zu ausländischen Klassifikationssystemen wie z. B. OmniClass (US) und Uniclass (UK) hergestellt werden kann.

¹¹ <http://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=News.show&id=209>

Durch die Anwendung der DIN SPEC 91400 wird folgender Nutzen insbesondere bei der praktischen Umsetzung von BIM erwartet:

- Gebäudedatenmodelle können mit einheitlichen, redaktionell aufbereiteten Bauteileigenschaften entsprechend der in Deutschland üblichen Fachnomenklatur „inhaltlich gefüllt“ werden.
- Der BIM Datenaustausch nach ISO 16739 (IFC) wird auf inhaltlicher Ebene durch eindeutige Schlüsselnummern für Bauteileigenschaften unterstützt, sodass die maschinelle Verarbeitbarkeit und Verknüpfung der Daten möglich wird. Damit wird semantische Interoperabilität von Gebäudemodellen auf dem Detailgrad von Beschreibungsmerkmalen und Ausprägungen erreicht.
- Durch Verknüpfung mit dem STLB-Bau wird eine durchgängige Nutzung der Daten aus der Planungsphase für die Ausschreibung und Kostenermittlung ermöglicht.
- Daten aus Planung und Ausschreibung werden für den kompletten Lebenszyklus des Gebäudes in den Phasen der Planung, des Bauens, des Betriebens bis zum Rückbau nutzbar.

Die BIM-Klassifikation nach STLB-Bau wurde inzwischen als DIN SPEC 91400 in Form einer IfcXML-Datei sowie als direkt anwendbare, mit Fachinformationen vernetzte Online-API (Programmschnittstelle) kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Mefisto

Das Forschungsprojekt Mefisto war ein Leitprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Forschungsprogramm „IKT 2020 – Softwaresysteme und Wissenstechnologien“. Im Zeitraum von April 2009 bis September 2012 haben zwölf Partner aus Wissenschaft und Industrie in Mefisto neue Lösungen für das IT-gestützte Planen und Bauen erforscht.

Ziel des Mefisto-Projektes war die Entwicklung eines Managementführungssystems für die partnerschaftliche, prozessgesteuerte und risikokontrollierte Abwicklung von Bauprojekten. Mit Hilfe der entwickelten Technologien können digitale Gebäudemodelle (Building Information Models, BIM) mit anderen Leistungs-, Kosten-, Termin- und Risikomodellen zu so genannten Multimodellen verknüpft werden. Im Bauprojekt bieten Multimodelle die Grundlage für die kollaborative Bearbeitung von Planungs- und Controllinginformationen, die transparente Darstellung komplexer Bauaufgaben und die effiziente Erstellung weiterer Analysemodelle, z. B. zur Risikoanalyse und Bauablaufsimulation.

Im Mefisto-Projekt wurden Methoden und Technologien für das Planen und Bauen mit Multimodellen entwickelt und damit die Grundlagen für eine neue Form der partnerschaftlichen Zusammenarbeit im Bauprojekt geschaffen. Ergebnisse des Projektes sind zunächst Datenspezifikationen, Methoden und Softwaresysteme, um Multimodelle mit Planungs- und Controllinginformationen zu erstellen, auszutauschen, zu prüfen, zu visualisieren und in weiterführenden Simulations- und Analysemodellen zu nutzen. Ein beachtlicher Teil dieser Entwicklungen wird

von Projektpartnern bereits heute im operativen Geschäft getestet und nach Projektende auch im Rahmen kommerzieller Softwareprodukte angeboten.¹²

Im Projekt hat sich die Bedeutung digitaler Gebäudemodelle (Building Information Models, BIM) und integrierter Prozessmodelle für das computergestützte Planen und Bauen erneut bestätigt. Darüber hinaus wurden in der Projektzusammenarbeit weitere Schlüsseltechnologien identifiziert und entwickelt, für:

- die flexible Kombination von Fachmodellen, um Projektinformationen flexibler integrieren, prüfen und weiterverwenden zu können,
- die hierarchische Modellierung, um aussagekräftige Fachmodelle bei geringer Komplexität und minimiertem Modellierungsaufwand zu erhalten,
- den Aufbau von Simulations- und Analysemodellen, um die Konsequenzen von Planungen und Ausführungen schneller und umfassender voraussehen zu können, und
- die Definition von Modellinhalten und -qualitäten, um die Fachmodelle gezielter erstellen und effektiver prüfen zu können.

Neben den Softwarelösungen sind wertvolle Ergebnisse des Projektes die gemeinsam entwickelten Vorstellungen darüber, wie computergestütztes Planen und Bauen in der Praxis ganz konkret aussehen kann. Geschäftsprozesse und Kooperationsverfahren dokumentieren das gemeinsame Verständnis über die Arbeitsaufgaben und Begrifflichkeiten sowie über die sich daraus ergebenden Anforderungen an die einzelnen Fachmodelle und Softwarewerkzeuge in der Objektplanung, im Bauprojektmanagement, in der Arbeitsvorbereitung, in der Prozesssimulation sowie im Risikomanagement.¹³

Für die Erprobung und Präsentation der Projektentwicklungen wurden schließlich Demonstrationsszenarien auf der Grundlage von zwei realen Bauprojekten, einem Hochhaus und einem Flughafenterminal, erarbeitet.

Im Projekt Mefisto wurde der Ansatz verfolgt, Daten aus verschiedenen Fachmodellen über eigene Linkmodelle zu Gesamtmodellen, die in Modellcontainern gespeichert werden können, zu vernetzen. Auf diesen offenen Ansatz greift auch die ARGE RFIDimBau zur Anbindung RFID-bezogener Daten in den folgenden Kapiteln zurück.

Neben den zahlreichen Publikationen der einzelnen Projektpartner (vgl. die Nennungen unter <http://www.mefisto-bau.de>) wurden Ergebnisse inzwischen in zwei Fachbüchern veröffentlicht.¹⁴

5.2.1.2 Kennzeichnung und Belegpflichten im Bau: Status Quo der Standardisierung

Beschäftigt man sich mit AutoID-Techniken, so beschäftigt man sich mit der Frage, wie Objekte effizient automatisiert erkannt bzw. erfasst werden können. I.d.R. werden AutoID-Systeme eingesetzt, um Erfassungen zu automatisieren, die vor einem Auto-ID-Einsatz manuell

¹² <http://www.mefisto-bau.de/overview.html>

¹³ <http://www.mefisto-bau.de/overview.html>

¹⁴ Scherer, Raimar J., Schapke, Sven-Eric (Hrsg.) (2014): Informationssysteme im Bauwesen 1 - Modelle, Methoden und Prozesse, Springer Verlag [Teilergebnisbericht Forschungsvorhaben Mefisto]
Scherer, Raimar J., Schapke, Sven-Eric (Hrsg.) (2014): Informationssysteme im Bauwesen 2 - Anwendungen, Springer Verlag [Teilergebnisbericht Forschungsvorhaben Mefisto]

erfolgten. Das bedeutet, dass durch AutoID-Kennzeichnungen Kennzeichnungen oder Merkmale ersetzt werden, die zuvor manuell die Erkennung und Erfassung von Objekten bereits zugelassen haben.

Zusätzlich wird durch Einsatz von AutoID-Systemen häufig zeitgleich die Differenzierung in der Identifizierbarkeit erhöht, z. B. in dem eine Serialisierung von Produkten erfolgt.

Beschäftigt man sich mit Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technik in der Bau- und Immobilienwirtschaft, so macht eine fundierte Auseinandersetzung mit bereits vorher vorhandenen Kennzeichnungen, Kennzeichnungspflichten und Belegwesen in den Prozessen der Bau- und Immobilienwirtschaft Sinn. Auf diese soll im Rahmen dieses Kapitels kurz eingegangen werden. Zuvor wird jedoch auf Meins-Becker (2011) und Helmus et al. (2009) verwiesen.

Zur Vereinfachung werden in diesem Kapitel als Objekte nur die Materialien betrachtet, also Personen, Maschinen, Geräte, Baubetriebsmittel, Standorte, Dokumente und weitere Ressourcen explizit ausgeschlossen. Nachfolgend werden hierfür für Materialien einige Begriffe beschrieben, die mit dem Thema Kennzeichnung und Belegpflichten einhergehen:

Bauregellisten des DIBt, EU-Bauproduktenverordnung, Ü-Zeichen, CE-Kennzeichen und bauaufsichtliche Zulassungen

Bauprodukte sind Baustoffe, Bauteile und aus Baustoffen und Bauteilen vorgefertigte Anlagen. Die Verwendbarkeit von Bauprodukten in Deutschland wird in den Landesbauordnungen geregelt; Verwendbarkeitsnachweis kann durch Einhaltung deutscher Baubestimmungen (in den DIN-Normen geregelt), eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (ABZ) bzw. eine Europäische Technische Bewertung (ETA) oder eine Zustimmung der Bauaufsichtsbehörde im Einzelfall (ZiE) erfolgen. Ist eine Verwendbarkeit gegeben, muss diese durch das Ü-Zeichen dokumentiert werden. Über die Musterbauordnung (MBO) wurde der Bezug von Landesbauordnungen (LBO) zu der Bauregelliste (A, B und C) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) hergestellt. Infolge der europäischen Harmonisierung und die Auswirkungen der europäischen Bauprodukterichtlinie befindet sich das System zur Kennzeichnung bzgl. der Verwendbarkeitsnachweise derzeit im Umbruch.

Bisher war es so: Das DIBt veröffentlicht in regelmäßigen Abständen die Bauregellisten mit ihren Teilen A, B und C. In diesem Regelwerk ist aufgeführt, aus welchen Bauprodukten Bauwerke erstellt werden dürfen. Stimmt ein Produkt mit den Regelungen überein, so kann ein bauaufsichtliches Ü-Zeichen (Bauregelliste A) bzw. CE-Kennzeichen nach europäischer Bauproduktenverordnung (Bauregelliste B) auf dem Produkt angebracht werden. Diese Zeichen stellen über eine Nummer den Bezug zum Regelwerk her. Bauprodukte nach Regelliste B Teil 2 bedürfen gem. Regelliste z. B. gleichzeitig eines CE- und eines Ü-Kennzeichens; diese Forderung wurde allerdings vom EuGH Ende 2014 als unzulässig erklärt. Produkte, die weder CE- noch Ü-Kennzeichen tragen müssen, finden sich in der Bauregelliste C.

Wird ein Produkt verbaut, so ist über die Kennzeichnung und/oder Begleitpapiere eine Zuordnung zu den technischen Regelwerken erforderlich – ansonsten ist eine Verwendung nicht möglich.

Entsprechend finden sich in Abhängigkeit des Produktes entsprechende Kennzeichnungen in unterschiedlicher Detailtiefe auf verschiedenen Ebenen der Kennzeichnung, z. B. auf dem Produkt selbst, auf der Verpackung, auf einer Verpackungseinheit, auf den Warenbegleitpapieren (Beipackzettel, Lieferschein oder Anlage zum Lieferschein) etc.

Ein CE- und ein Ü-Kennzeichen enthält exemplarisch die folgende Abbildung.

GS1: Von EAN bis EPC (standardisierte Nummernkreise zur Produktnummerierung)

Für das Handling und den Warenverkehr von Produkten wurden für eine Vielzahl von Produkten standardisierte Artikelnummern eingeführt. Am verbreitetsten ist die EAN, die über die Organisation GS1 geregelt wird. Diese beinhaltet eine eindeutige Artikelnummer für Produkte. Hierauf aufgebaute Nummernsysteme erlauben es darüber hinaus, auch eine Seriennummer je Artikelnummer zu ergänzen, so dass jedes Produkt eindeutig über eine auf dem Produkt aufgebrachte Nummer identifizierbar wird.

Folgende Abbildung zeigt exemplarisch eine EAN-Nummer auf einer Verpackung, die zudem mit Ü- und CE-Kennzeichen versehen ist. Die EAN-Nummer ist, wie allgemein üblich, ebenfalls als 2D-Barcode (Strichcode) aufgebracht.



Abbildung 94: EAN, CE- und Ü-Kennzeichen sowie Klarschrift- und Bildinformationen für den Kunden sowie für interne Zwecke (Aufdruck Oberseite) auf einer Verpackungseinheit¹⁵

Herstellerartikel- und -seriennummern (nicht standardisierte Nummernkreise zur Produktnummerierung)

Neben standardisierten Artikelnummern für die Vertriebsprozesse finden sich im Baubereich häufig auch herstellereigene Artikel- und Seriennummern für weitere Prozesse, z. B. die Ersatzteilversorgung oder Bau bzw. Montage. Hierzu zählen auch die im Bauwesen verbreiteten Positionsnummern, die als Artikel- oder Seriennummern bezogen auf ein Bauprojekt verstanden werden können. Diese sind in ihrer Struktur allein durch den Aussteller deutbar, wenn dieser nicht entsprechende Informationen zur Nummernstruktur zur Verfügung stellt. Folgende Abbildung zeigt als Beispiel eine Dachflächenfensterkennzeichnung mit einer Seriennummer, die zusammen mit weiteren Informationen auf einem „Typenschild“ angebracht ist. In diesem

¹⁵ <http://www.twenga.nl/spax-schroeven.html>, 13.09.2015

Beispiel sind dort zudem eine CE-Nummer sowie ein 3D-Barcode (QR-Code) aufgebracht, der als Link zu weiteren Informationen des Herstellers führt, die er online bereitstellt.

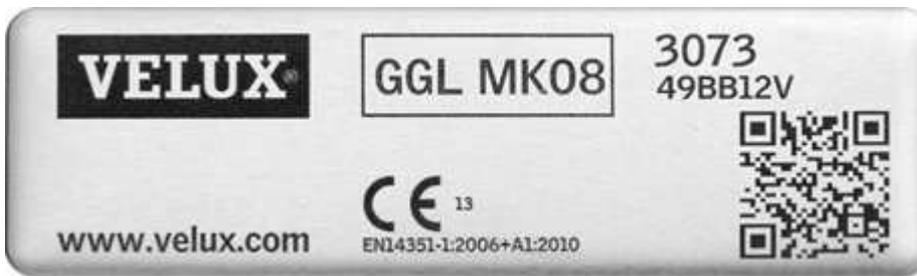


Abbildung 95: Typenschild mit herstellereigenen Artikelnummer, Seriennummer, CE-Kennzeichnung und QR-Code sowie Klartextinformationen¹⁶

RAL-Zeichen als Beispiel für eine Gütekennzeichnung

Als weiteres Kennzeichnungselement findet sich auf einigen Bauprodukten eine Gütekennzeichnung. Als Beispiel sei hier eine Kennzeichnung mit einem RAL-Gütezeichen genannt. Solche Kennzeichen existieren für eine Vielzahl an Bereichen; eine Übersicht über RAL-Gütezeichen findet sich unter

<http://www.ral-guetezeichen.de/fileadmin/lib/pdf/guete/guetezeichen-uebersicht.pdf>.

5.2.1.3 Klassifizierungssysteme und Artikelkataloge inkl. branchenspezifischer Nummernsysteme: Status Quo der Standardisierung

„Produktdaten, wie Preisdaten, technische Daten, Bestell- und Lieferantennummern, existieren in großen Mengen und werden immer wieder neu verarbeitet, bearbeitet und ausgetauscht. Voraussetzung für den elektronischen Datenaustausch ist ein einheitliches Datenaustauschformat (siehe Kapitel 2). Produktdaten müssen für eine effiziente Nutzung strukturiert abgebildet werden. Dafür werden sie in Produktfamilien/Produktklassen eingeteilt. In der Praxis sind im Idealfall Produkt- und Katalogdaten innerhalb eines Unternehmens gut strukturiert und maschinell bearbeitbar, wodurch sie einfach zu finden sind. Werden die Daten aber mit einem Unternehmen ausgetauscht, welches nicht die gleiche EDV benutzt, kommt es zu erheblichen Problemen in Bezug auf die Datenstruktur und die Datenformate. Sind die Datenformate durch die Nutzung eines Standardaustauschformates kompatibel, bleibt, wenn bisher jedes Unternehmen Produktfamilien für sich selbst formuliert hat, diese aber nicht mit den Festlegungen anderer Unternehmen abgestimmt wurden, das Problem der Datenstruktur. Verstärkt wird die Problematik durch immer breitere Angebotspaletten, globaleres Wirtschaften, verkürzte Produktlebenszyklen, die rasende technische Entwicklung, immer neue Produkte und die immer

¹⁶ <http://www.velux.de/produkte/integra-system-elektroprodukte-fuer-automatisierung/nachruestsets>, 13.09.2015

größer werdende Bedeutung von eCommerce. Dem kann mit der Schaffung eines weltweiten einheitlichen Klassifikationssystems begegnet werden.¹⁷ Wie bereits erwähnt, dienen Identifikationssysteme und Datenaustauschformate dem Austausch von Informationen, die Klassifizierungssysteme hingegen dienen dem Finden und Verwalten dieser Informationen, sei es in Produktkatalogen, im Firmenlager oder in Inventarlisten.¹⁸

Situation in der Baubranche

„Es gibt etwa 6.000 Hersteller, 1.500 Händler von insgesamt 6 Millionen Bauprodukten.¹⁹ Um bei dieser Vielzahl von Produkten und Produkthanbietern den Überblick behalten zu können, bedarf es eines Ordnungssystems- bzw. Klassifikationssystems. Grundsätzlich kann in der Baubranche zwischen der Klassifizierung von Bauleistungen und der von Bauprodukten unterschieden werden. Eine Bauleistung setzt sich aus den Kostenarten: Löhne, Stoffe, Geräte und Sonstige zusammen. Darauf werden die Zuschläge Baustellengemeinkosten, allgemeine Geschäftskosten sowie Wagnis und Gewinn addiert. Die Summe ergibt den Angebotspreis. Die Bauprodukte sind in Form von Stoff- und Gerätekosten in den Bauleistungen enthalten. Die Hersteller und Händler sind demzufolge auf eine Klassifizierung von Bauprodukten angewiesen, die Bauunternehmen nur dann, wenn sie die Leistung selbst kalkulieren und nicht komplett an Nachunternehmer weiterleiten und sie von diesen kalkulieren lassen. Der Bauherr oder Architekt gliedert in der Ausschreibung nach Bauleistungen, um diese besser vergleichen zu können.

Erhält ein Bauunternehmen einen Auftrag, so hat er zuvor häufig mehr als zehn Angebote kalkuliert. Hierfür werden Artikeldaten benötigt, die derart beschrieben sein müssen, dass die Eignung des Artikels für die auszuführende Leistung eindeutig erkennbar ist. Zusätzlich muss ein repräsentativer kalkulatorischer Preis hinterlegt sein.

In der Angebotskalkulation ist es für den Bauunternehmer von Interesse, dass im Ausschreibungs-LV neutrale, repräsentative Artikelbeschreibungen verwendet werden, damit vor Erteilung des Zuschlages gleichwertige bzw. alternative Angebote recherchiert werden können. Erst mit diesen können die Möglichkeiten des Wettbewerbs beim Kauf effektiv ausgenutzt werden. Geforderte Qualität und technische Eignung der Produkte müssen geprüft werden. Der Aufwand und die Qualität dieser Prüfung sind stark von der Qualität der Anfrage abhängig, die durch eine neutrale Artikelbeschreibung verbessert wird. Während der Beschaffungsphase

¹⁷ http://www.etim.de/Wozu_Klassifizierung.59.0.html (10.05.2007)

¹⁸ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

¹⁹ Schilling, Klaus; Entzian, Klaus; Artikelkatalog Bau - Optimierung bei Kalkulations- und Beschaffungsprozessen; ICM München; Messe Bau 2007: Veranstaltungsreihe Bauwirtschaft 18.01.2007;

können die neutralen Artikelbeschreibungen bei der Material- und Preisanfrage an die Händler eindeutig festgelegt werden, woraufhin diese die nun konkreten Herstellerartikel anbieten.²⁰

Zurzeit herrscht in der Baubranche noch das „stille Post Prinzip“, das heißt, dass Informationen immer nur von einer Stufe zu nächsten hin weitergegeben werden und dass es bei jeder Weitergabe zu einer Interpretation der zuvor erhaltenen Informationen kommt. Das Leistungsverzeichnis, kurz LV genannt, dient als Kommunikationsmittel für den Datenaustausch zwischen Auftraggeber (z. B. Bauherr) und Auftragnehmer (z. B. Bauunternehmer). Nach VOB/A1 § 9 „Beschreibung der Leistung“ Absatz 9 gilt: „Im Leistungsverzeichnis ist die Leistung derart aufzugliedern, dass unter einer Ordnungszahl (Position) nur solche Leistungen aufgenommen werden, die nach ihrer technischen Beschaffenheit und für die Preisbildung als in sich gleichartig anzusehen sind“²¹.

- *Im Ausschreibungs-LV des Bauherrn definiert der Architekt die Materialien und deren Qualität mit den ihm wichtig erscheinenden Merkmalen.*
- *Der Kalkulator im Bauunternehmen interpretiert die Definitionen des Architekten und formuliert aus den ihm vorliegenden Informationen seinerseits eine möglichst neutrale Anfrage an den Baustoffhändler.*
- *Der Verkäufer des Baustoffhändlers interpretiert wiederum die Definitionen der Materialien und deren Qualität. Falls zuvor ein bestimmtes Produkt bei der Beschreibung verwendet wurde, und dieses nicht lieferbar ist, gilt es, ein gleichwertiges Produkt zu finden, was wiederum stark von der Qualität der Anfrage abhängig ist. Die Anfrage geht dann mit dem Vermerk „oder Gleichwertiges“ an den Hersteller weiter.*
- *Der Außendienstmitarbeiter des Herstellers wählt aus dem eigenen Lieferprogramm ein Produkt mit den Eigenschaften aus, die vom Baustoffhändler angefragt wurden. Dabei findet erneut eine Interpretation der Anfrage „oder Gleichwertiges“ statt, auf die sich der Baustoffhändler und die übergeordneten Ebenen verlassen müssen.*

Falls Sub- oder Nachunternehmer beteiligt sind, erweitert sich der Prozess um jeweils eine Stufe.²²

In der VOB/A1 „Beschreibung der Leistung“ § 9 Absatz 1 steht: „Die Leistung ist eindeutig und so erschöpfend zu beschreiben, dass alle Bewerber die Beschreibung im gleichen Sinne ver-

²⁰ http://www.bauclass.org/index.php?mid=bauclass_neutraler_artikelkatalog (03.06.2007)

²¹ Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen; Stand 2002

²² http://www.bauclass.org/pdf/Informationen/lectures/2006_02_23_scharmann_build_it.zip (13.05.2007)

stehen müssen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können.²³ Dies ist, wie aus obigem Schema ersichtlich, oft nicht gegeben, was zum Teil daran liegt, dass Architekt und Bauherr gerne während der Bauausführung bemustern.

Hinzu kommt, dass die Planung bei Baubeginn in der Regel nicht abgeschlossen ist. Der Bauherr gibt oft nur eine Leistungsbeschreibung ohne LV vor und bittet um die Abgabe eines Pauschalangebotes. Das Aufstellen des LVs geht dann auf die Planer und Kalkulatoren im Bauunternehmen über. Ein Grund hierfür ist, dass der Bauherr oder auch der Architekt nicht in allen Fachgebieten über die nötigen Kenntnisse verfügen kann, um alle Positionen erschöpfend zu beschreiben, was zu Ungenauigkeiten führt.^{24,25}

„Es gibt in der Baubranche bereits folgende Regelwerke, die Gliederungsstrukturen aufweisen, welche grundsätzlich für das Aufstellen eines Klassifikationssystems Vorbild sein könnten, bzw. Anhaltspunkte liefern könnten.

- *DIN 276: Gliederung in Kostenarten. Gilt für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben, die bei der Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauvorhaben anfallen. Die Gliederung erfolgt in etwa in der Reihenfolge, in der die Aufgaben zur Errichtung eines Bauwerks anfallen (Projektphasen).*
- *HOAI: Die Kostenermittlung nach HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) wird nach den Kostenarten der DIN 276 durchgeführt und übernimmt daher deren Gliederung.*
- *VOB/C: Gliederung von Bauleistungen. Ein System in der Reihenfolge der Gliederung ist nicht zu erkennen.*
- *STLB-Bau: Gliedert Bauleistungen in 98 Leistungsbereiche, die mit Zahlen von 000 bis 098 durchnummeriert sind. Ein System in der Reihenfolge der Gliederung ist auch hier nicht erkennbar. Die Gliederung ist wesentlich umfangreicher, als die der VOB/C.*
- *Leistungsverzeichnis: Wie aus dem Name hervorgeht, werden hier Leistungen strukturiert abgebildet. Dabei handelt es sich um Leistungen gleicher technischer Beschaffenheit (Gewerke). Zusätzlich wird in Vergabeeinheiten unterteilt.*
- *Bauregelliste: für Bauprodukte und Bauarten, gegliedert in A, B, C*
 - *A Teil I: Nach den Landesbauordnungen geregelte Bauprodukte und Bauarten.*
 - *A Teil II: nicht geregelte Bauprodukte mit Zulassungsprüfung*

²³Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen; Stand 2002

²⁴ Lammert, Andreas; Befragung Bauleiter der Firma: „Wolff & Müller GmbH & Co. KG“; Leverkusen 12.05.2007

²⁵ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

- *A Teil III: nicht geregelte Bauprodukte, bei nicht erheblichen Anforderungen an die Sicherheit der baulichen Anlage, ohne allgemein anerkannte Regeln der Technik.*
- *B I: Bauprodukte nach Bauproduktenrichtlinie der EU*
- *BII: Bauprodukte nach anderen Richtlinien, mit CE Kennung, bei denen ein zusätzlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich ist.*
- *C: nicht geregelte Bauprodukte, ohne technische Baubestimmungen, für die es keine anerkannten Regeln der Technik gibt und die zur Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen von untergeordneter Bedeutung sind.*²⁶
- *Baugerätelisten: enthalten Zahlen zur Berechnung der Reparaturen, Abschreibung und Verzinsung von Baugeräten. Sie sind in 24 Gruppen unterteilt, die wiederum alphabetisch geordnet sind.*²⁷

UNSPSC

*„United Nations Standard Products and Services Code“ UNSPSC ist ein internationales, branchenübergreifendes, hierarchisch geordnetes Klassifizierungssystem. Es ist XML kompatibel und umfasst alle Arten von Produktgruppen und Dienstleistungen.*²⁸ *Das System ist in englischer Sprache verfasst. Übersetzungen der Klassifikationstabellen sind auf der Internetseite <http://www.unspsc.org/> in zehn Sprachen zum Download bereitgestellt. Dabei wurde der wortwörtlichen Übersetzung der Vorrang vor der sinngemäßen Übersetzung gegeben. Gebrauchsanleitungen sind nicht in deutscher Sprache erhältlich.*

Der UNSPSC wurde 1998 von den Vereinten Nationen und dem Beratungsunternehmen Duns & Bradstreet entwickelt und stammt aus dem nordamerikanischen Raum. Seit 2003 wird der UNSPSC von GS1 US verwaltet.^{29,30}

„Die Ziele sind, die Förderung des elektronischen Handels und größere Kostentransparenz innerhalb eines Unternehmens zu schaffen.“³¹ Realisiert werden soll dies durch einen Standard für Kataloglösungen. Angestrebt wird eine weltweite Vereinheitlichung von Artikeldaten, was eine eindeutige Kommunikation im Beschaffungswesen ermöglichen soll.“^{32,33}

²⁶ <http://www.dibt.de/de/70.htm>

²⁷ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

²⁸ http://www.e-pro.de/e-pro.de/artikel/artikel_weiterleiten.cfm?id=441 (24.05.2007)

²⁹ http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/ean/klassifikationen/unspsc/index_ger.html (24.05.2007)

³⁰ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

³¹ http://www.e-pro.de/e-pro.de/artikel/artikel_weiterleiten.cfm?id=441 (24.05.2007)

³² <http://www.ifcc.de/hp/index.shtml?pkunspsc> (24.05.2007)

³³ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

„Das Klassifizierungssystem gliedert sich in 4 Ebenen plus einer optionalen fünften Ebene, die die Klassifikation unternehmensspezifisch ergänzt.

1. Segment (Produktsegment)
2. Family (Produktfamilie)
3. Class (Produktklasse)
4. Commodity (Produktgruppe)
5. Business-Type (Geschäftsfunktion)

Das System beinhaltet über 54 Industriezweige mit mehr als 20.000 Waren und Erzeugnissen. Jeder Hierarchiestufe werden zwei Ziffern zugeordnet, so dass sich am Ende eine achtstellige Zahl bis zur vierten und eine zehnstellige Zahl bis zur fünften Ebene bildet. Diese Zahl wird auch als ID-Number (Identification Number) bezeichnet. Ist ein Objekt noch nicht bis zur vierten Ebene klassifiziert, wird das durch zwei Nullen signalisiert, wodurch auch dieses Objekt mit dem UNSPSC-Code dargestellt werden kann. Hierdurch ist der Code immer mindestens achtstellig. Die Codenummer soll die sprachübergreifende Kommunikation zwischen Unternehmen erleichtern, indem Bestellungen über diese Nummer aufgegeben werden. Der Wert der fünften Ebene ist ein lieferantenspezifischer Code, der den Code des Produkts nicht verändert sondern ergänzt.³⁴

Wird ein Code für ein bestimmtes Produkt gesucht, dann geschieht dies über die Suche „Search the code“ auf der Internetseite von UNSPSC [...] oder man nutzt die Listen im Downloadbereich. Ein Nachteil der Suche ist, dass sie zum einen bisher nur in englischer Sprache zur Verfügung steht und zum anderen keine Synonyme zur Erhöhung der Trefferquote bietet. Die Suche ist nach Produktgruppe (Titel) oder nach ID Code möglich [...].³⁵³⁶

„Eine Besonderheit des Systems ist eine sequentielle (fortlaufende) Nummer (SQUIT), die jedem UNSPSC-Code folgt, so dass ein Code auch, wenn er durch eine Überarbeitung an eine andere Stelle der Gliederungsstruktur versetzt wird, leicht wieder aufgefunden werden kann. Über die SQUIT kann die Historie eines jeden codierten Wirtschaftsgutes bis zum ersten Einstellen in das UNSPSC-System zurückverfolgt werden. Dies bringt besonders dann Vorteile, wenn Käufer und Verkäufer Daten vor der Änderung der Gliederungsstruktur ausgetauscht haben.³⁷“³⁸

³⁴ <http://www.ifcc.de/hp/index.shtml?pkunspsc> (25.05.2007)

³⁵ <http://www.unspsc.org/FAQs.asp> (25.05.2007)

³⁶ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

³⁷ <http://www.ifcc.de/hp/index.shtml?pkunspsc> (25.05.2007)

³⁸ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

GPC

„Die Global Product Classification (globale Produktklassifikation) GPC ist das Klassifikationssystem von GS1. Es weist eine flache Struktur auf und ist zurzeit in englisch, französisch, japanisch und serbisch erhältlich. Da es in der weltweiten Wirtschaftssprache Englisch erhältlich ist, ist auch eine weltweite Nutzbarkeit gegeben.

Seit 2003 steht der GPC den Anwendern als EAN-Standard zur Verfügung.³⁹“⁴⁰

„Ziel von GS1 ist es, die GPC als allgemeine globale Klassifikation durchzusetzen. Zu diesem Zwecke findet eine Harmonisierung mit dem UNSPSC-System auf globaler Ebene statt, um so doppelte Arbeiten zu vermeiden [...].“⁴¹“⁴²

„Die flache Struktur der GPC besteht aus einer Baustein-Ebene (Brick), die durch bis zu sieben Merkmale (Brick Attributes) und dazugehörige Werte (Brick Values) näher beschrieben werden kann.“⁴³ Bei Bedarf kann das System durch eine hierarchische Struktur erweitert werden. Die Erweiterung besteht aus drei Hierarchiestufen, die als Überbau auf das vorhandene System aufgesetzt werden. Der Überbau lehnt sich an die ersten drei Ebenen des UNSPSC an.“⁴⁴

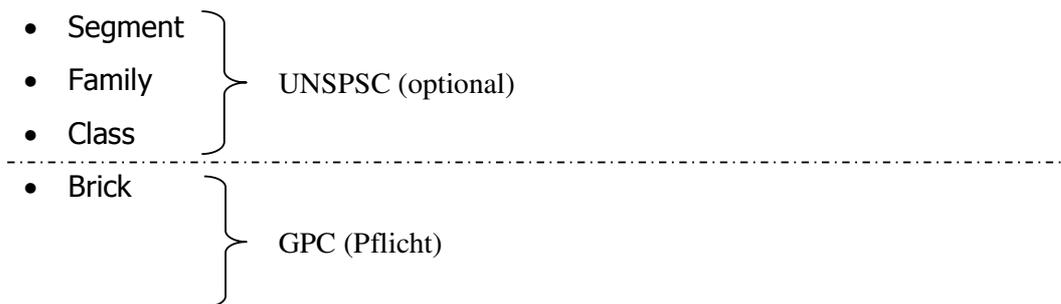


Abbildung 96: Hierarchie UNSPSC mit GPC kombiniert⁴⁵

„Die Brick Ebene ist alphabetisch geordnet. Zusätzlich weist die GPC eine Nummernstruktur auf, welche das Auffinden von Produkten erleichtert. Die einmal zugeteilte Nummer bleibt immer gleich, auch wenn sich die Beschreibung einer Ware ändert. In den Bereichen „Tools Equipment – Power“ (Werkzeuge, Ausrüstung – Strombetrieben) und „Building Products“

³⁹ http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/ean/klassifikationen/gpc/index_ger.html (26.05.2007)

⁴⁰ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁴¹ <http://www.gs1germany.de/internet/content/produkte/ean/aktuelles/klassifikationssystem/indexger.html> (26.05.2007)

⁴² Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁴³ http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/ean/klassifikationen/gpc/index_ger.html?raw=gpc&ZMS_HIGHLIGHT=raw (25.06.2007)

⁴⁴ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁴⁵ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

(Bauprodukte) sind die Segment- und die Family-Ebene für jedes Produkt gleich, was in anderen Branchen nicht der Fall ist. Um einen Bezug zur Baubranche herzustellen, wird als Beispiel ein kabelloser Bohrhammer (Hammer Drill) verwendet [...].

Alle Brick-Nummern bestehen aus jeweils acht Stellen. Die „Brick Number“ beginnt immer mit einer eins (Hammer Drills: 10003659), die „Brick Attribute Number“ mit einer zwei (Power Source: 20000787) und die „Value Number“ mit einer drei (electric cordless: 30011233). Der optionale Bereich wird durch insgesamt acht Stellen mit den Nummern der UNSPSC abgebildet. Die ersten beiden stehen für das „Segment“ (Tools/Equipment- Power: 82000000), die nächsten beiden für die „Family“ (Tools/Equipment-Power: 82010000) und die nächsten beiden für die „Class“ (Power Tools-Hand-held Portable: 82010400). Eine eindeutige Klärung der Bedeutung der letzten beiden Ziffern konnte trotz intensiver Bemühungen nicht erreicht werden. Es gibt einerseits eine Darstellung, in der die beiden letzten Ziffern die Brick-Ebene identifizieren⁴⁶. Auf einem anderen Bild hingegen ist die Brick-Nummer unabhängig von den anderen und beginnt, wie oben bereits erläutert, mit einer Eins⁴⁷, was zu der Frage führt, ob die Brick Ebene in dem Fall, dass sie mit UNSPSC kombiniert wird, zwei Nummern aufweist.“⁴⁸

eCl@ss

„Bei eCl@ss handelt es sich um einen international ausgerichteten, normenorientierten Standard zur Klassifizierung von Produkten, Materialien und Dienstleistungen. Dieser Standard ist branchenübergreifend und in mehreren Sprachen verfügbar.“⁴⁹

„Ziel ist die strukturierte Abbildung von Beschaffungsmärkten in vier Ebenen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, welche die Berücksichtigung der wirtschaftlichen, technischen, sowie der kaufmännischen Anforderungen beinhaltet. Des Weiteren soll der elektronische Datenaustausch über Landes- und Sprachgrenzen hinweg durch die weltweite Verbreitung der

⁴⁶ http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/ean/klassifikationen/gpc/index_ger.html?raw=gpc&ZMS_HIGHLIGHT=raw (25.06.2007)

⁴⁷ <http://helpdesk.gs1.org/c360.portal/Default.aspx?tabid=23a72820577a443aac45d2bbbe95e706&linkId=2bac9bd3dbc3464d86273ab33f0efbf4&Number=FAQ-01441&operation=KBDETAILS&subject=1> (25.06.2007)

⁴⁸ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁴⁹ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

standardisierten eCl@ss-Struktur vereinfacht werden.⁵⁰ Es soll eine gemeinsame Sprache geschaffen werden, die von allen Beteiligten (Mensch und Maschine) verstanden wird.⁵¹“⁵²

„Es findet eine Klassifikation in vier hierarchischen Ebenen statt.

- Sachgebiete [...]
- Hauptgruppen [...]
- Gruppen [...]
- Untergruppen [...]

An die vierte Ebene sind sogenannte Merkmalleisten angefügt, welche das Produkt oder die Dienstleistung einheitlich beschreiben. Die Listen bestehen aus einzelnen Merkmalen, wie Farbe, Gewicht, Durchmesser usw., die für das jeweilige Produkt oder die jeweilige Dienstleistung sinnvoll zusammengestellt werden.⁵³ Die Merkmale wurden dem DIN Merkmalexikon (DIN-sml) angepasst und basieren auf den Normenstrukturen DIN 4002, IEC 61360 und ISO 13584. So wird eine Integration in das DIN Merkmalexikon ermöglicht, wodurch Normenkonformität gegeben ist.⁵⁴ Die DIN 4002 „Merkmale und Geltungsbereiche zum Produktdatenaustausch“ befasst sich beispielsweise mit folgenden Themen:⁵⁵

- Teil 1: Grundlagen (zz. Entwurf)
- Teil 2: Begriffe und konzeptionelles Informationsmodell (zz. Entwurf)
- Teil 3: Inhaltliche und datentechnische Definition der Attribute für Strukturelemente (zz. Entwurf)
- Teil 4: Terminologieregeln für Merkmale, Objekte und Klassen (zz. Vornorm)
- Teil 5: Einheiten für quantitative Merkmale (zz. Vornorm)

⁵⁰ <http://www.eclass.de/ecms/download.html/L3VzZXlvZG9jdW1lbnRzL2dydW5kc2F0emxlaXRsaW5pZV8yMDA2XzEyXzA2LnBkZnwwMDY1fDExNzc5NDQxODg=> (30.05.2007)

⁵¹ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bmF2aWQIM0QzMDMyJT12bGFuZyUzRGRIJT12c2lkJTNEbjQ2MzgzYWJhYzc4YzQlMjZiJTNE.html>; aus dem ServicePack 5.1.3 (Ergänzungen gegenüber Release 5.1 inkl SP 5.1.1 & 5.1.2)

⁵² Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁵³ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzNzE3JT12c2lkJTNEbjQ2MzVjMTQ3YTZlZjEIMjZiJTNE.html?no=intro> (30.04.2007)

⁵⁴ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bmF2aWQIM0QzODM3JT12bGFuZyUzRGRIJT12c2lkJTNEbjQ2MzViYjZkMmVmOWMIMjZiJTNE.html> (30.04.2007)

⁵⁵ Entwurf DIN 4002-3; März 2006; Merkmale und Geltungsbereiche zum Produktdatenaustausch;

Teil 3: Inhaltliche und datentechnische Definition der Attribute für Strukturelemente

- *Teil 6: Inhaltliche und informationstechnische Definition der Struktur von Objektklassen (zz. Vornorm, Zurückziehung geplant)*
- *Teil 7: Regeln für die Bildung der Referenzhierarchie (zz. Vornorm)*
- *Teil 8: Regeln für den Aufbau von Merkmallisten (in Vorbereitung)*
- *Teil 100: Merkmale unter www.DINsml.net*
- *Teil 101: Merkmallisten unter www.DINsml.net. (zz. Entwurf).*

Die DIN 32705 – Klassifikationssysteme, beinhaltet die „Erstellung und Weiterentwicklung von Klassifikationssystemen“.⁵⁶

eCI@ss ist Partner des „Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie“ (BMWi) im Rahmen des Projekts "eCI@ss für den Mittelstand". Hierbei wird besonders auf die Bedürfnisse der „Kleinen und Mittelständischen Unternehmen“ (KMU) eingegangen.⁵⁷ eCI@ss wurde von Beschaffungsfachleuten der Großindustrie erarbeitet und daher auch auf die Bedürfnisse und Mittel der Großindustrie ausgerichtet.⁵⁸ Durch das Projekt soll der Einsatz von Klassifizierungssystemen und „e-Business“ in KMU gefördert werden.⁵⁹ Ein weiteres Förderprojekt des BMWi lautet „Integration von bau:class in eCI@ss“.⁶⁰ [...]

Entwickelt wurde der Standard vom VEBA-Konzern (Vereinigte Elektrizitäts- und Bergwerks AG) für den Datenaustausch im eigenen Konzern und mit weltweiten Geschäftspartnern. Später entschloss sich das Unternehmen dazu, die Datenstruktur auch allen anderen Unternehmen kostenlos zur Verfügung zu stellen.⁶¹ Seit 2000 gibt es den eCI@ss e.V. mit Sitz in Köln. Der eCI@ss e.V. ist eine Non-Profit-Organisation. Durch sie wird dieser Standard über die Ländergrenzen hinweg definiert, verbreitet und weiterentwickelt.⁶² ⁶³

⁵⁶ <http://www.eclass.de/ecms/download.html/L3VzZXlvZG9jdW1lbnRzL2dydW5kc2F0emxlaXRsaW5pZV8yMDA2XzEyXzA2LnBkZnwwMDY1fDEhNzc5NDQxODg=> (08.05.2007)

⁵⁷ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzNzA2JT12c2lkJTNEbjQ2M2VmMWMxNjVkJM-DUIMjZiJTNE.html?no=intro> (10.05.2007)

⁵⁸ http://www.bauclass.org/index.php?mid=bauclass_integration_eclass (10.05.2007)

⁵⁹ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzNzA1JT12c2lkJTNEbjQ2M2VmMWMxNjVkJM-DUIMjZiJTNE.html?no=intro> (07.05.2007)

⁶⁰ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzNzA2JT12c2lkJTNEbjQ2M2VmMWMxNjVkJM-DUIMjZiJTNE.html?no=intro> (07.05.2007)

⁶¹ Palme Klaus; eCI@ss- Klassifikationssystem für E- Commerce im Internet; In: Leistung und Lohn Zeitschrift für arbeitswirtschaft; Juni 2000; Nr. 342-344; Berlin, Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände

⁶² <http://www.eclass.de/ecms/download.html/L3VzZXlvZG9jdW1lbnRzL2dydW5kc2F0emxlaXRsaW5pZV8yMDA2XzEyXzA2LnBkZnwwMDY1fDEhNzc5NDQxODg=> (30.04.2007)

⁶³ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

„Voraussetzung für die Erfüllung der Ziele ist, dass alle am Markt verfügbaren Produkte und Dienstleistungen erfasst werden. Dabei findet eine Einordnung in Warengruppen statt. Hierdurch soll das Suchen/Finden und Verwalten von Produkten sowie der Informationsfluss mit geringstmöglichem Aufwand automatisiert werden. Da es sehr viele Produkte und Dienstleistungen gibt und immer neue dazukommen, wird die Erfassung und Kategorisierung nie abgeschlossen sein. Eine Zuordnung soll eindeutig und sachlogisch sein.

Bisher besteht die Struktur aus:

- 25 Sachgebieten
- 514 Hauptgruppen
- 4.658 Gruppen
- 25.083 Untergruppen.

Hinzu kommen 51.638 Schlagwörter, die die Suche vereinfachen sollen. Momentan gibt es für etwa fünfzig Prozent der 25.083 Untergruppen Standardmerkmalleisten (SML); die übrigen Untergruppen besitzen zurzeit eine sogenannte Basismerkmalleiste (BML).⁶⁴ Die Standardmerkmalleisten sind Merkmalleisten, die für jede Klasse individuell entwickelt wurden. Die Basismerkmalleiste wird bei allen anderen verwendet und beinhaltet die folgenden fünf Merkmale:⁶⁵

- EAN-Code
- Hersteller-Name
- Artikelnummer
- Produkt-Name
- Produkt-Typenbezeichnung

Mit dem aktuellen „Release 5.1 inkl. der ServicePacks 5.1.1 bis 5.1.3“ hat sich die Anzahl der Klassen in eCl@ss auf 30.280 erhöht.⁶⁶

Es reicht nicht aus, dass nur eCl@ss diese Zuordnung vornimmt, möglichst alle Dienstleister, Hersteller, Lieferanten und Händler müssen ihre Produkte in diese Waren- und Dienstleistungsgruppen einordnen und eCl@ss für den Warenaustausch benutzen. Hierfür stellt eCl@ss

⁶⁴ <http://www.eclass.de/index.html/JTI2bGFuZyUzRGRIJTI2bmF2aWQIM0QzODQxJTI2c2lkJTNEbjQ2MzlhMzQ0NjVhMjAIMjZiJTNE.html?no=> (03.05.2007)

⁶⁵ [Readme_de .txt](http://www.eclass.de/index.html/JTI2bGFuZyUzRGRIJTI2bGFuZyUzRGRIJTI2c2lkJTNEbjQ2MzlhMzQ0NjVhMjAIMjZiJTNE.html) aus dem Downloadbereich von eCl@ss (02.05.2007); <http://www.eclass.de/index.html/JTI2bGFuZyUzRGRIJTI2bGFuZyUzRGRIJTI2c2lkJTNEbjQ2MzlhMzQ0NjVhMjAIMjZiJTNE.html> ; aus dem ServicePack 5.1.3 (Ergänzungen gegenüber Release 5.1 inkl SP 5.1.1 & 5.1.2)

⁶⁶ <http://www.eclass.de/index.html/JTI2bGFuZyUzRGRIJTI2bmF2aWQIM0QzODQxJTI2c2lkJTNEbjQ2MzlhMzQ0NjVhMjAIMjZiJTNE.html?no=> (03.05.2007)

im Downloadbereich kostenlos Tabellen zur Verfügung, mit deren Hilfe die eigenen Waren und Dienstleistungen eingeordnet werden können.“⁶⁷

	Dokumentenname	Inhalt
1	eClass5_1_de_SP3.csv	Klassifikationen
2	eClass5_1_sw_de_SP3.csv	Schlagworte
3	eClass5_1_ml_de_SP3.csv	Merkmalelisten
4	eClass5_1_mm_de_SP3.csv	Merkmalbibliothek
5	eClass5_1_mm_we_de_SP3.csv	Wertelisten
6	eClass5_1_we_de_SP3.csv	Wertebibliothek

Tabelle 1: eCl@ss-Klassifikationsdateien⁶⁸

„Die Produkte und Dienstleistungen können in diese Tabellen nach den Anweisungen in der „readme_de.txt“-Datei in die oben aufgeführten Tabellen eingetragen und so für die firmeninterne Verwaltung, den Datenaustausch mit Kunden und Zulieferern, sowie für elektronische Kataloge genutzt werden. Die Daten sind dann eCl@ss konform, wenn die Produkte der vierten Hierarchieebene korrekt zugeordnet sind. Die Materialbeschreibungen sind eCl@ss konform, wenn die erforderlichen Merkmalsfelder ausgefüllt sind. Es brauchen nicht alle Merkmale bewertet zu werden. Es reicht, die auftragsrelevanten Merkmale auszufüllen. Ist ein Produkt nicht genau einer Klasse in der vierten Ebene zuzuordnen, wird es einem Klassenschlüssel 90 am Ende zugeordnet. Für das entsprechende Produkt sollte beim Änderungsdienst von eCl@ss eine Zuordnung beantragt werden (siehe Anlage I).⁶⁹ Des Weiteren gibt es Software (e-proCAT; e-proEDIT), die die Zuordnung, Konvertierung sowie die Erstellung von elektronischen Katalogen unterstützt. E-proEDIT dient der Erstellung von elektronischen Katalogen und e-proCAT der Klassifizierung und Konvertierung von Daten. Die kostenpflichtigen Programme können über „www.e-pro.de“ bezogen werden und auch auf andere Klassifizierungsstandards wie ETIM, UNSPSC, proficl@ss angewendet werden, auf die noch eingegangen wird bzw. schon eingegangen worden ist.“⁷⁰

⁶⁷ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁶⁸ Readme_de.txt aus dem Downloadbereich von eCl@ss (02.05.2007) <http://www.eclass.de/index.html/JT12bmF2aWQIM0QzMDMyJT12bGFuZyUzRGRIJT12c2lkJTNEbjQ2MzgzYWJhYzc4YzQlMjZiJTNE.html>; aus dem ServicePack 5.1.3 (Ergänzungen gegenüber Release 5.1 inkl. SP 5.1.1 & 5.1.2)

⁶⁹ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzODM0JT12c2lkJTNEbjQ2MzllZmI3NTZkOGMIMjZiJTNE.html?no=> (03.05.2007)

⁷⁰ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bmF2aWQIM0Q0MDQzJT12bGFuZyUzRGRIJT12c2lkJTNEbjQ2M2VkMjk3Y2EyM2YIMjZiJTNE.html> (07.05.2007)

Die Klassifizierung ist herstellernerneutral, d. h. dass keine Markenbezeichnungen verwendet werden. Im Widerspruch hierzu steht das Vorhandensein der EAN-Nummer in den Basismerkmalen, da eine EAN nicht nur das Produkt, sondern auch den Hersteller identifiziert. Des Weiteren ist sie branchen- und verwendungsneutral, was einerseits zu einer besseren Auffindbarkeit führen soll und wodurch andererseits Doppelklassifizierungen vermieden werden sollen. So kann eine Schraube z. B. als Holzschraube vom Schreiner auf der Baustelle verwendet werden, ebenso finden Schrauben in der Elektrobranche ihre Anwendung. Finden wird man sie branchenunabhängig unter Befestigungsmittel. Ein weiteres Kriterium sind die Klassennamen. Sie sollten möglichst keine Begriffe beinhalten, die auch als Merkmal dienen. Die Klassenvielfalt soll der Übersichtlichkeit halber möglichst gering gehalten werden.⁷¹ Das Auffinden der richtigen Klasse wird dem Nutzer durch eine Suchfunktion erleichtert, die bereits jetzt schon 51.638 Schlagwörter umfasst. Jeder Ebene der Hierarchie wird eine zweistellige Nummer zugeordnet, die bis zur vierten Ebene eine achtstellige Klassifikationsnummer ergibt (Abbildung 42 bis 48). Diese Nummer ersetzt eine verbale Beschreibung und schafft Klarheit bei der Beschaffung, indem sie das Problem der unterschiedlichen Bezeichnungen für identische Produkte und Dienstleistungen weitgehend beseitigt.⁷² Erfahrene Nutzer können entweder die hierarchische Suche benutzen (Abbildung 42 bis 46), was eine gewisse Kenntnis der Hierarchieebenen voraussetzt oder aber gezielt nach Schlagworten, Klassifikationsnummern, Merkmalen oder Werten suchen (Abbildung 47, 48).⁷³ Eine Neuerung des letzten Release ist, dass bei der Schlagwortsuche „and“- beziehungsweise „or“-Verknüpfungen für die Suche nach mehreren Schlagwörtern verwendet werden können. So werden entweder lediglich Produkte gefunden, in denen beide verwendeten Begriffe vorkommen „and“ oder aber es werden Produkte aufgelistet, die entweder mit dem einen oder mit dem anderen Schlagwort verbunden sind „or“. Diese Verknüpfung von Suchbegriffen ist bereits aus Internetsuchmaschinen bekannt.⁷⁴

eCl@ss wird in regelmäßigen Abständen kostenfrei aktualisiert. Aus den Releasenummern ist der Umfang der Änderungen erkennbar. Die einzelnen Ziffern werden durch einen Punkt in folgender Schreibweise voneinander getrennt:⁷⁵⁷⁶

⁷¹ <http://www.eclass.de/ecms/download.html/L3VzZXlvZG9jdW11bnRzL2dydW5kc2F0emxlaXRsaW5pZV8yMDA2XzEyXzA2LnBkZnwwMDY1fDEwNzgyMDk2NDA=> (03.05.2007)

⁷² <http://www.ifcc.de/hp/index.shtml?pkeclass> (16.05.2007)

⁷³ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzNzEwJT12c2lkJTNEbjQ2MzllZml3NTZkOGMIMjZiJTNE.html?no=> (03.05.2007)

⁷⁴ <http://www.eclass.de/index.html/JT12bGFuZyUzRGRIJT12bmF2aWQIM0QzNzEwJT12c2lkJTNEbjQ2MzllZml3NTZkOGMIMjZiJTNE.html?no=> (03.05.2007)

⁷⁵ http://www.eclass.de/user/documents/releasplanung_2005_09_15.pdf (09.05.2007)

⁷⁶ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen



Abbildung 97: Darstellung der eCl@ss Releasenummern⁷⁷

„Änderungsvorschläge, die von Nutzern eingebracht werden, finden, falls sie von eCl@ss für sinnvoll erachtet werden, in Abhängigkeit ihrer Tragweite zu unterschiedlichen Zeitpunkten Berücksichtigung. So können Vorschläge, die Strukturbrüche verursachen, aus Gründen der Planungssicherheit der Nutzer erst im Major Release berücksichtigt werden (alle drei bis vier Jahre). Im Minor Release finden Löschungen und Ergänzungen auf allen Hierarchieebenen statt (alle ein bis zwei Jahre). Ergänzungen bereits vorhandener Strukturen können schon im nächsten Service Pack umgesetzt werden (zwei bis dreimal im Jahr). Jeder Nutzer kann Änderungsvorschläge einbringen. Anträge von Mitgliedern des eCl@ss e.V. werden bevorzugt behandelt.⁷⁸ Die Änderungsvorschläge werden in den eCl@ss-Fachgruppen bewertet und über deren Umsetzung entschieden, wobei jede Fachgruppe ein Themengebiet repräsentiert.“^{79–80}

proficl@ss

„proficl@ss ist ein Materialklassifizierungssystem, das sich auf die Bereiche Bauen, Gebäudetechnik, Industriebedarf und verwandte Branchen spezialisiert hat. Es besitzt eine detaillierte hierarchische Struktur, wodurch Produkte mittels des Klassenbrowsers leichter gefunden werden sollen [...]. Dies wird durch die integrierte Suche mit 14.159 Synonymen unterstützt.

Gegründet wurde der proficl@ss e.V. im Jahr 2003 unter technischer Federführung des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) von der Einkaufsbüro Deutscher Eisenhändler GmbH (E/D/E), der hagebau Handelsgesellschaft für Baustoffe mbH & Co. KG

⁷⁷ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁷⁸ <http://www.eclass.de/index.html/JTI2bGFuZyUzRGRIJTl2bmF2aWQIM0QzODQwJTl2c2lkJTNEbjQ2M2FkYTEzMzgzZTElMjZiJTNE.html?no=intro> (04.05.2007)

⁷⁹ <http://www.eclass.de/index.html/JTI2bmF2aWQIM0QzNTEyJTl2bGFuZyUzRGRIJTl2c2lkJTNEbjQ2MkMjk3Y2EyM2YIMjZiJTNE.html?no=intro> (07.05.2007) 2V

⁸⁰ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

und der Profi Portal AG.⁸¹ Die Nutzung von proficl@ss ist kostenlos. Der Verein wird von seinen „Ordentlichen- und Fördernden- Mitgliedern“ getragen.⁸² Einmal im Jahr wird ein Update veröffentlicht, in das Änderungen und Ergänzungen eingearbeitet sind.^{83“84}

„Ziel ist es, ein branchenübergreifendes, internationales Datenmodell für den Austausch von strukturierten Produktdatenkatalogen zu schaffen. Es sollen die Artikeldaten aller Hersteller, Lieferanten und Händler durch eine einheitliche Klassifizierung strukturiert werden, um so das Erstellen von gedruckten und Onlinekatalogen sowie deren elektronischen Austausch effizienter zu gestalten. Hierbei können die Kataloge optisch weiterhin individuell gestaltet werden, lediglich die Produktdaten sollen einer vorgegebenen Klassifizierung entsprechen, wodurch das aufeinander abstimmen von Katalogdaten entfällt. Korrekturschleifen sollen verkürzt werden und Informationen schneller zur Verfügung stehen.“^{85“86}

„Die Klassifikationsstruktur besteht aus der Ordnungshierarchie, in der einzelne Produktklassen zusammengefasst werden [...]. Diesen sind Merkmale zugeordnet, die das jeweilige Produkt eindeutig und herstellernerneutral in seinen technischen Eigenschaften beschreiben [...]. Das Klassifikationsmodell besteht aus 4.296 Basisklassen, 14.159 Synonymen, 3.568 Merkmalen und 55 Einheiten (Stand 30. September 2004). Die Merkmale werden wie bei der Klassifikation von ETIM in numerisch, alphanumerisch, logisch und Range unterteilt [...]. Sie bestehen aus Merkmalnamen, Merkmaltyp, der Einheit (numerisch) und Vorgabewerten (alphanumerisch). Die Einheiten werden von Warenexperten allgemein verbindlich festgelegt und für jede Klasse neu definiert. Schutz und Prüfzeichen sowie Normen werden wie Merkmale behandelt [...] und können von der Art her numerisch, alphanumerisch oder logisch sein. Bei den Merkmalen gibt es „muss-“ und „kann-Felder“ [...]. Hierdurch wird ein Mindestmaß an Informationen zur Vergleichbarkeit von Produkten gesichert. Die Merkmale einer Klasse werden ähnlich wie bei eCl@ss als Merkmalleisten bezeichnet. Eine Klasse kann beliebig viele Synonyme/Schlagworte oder Merkmale haben [...]. Die Anzahl der Merkmale soll aber möglichst geringgehalten werden und sich auf 5 bis 15 beschränken. Jedes Element der Klassifikation ist mit einer alphanumerischen Ordnungszahl (Identnummer ID) verknüpft, welche das Identifizieren von Elementtypen und deren Versionen sowie Aktualisierungsvorgänge unterstützt.“⁸⁷

⁸¹ http://www.e-pro.de/e-pro.de/artikel/artikel_weiterleiten.cfm?id=441 (20.05.2007)

⁸² <http://www.proficlass.de/index.php?id=115> (20.05.2007)

⁸³ <http://www.proficlass.de/index.php?id=130> (20.05.2007)

⁸⁴ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁸⁵ <http://www.proficlass.de/uploads/media/proficlass-broschuere.pdf> (20.05.2007)

⁸⁶ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁸⁷ http://www.proficlass.de/uploayds/media/Leitfaden_zur_Klassifizierung.pdf (20.05.2007)

Beispiel der Basisklasse für einen Schutzhelm: AAB801c002⁸⁸

Sechsstellige Kennung aus Buchstaben und Zahlen	Einstellige Kennung: Datenelementtyp	Dreistellige Zahl: Version innerhalb eines Veröffentlichungszyklus
AAB801	c	002

Tabelle 2: proficl@ss – Ordnungszahl⁸⁹

„Es gibt folgenden Datenelementtypen.⁹⁰

- *h = Hierarchieklassse*
- *c = Basisklasse*
- *s = Schlagworte für Basisklassen*
- *f = Merkmale*
- *u = Einheiten*
- *v = Werte*

Betriebswirtschaftliche Informationen wie EAN, Lieferbedingungen oder Marketinginformationen, die nicht dem direkten Auffinden eines Produktes dienen, aber für Kunden von Interesse sind, sollen nicht in die Klassifikation aufgenommen werden. Derartige Informationen sollen in das Übertragungsformat (z. B. BMEcat) ausgelagert werden. So sind die Informationen auf einem Portal oder in einem Onlinekatalog vorhanden, sind aber nicht Teil der Klassifikation.⁹¹

Zur Klassifikation muss der eigene Katalog erst manuell in die proficl@ss Struktur einsortiert werden. Hierfür stehen im Downloadbereich der proficl@ss Internetseite wahlweise CSV-Dateien oder Accessdatenbanken zur Verfügung.⁹²

⁸⁸ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁸⁹ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁹⁰ http://www.proficlass.de/uploads/media/proficlass_3-0_als_csv-Datein.zip (21.05.2007)

⁹¹ http://www.proficlass.de/uploads/media/Leitfaden_zur_Klassifizierung.pdf (20.05.2007)

⁹² http://www.proficlass.de/uploads/media/proficlass_3-0_als_csv-Datein.zip (21.05.2007)

	Dokumentenname	Inhalt
1	Klassen.csv	Hierarchie- und Basisklassen
2	Merkmale.csv	Merkmale
3	Werte.csv	Werte
4	Einheiten.csv	Einheiten
5	Schlagworte.csv	Schlagworte
6	KlassenMerkmaleWerte_rel.csv	Relationentabelle Klassen/Merkmale/Werte
7	KlassenSchlagworte_rel.csv	Relationentabelle Klassen/Synonyme
8	KlassenMerkmale_rel.csv	Relationentabelle Klassen/Merkmale

Tabelle 3: proficl@ss – Klassifikationsdateien ⁹³

bau:class

*„bau:class ist ein vierstufiges, hierarchisch geordnetes Klassifizierungssystem für Produkte und Dienstleistungen, das speziell auf die Bedürfnisse der Baubranche zugeschnitten ist, und mit dem Angebots- und Beschaffungsmärkte abgebildet werden.“*⁹⁴

Im Gegensatz zu anderen Klassifizierungssystemen wie eCl@ss, spiegelt bau:class die Sichtweise der Bauunternehmen wider und nicht die der Lieferanten. Es wird darauf Wert gelegt, dass das System anwenderfreundlich ist und den tatsächlichen Bedarf der Bauunternehmer während der Angebots- und Kalkulationsphase wiedergibt. Ein Beispiel hierfür ist der Detaillierungsgrad von Produkten. So kann z. B. eine Pumpe in der Baubranche mit wenigen relevanten Merkmalen beschrieben werden. Wird dieselbe Pumpe aber beispielsweise von einem Chemiekonzern in Deutschland beschrieben, der seine Pumpe in China herstellen lassen will, so kann die Beschreibung hunderte von Merkmalen aufweisen, um zu gewährleisten, dass die in Deutschland festgelegten Anforderungen wie z. B. DIN-Normen erfüllt werden. Es ist nicht sinnvoll, jedem Händler und Unternehmer aus allen Branchen diese ganze Palette an Informationen zuzumuten. Hierdurch würde eine Datenflut entstehen, die das Angebot unübersichtlich macht. Hinzu kommt, dass sich riesige Datenmengen sammeln, die ohne jedwede Verwendung in der Branche blieben. Die Folge wäre, dass sich der gesamte Prozessablauf künstlich verlangsamt. Klassifikationssysteme und damit auch bau:class, zielen hingegen darauf ab, die Geschäftsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu vereinfachen bzw. zu

⁹³ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁹⁴ http://www.bauclass.org/index.php?mid=bauclass_allgemeine_informationen (02.06.2007)

beschleunigen und die daraus entstehenden Synergieeffekte nutzbar zu machen. Die vorhandenen Gliederungen der Baubranche, wie STLB-Bau, DIN 276 etc., sind für die Anfrage in der Angebots- und Kalkulationsphase entweder zu detailliert (STLB-Bau) oder nicht detailliert genug (DIN 276). Hinzu kommt die mangelnde oder schwache Strukturierung der vorhandenen Gliederungsarten sowie eine fehlende Aufschlüsselung von Lohn-, Stoff- und Gerätekosten, die erst beim Bauunternehmen zu einer Leistung zusammengefasst werden. Die Hersteller von Bauprodukten sind eher an den Preisen ihrer Produkte interessiert und nicht an den zusammengefassten Kostenarten, die dem Bauunternehmer bei der Erstellung eines Bauwerks entstehen. Es ist also sinnvoll, sich mit den Herstellern und Händlern auf den kleinsten gemeinsamen Nenner zu einigen und zunächst eine Klassifizierung von Bauprodukten und Baugeräten vorzunehmen. In einem zweiten Schritt können dann Bauleistungen sowie Facility Management Leistungen klassifiziert werden, mit denen die Hersteller und Händler nichts bzw. nur indirekt über ihre Produkte zu tun haben.“⁹⁵

„Mit bau:class ist das sogenannte „Memorandum of Understanding“ (MoU) verknüpft. Die Unterzeichner des MoU bilden eine Initiative, mit dem Ziel, ein Klassifizierungssystem aufzubauen und zu verbreiten, dass die Sichtweise der Bauunternehmen unter Einbeziehung des Lieferanten widerspiegelt. Es wird darauf geachtet, dass man sich bei der Produktbeschreibung nicht in Details verliert. Denn detaillierte Ausschreibungsinformationen werden bereits durch das STLB-Bau geliefert. Das STLB-Bau ist ein System zur Erstellung von normenkonformen Ausschreibungstexten, welches mit den Dynamischen BauDaten (DBD) neue Werkzeuge zur Kalkulation bereitgestellt hat, die sich unter anderem an der Klasseneinteilung der DIN 276 orientieren. Diese umfangreichen Teilgebiete können aufgrund der zeitlichen Beschränkung einer Diplomarbeit zugunsten der reinen Klassifizierungssysteme nicht mehr berücksichtigt werden.“⁹⁶

„Mit bau:class soll eine einfache Klassifikation stattfinden, die dem erforderlichen Detaillierungsgrad bei Anfragen von Generalunternehmern an Nachunternehmern und Lieferanten zwecks Kalkulation genügt (siehe Kapitel 3.1.1 „Situation in der Baubranche“). Erreicht werden soll die vereinfachte Klassifikation dadurch, dass die Produkte durch weniger Merkmale als in branchenübergreifenden Klassifizierungssystemen wie eCI@ss beschrieben werden. Andererseits muss die Beschreibung der Produkte eine hinreichend genaue Anfrage zulassen. Grundlage für die Erarbeitung der Klassifikation bildet das DIN-Merkmallexikon (DIN-sml). Im DIN-sml werden Merkmale und ihre Einheiten definiert.

Eine anfängliche Überlegung war es, nach Beendigung des Projektes „Integration von bau:class in eCI@ss“ bau:class nach erfolgreicher Eingliederung aufzulösen. Dieser Gedanke

⁹⁵ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

⁹⁶ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

wurde während der Zusammenarbeit wieder verworfen, um ein System zu gestalten, welches sich enger an den Bedürfnissen der Bauunternehmen orientiert. Die Ergebnisse des Projektes werden im nächsten eCI@ss Release Ende 2007 veröffentlicht. Zusätzlich wird es weiterhin *bau:class* geben.⁹⁷

Es gibt bisher drei Anwendungen von *Bau:class*.⁹⁸

- *baustoffkatalog.com*
(seit dem 15.05.2007 - vormals *bau:class recherche*,
dient der Suche nach Baustofflieferanten und deren Produkten)
- *bau:class manager*
(dient der Präsentation des eigenen Unternehmens innerhalb von *baustoffkatalog.com*)
- *bau:class editor*
(Software zur Klassifizierung des eigenen Sortiments nach dem *bau:class* Standard)

Demnächst werden zusätzlich zu den Baustoffen und Bauprodukten auch Dienstleistungsbereiche der Baubranche klassifiziert werden. Die Erweiterung ist zwar schon fertig, wird aber wohl erst Ende des Jahres 2007 veröffentlicht werden.⁹⁹ Der im nächsten Kapitel beschriebene Klassifikationsaufbau beschränkt sich daher auf die Struktur innerhalb von *baustoffkatalog.com*, der die Version *bau:class 2.0* zugrunde liegt.¹⁰⁰

„Die erste Ebene unterteilt die Baustoffe, Bauprodukte und Geräte in 36 Klassen (Abbildung 60; Anmerkung: es sind nicht alle 36 Klassen sichtbar). Die Reihenfolge, in der die Elemente abgebildet sind, scheint beliebig zu sein. Darunter befinden sich zwei weitere Ebenen, die die jeweils höhere weiter unterteilen [...]. Am Ende der dritten Ebene steht ein einzelnes Produkt [...]. Soll nun das ausgewählte Produkt mit Merkmalen näher beschrieben werden, so ist eine Anmeldung, die kostenlos über das Internet durchgeführt wird, erforderlich [...]. Die weiteren Angaben können mit Hilfe eines Aufklappmenüs ausgewählt werden, welches wie bei einer Merkmalleiste lediglich die festgelegten Merkmale zu einem bestimmten Produkt beinhaltet

⁹⁷ Entzian, Klaus (offizieller Ansprechpartner der *bau:class* Initiative): telefonische Befragung; Weimar, 29.05.2007

⁹⁸ http://www.bauclass.org/index.php?mid=bauclass_anwendungen (29.05.2007)

⁹⁹ Entzian, Klaus (offizieller Ansprechpartner der *bau:class* Initiative): telefonische Befragung; Weimar, 29.05.2007

¹⁰⁰ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

[...]. Am Ende der Hierarchie steht in *bau:class*, im Gegensatz zu reinen Klassifizierungssystemen, nicht nur ein Produkt, sondern auch in alphabetischer Reihenfolge die Adressen von Herstellern, die das ausgewählte Produkt mit den gesuchten Eigenschaften führen [...].

In einem zweiten Schritt soll auch Händlern die Möglichkeit gegeben werden, ihre Kontaktdaten dort anzugeben. Wie detailliert die Kontaktdaten der Hersteller bzw. Händler sind, bestimmen diese selbst. Die Möglichkeiten reichen von detaillierten Produktbeschreibungen des eigenen Sortiments mit Preisen, über die Angabe der eigenen Internetpräsenz, in der Produktkataloge zu finden sind, bis hin zur simplen Adressangabe mit Telefonnummer eines Ansprechpartners. Sinnvoll ist es, sein Unternehmen durch eine eigene Internetpräsenz gleich einer persönlichen Visitenkarte zu präsentieren und diese Adresse mit anzugeben.¹⁰¹

Mit der Option „Anfrage an markierte Hersteller senden“ kann eine Anfrage an alle oder ausgewählte Hersteller gleichzeitig erfolgen, in der die eigenen Firmenangaben, sowie die zuvor ausgewählten Produkte mit ihren Merkmalen automatisch angegeben werden [...]. Ein individueller Text kann im Feld „Bemerkung“ ebenfalls hinzugefügt werden [...]. Der *baustoffkatalog.com* bietet des Weiteren eine Suchfunktion. Es kann nach Herstellern, Produkten oder beidem gesucht werden. Dies wird durch Schlagworte unterstützt. Die Suche bietet eine zusätzliche nützliche Funktion: Während der Eingabe des Suchbegriffs werden mögliche Schlagworte, die zur bisherigen Eingabe passen, angezeigt [...]. Diese Suchhilfe während der Eingabe ist unter den recherchierten Klassifikationssystemen einmalig.

bau:class ist der einzige der betrachteten Klassifikationssystemanbieter, der ein eigenes Werkzeug in Form des Programms „*bau:class editor*“ anbietet, mit dem der Benutzer bei der Klassifizierung der eigenen Produktpalette unterstützt wird. Hierfür wird zunächst der bereits vorhandene Produktdatenkatalog in ein BMEcat Format ausgelesen. Diese Funktion bieten die meisten Kataloganwendungen an. Anschließend wird mittels eines Konverters aus dem BMEcat Format ein für den „*bau:class editor*“ lesbares Format erstellt. Dieses wird durch den Editor eingelesen, wobei die für die Klassifikation nach *bau:class* notwendigen Angaben gefiltert werden. Bei Ungereimtheiten muss weiterhin manuell vervollständigt werden. Ist noch kein elektronischer Katalog vorhanden, so kann dieser manuell mit Hilfe des Editors direkt in *bau:class*-gerechter Form erstellt werden.¹⁰² ¹⁰³

¹⁰¹ <http://www.baustoffkatalog.com/> (02.06.2007)

¹⁰² *bau:class editor*, Benutzerhandbuch, f:data GmbH, Stand Februar 2006

¹⁰³ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

DIN 276

„Die aktuelle Ausgabe der DIN 276 „Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau“ ist im November 2006 erschienen und beschäftigt sich mit der Kostenplanung im Hochbau. Dabei wird ein erhöhtes Augenmerk auf die Kostenermittlung und die Kostengliederung gelegt. Es werden Merkmale zur Unterscheidung von Kosten festgelegt, was Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Kostenermittlung ist (z. B.: bei der Erstellung eines Angebotsspiegels für die Auswahl des in einer Ausschreibung zu begünstigenden Unternehmens). Die DIN 276 beschäftigt sich in ihrer Ermittlung und Gliederung der Kosten mit den Aufwendungen, die für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben während der Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten erforderlich werden. Die Gliederung erfolgt über eine Ordnungsstruktur, bei der die Gesamtkosten eines Bauprojektes in Kostengruppen unterteilt werden. Die Kostengruppen fassen ihrerseits Kosten zusammen, die nach den Kriterien der Planung oder des Projektablaufes zusammengehören. Es existieren drei Ebenen der Gliederung, die durch eine dreistellige Ordnungszahl gekennzeichnet werden.¹⁰⁴ Die Basisgliederung erfolgt in der ersten Ebene nach Kostengruppen und wird bei Bedarf nach „Tabelle 1“ der DIN 276-1:2006-11 in die Grobelemente der zweiten und in detaillierte Funktionselemente der dritten Ebene unterteilt. Die erste Ziffer der Ordnungszahl, die Hunderterstelle, identifiziert die erste Gliederungsebene und somit die Kostengruppen, die Zehnerstelle die zweite Ebene mit den Grobelementen und die letzte Ziffer die dritte Ebene der Funktionselemente.¹⁰⁵ In der ersten Ebene werden die Gesamtkosten in die folgenden sieben Kostengruppen unterteilt. Die Reihenfolge der Gliederung entspricht etwa dem zeitlichen Ablauf, in dem die Kosten bei Errichtung eines Bauwerks anfallen.¹⁰⁶

- 100 Grundstück
 - 200 Herrichten und Erschließen
 - 300 Bauwerk – Baukonstruktionen
 - 400 Bauwerk – Technische Anlagen
 - 500 Außenanlagen
 - 600 Ausstattung und Kunstwerke
 - 700 Baunebenkosten
- } Bauwerkskosten

Abweichend von dieser Kostengliederung wird in der DIN 276-1:2006-11 auf die Möglichkeit verwiesen, die Kosten nach technischen Merkmalen (differenzierte Kostenplanung), unter herstellungstechnischen Aspekten (Vergabe, Ausführung) oder der Lage im Bauwerk bzw. auf

¹⁰⁴ DIN 276-1 November 2006. Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau

¹⁰⁵ Zimmermann, Josef: 1B Bauprozessmanagement – Baubetrieb. In: Schneider Bautabellen für Ingenieure Auflage 17, Neuwied Werner Verlag, 2006, S. 1.21; Herausgegeben von Goris, Alfons;

¹⁰⁶ DIN 276-1 November 2006. Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau

dem Grundstück (Termin- oder Finanzplanung) zu gliedern. Zudem wird empfohlen, die Kostengruppen ab dem Zeitpunkt des Kostenanschlages projektbezogen in Vergabeeinheiten zu ordnen. Auf diese Weise können Angebote, Aufträge sowie Abrechnungen inklusive Nachträge zusammengestellt und kontrolliert werden.

Unter bestimmten Umständen und wenn es die Gegebenheiten des Einzelfalls zulassen (z. B. im Wohnungsbau), kann eine ausführungsorientierte Gliederung zugelassen werden. Hierbei werden die Kostengruppen der ersten Ebene nach ausführungs- oder gewerkeorientierten Aspekten unterteilt, entsprechend der zweiten Gliederungsebene. Es wird empfohlen, die Kostengliederung nach Standardleistungsbuch Bau (StLB-Bau) vorzunehmen. Die Kosten einer ausführungsorientierten Gliederung sind in der dritten Ebene weiter zu unterteilen. Dies kann z. B. in Teilleistungen sein, um so eine Beschreibung der Leistungen nach Inhalt, Eigenschaften und Mengen vornehmen zu können. Die ausführungsorientierte Gliederung soll ebenfalls in Vergabeeinheiten geordnet werden.¹⁰⁷

Bei einer Ausschreibung werden die Leistungsverzeichnisse ebenfalls nach Vergabeeinheiten geordnet. Der Generalunternehmer macht dies automatisch, wenn er Teilleistungen an Nach- oder Subunternehmer vergibt und diesen Auszüge aus dem LV zur Angebotsabgabe zukommen lässt.“¹⁰⁸

UNICLASS

UNICLASS (Unified Classification for the Construction Industry)

“Uniclass2 ist die britische Umsetzung der überarbeiteten Version der ISO 12006-2, die als internationale Norm eine Struktur für Bauinformationen definiert. Uniclass2 liefert eine strukturierte Herangehensweise für das Klassifizieren von Bauinformationen, wobei Informationen basierend auf gemeinsamen Eigenschaften gruppiert werden. Der Geltungsbereich von Uniclass2 erstreckt sich über Gebäude hinaus auf alle Aspekte der gebauten Umgebung. Uniclass2 gruppiert Informationen in Tabellen und diese Tabellen wiederum können nach wachsender Detaillierung hierarchisch angeordnet werden: Komplexe beinhalten Einheiten, Einheiten beinhalten Elemente, Elemente beinhalten Systeme und Systeme beinhalten Produkte. Uniclass liefert auch Tabellen, die für das Klassifizieren nach Aktivitäten und nach Räumen herangezogen werden können. Gebäude beinhalten Räume und Aktivitäten finden in diesen Räumen statt.“¹⁰⁹

DIN SPEC 91400

¹⁰⁷ DIN 276-1 November 2006. Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau

¹⁰⁸ Christian Lammert, Diplomarbeit Kennzeichnung und Klassifizierung im Bauwesen

¹⁰⁹ <https://bimundumbimherum.wordpress.com/glossar/a-z/#uniclass> , 14.09.2015

„Ziel der neuen DIN SPEC 91400 ist es, ein einheitliches Klassifikations- und Beschreibungssystem für BIM-Objekte wie Wände, Fenster oder Sanitärausstattungen zu definieren – also einen eindeutigen Katalog der möglichen Eigenschaften, aus dem der Planer oder Architekt einfach seine Auswahl treffen kann.“¹¹⁰

„Die gemeinsame Grundstruktur aller Building Information Modeling-Anwendungen [BIM-Anwendungen] ist das räumliche Bauteilgefüge. Die elementaren Bestandteile von Bauwerksinformationsmodellen sind Räume, Bauteile und Eigenschaften sowie ihre Beziehungen untereinander. Die prozessübergreifende Bearbeitung von Bauwerksinformationsmodellen im Rahmen der vielfältigen Aufgabenstellungen beim Planen, Bauen und Betreiben unter Nutzung der großen Vielfalt an Softwareanwendungen stellt hohe Anforderungen an die Qualität des Datenaustausches.

Die für den Austausch von Bauwerksinformationsmodellen etablierte Internationale Norm ISO 16739 „Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und dem Anlagen-Management“ verfügt über eine ausgereifte Syntax zur Repräsentation der geometrischen und topologischen Strukturen von Gebäudemodellen. Des Weiteren umfassen die IFC eine umfangreiche Anzahl an Elementen und Eigenschaften mit bausemantischem Charakter. Die Klassifikation von Bauteilen und ihrer charakteristischen Bauteileigenschaften ist jedoch für die Anforderungen an die einheitliche Definition von BIM-Inhalten in der Praxis insbesondere in Hinblick auf nationale Anforderungen nicht spezifisch genug ausgeprägt.

DIN SPEC Q1-100 stellt ein bauteilorientiertes Klassifikations- und Beschreibungssystem für BIM auf, das mit Syntax und Semantik von IFC vereinbar ist. Auf Grundlage des bausemantischen Ordnungssystems des STLB-Bau -Dynamische Baudaten- (Standardleistungsbuch für das Bauwesen) legt diese Spezifikation einen Katalog klassifizierter Bauteilgruppen mit ihren wesentlichen charakteristischen Beschreibungsmerkmalen und Ausprägungen fest.

Mit der BIM-Klassifikation nach BTLB-Bau soll ein Standard etabliert werden, der auf Basis der wesentlichen Bauteilinformationen, eine ausreichend tiefe Typisierung von Bauteilen, einen standardisierten semantischen Datenaustausch sowie die Verknüpfung der Katalogdaten mit bestehenden Normen, Baustoff- und Bauproduktbanken sowie mit anderen nationalen und internationalen Klassifikationssystemen ermöglicht.“¹¹¹

¹¹⁰ <http://www.din.de/blob/72538/09e35d8f5b3ee5769631dfbdf7b190e1/broschuere-din-spec-91400-data.pdf>, 14.09.2015

¹¹¹ DIN SPE 91400:20158-01 (D)

5.2.1.4 Auto-ID-Technik inkl. branchenunspezifischer Nummernsysteme im AutoID-Bereich: Status Quo der Standardisierung

Grundlagen AutoID-Systeme

Automatische Identifikations- und Datenerfassungssysteme (AutoID-Systeme) umfassen Techniken zur Identifizierung, Datenerhebung, Datenerfassung und Datenübertragung. Umgesetzt werden diese Techniken in Barcode-, Smart-Label-, Biometrie-, mobilen Datenerfassungs-, OCR-, RFID-, Spracherkennungs- und Chipkartenanwendungen. Durch eine automatische Bereitstellung beziehungsweise Zuordnung von Informationen zu Personen und Gütern ermöglichen sie es, den Forderungen nach schneller, kostengünstiger und integrierter Datenerfassung für Verwaltung, Logistik und Handel im Sinne eines Supply Chain Management (SCM) nachzukommen. Nachfolgende Abbildung zeigt die wichtigsten AutoID-Anwendungen im Überblick. Im folgendem werden im Wesentlichen die Barcode- und RFID-Systeme in ihrer Funktionsweise beschrieben und die Vor- und Nachteile jeweils dargelegt.

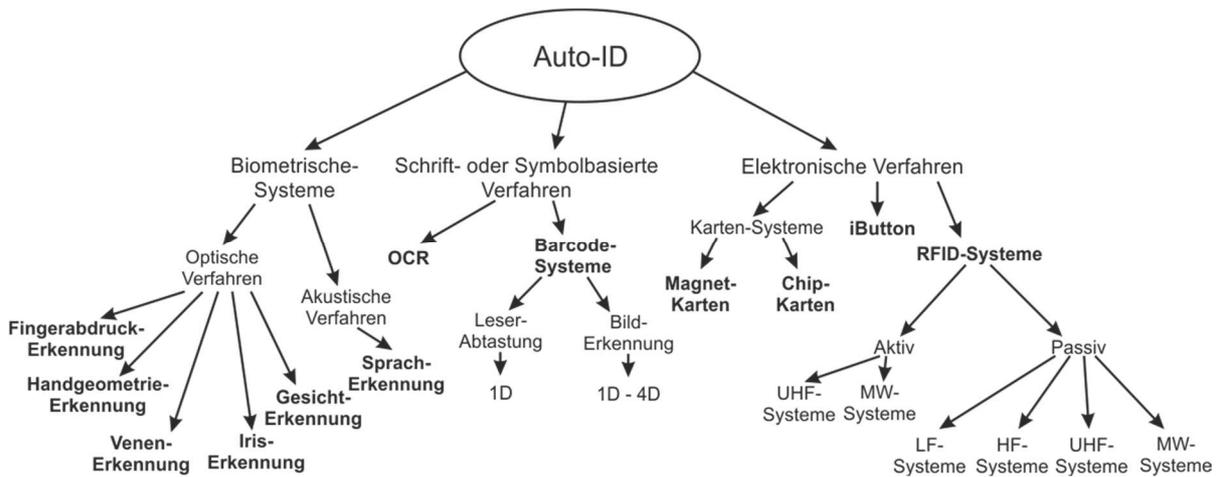


Abbildung 98: AutoID-System in der Übersicht

Grundlagen Barcode-System

Barcodes, auch Strich- oder Balken-Codes genannt, sind die Kennzeichnungsträger des heute am weitesten verbreiteten AutoID-Systems. Sie werden maschinell gelesen und eine Auswertung erfolgt wie bei RFID-Systemen in EDV-Systemen.

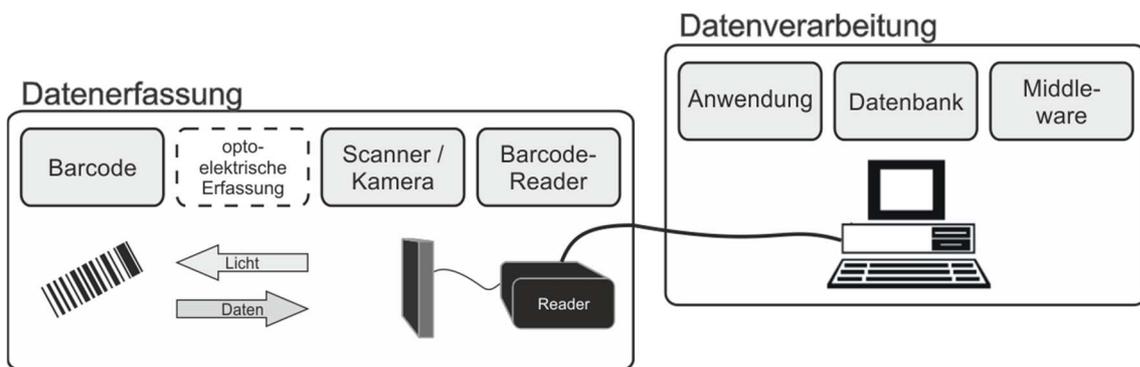


Abbildung 99: Barcode-System in der Übersicht

Erfassungsarten

Ein Barcodeleser ist ein Datenerfassungsgerät, das Barcodes erfassen und die Informationen weitergeben kann. Ein Barcodeleser besteht aus der Leseinheit und der nachgeschalteten Dekodier-Einheit. Die Erfassung der Barcodes erfolgt in Abhängigkeit der Dimension mittels Laser-Abtastung (1D Code) oder mittels Bildauswertung (1D bis 4D Code). Fast alle Leser sind mittlerweile als stationäre, als kabelgebundene Handscanner oder als mobile Erfassungsgeräte auf dem Markt erhältlich (z. B. Lesestift, Durchzugsleser für Barcode-Karten, CCD-Scanner, Laserscanner, Kamera-Scanner (Imager), Handy-Scanner). Die dekodierten Daten können anschließend über verschiedene Schnittstellen an das übergeordnete System weitergegeben werden.

Barcode-Typen

Der Strich- bzw. Barcode ist ein Binärcode aus einer Aneinanderreihung von vertikalen, parallel angeordneten Strichen (engl. bars) mit unterschiedlichen Breiten und Zwischenräumen. Die Kennzeichnung erfolgte ursprünglich in Form von eindimensionalen (1D) Barcodes. Derzeit existieren daneben bereits Codierungen in bis zu vier Dimensionen.

Eine zweidimensionale Lesbarkeit bedeutet z. B., dass das Lesen des Codes von links nach rechts und zusätzlich von oben nach unten möglich ist und somit eine höhere Speicherkapazität und Fehlerkorrektur ermöglicht wird. Aber auch die Farbigkeit der Striche eines 1D-Strichcodes kann als zweite Dimension genutzt werden. Für die Lesbarkeit farbiger Barcodes ist eine Bildauswertung erforderlich. In Verbindung mit Displays und Techniken der Videoauswertung wurde ferner die Dimension der Veränderbarkeit über die Zeit für die Barcode-Technik eröffnet.

Barcode-Formen

Barcodes können auf verschiedene Weise auf Trägermaterialien aufgebracht werden. Sie können z. B. gedruckt, geätzt, gestanzt oder geprägt werden. So können Barcode-Etiketten aus den unterschiedlichsten Materialien und mit der unterschiedlichsten Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit hergestellt werden. Anders als z. B. bei RFID-Tags ist bei der Barcode-Technik auch ein sog. Direct-Part-Marking möglich, bei dem Barcodes unmittelbar, d. h. ohne Etikett bzw. Plakette etc. auf das zu kennzeichnende Objekt aufgebracht werden. Barcodes können auch sehr klein sein, wenn entsprechende Lesegeräte eingesetzt werden.

Mit Blick auf die RFID-Technik ist der Trend zu beobachten, dass RFID-Transponder häufig in Verbindung mit zusätzlicher Barcode-Kennzeichnung eingesetzt werden.

Grundlagen RFID-Systeme

Die RFID-Technik bietet die Möglichkeit zur automatischen Identifizierung von Objekten. Mit dieser Technik können Daten berührungslos und sichtkontaktfrei zwischen einem an dem zu identifizierenden Objekt angebrachten Datenträger, dem sog. RFID-Transponder, und einer RFID-Erfassungseinheit (RFID-Reader) übertragen werden.

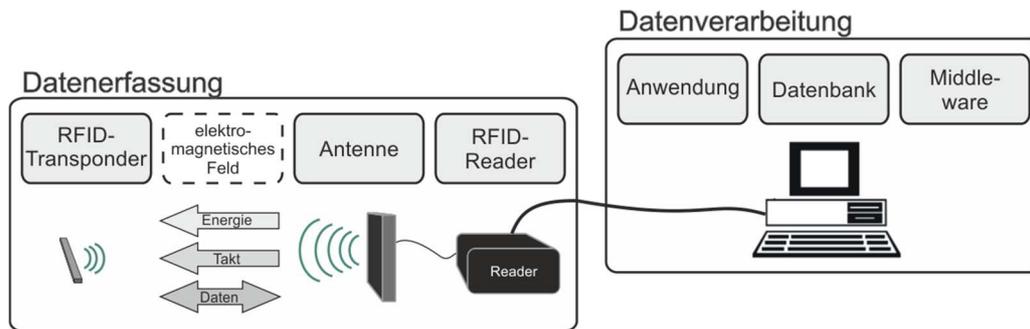


Abbildung 100: RFID-System in der Übersicht

Frequenzbereiche und Übertragungsarten

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Übertragung von Informationen zwischen RFID-Transponder, kurz RFID-Tag, und RFID-Reader:

- die magnetische Kopplung (LF/HF) und
- die elektromagnetische Welle (UHF/MW).

Der Informationsaustausch mittels magnetischer Kopplung wird in den Frequenzbereichen 125 kHz (LF) und 13,56 MHz (HF) angewendet, wobei Antennen in Form einer Spule eingesetzt werden. Der RFID-Tag muss sich während des Datenaustausches im Bereich des Nahfeldes der Sende- und Empfangsantenne befinden, wodurch sich für diese induktiven RFID-Systeme mit passiven Transpondern, wenn nicht sehr große und leistungsstarke Antennen genutzt werden, nur geringe Reichweiten von bis zu 2 cm im LF- bzw. bis zu 1 m im HF-Bereich, ergeben.

Größere Reichweiten erhält man beim Informationsaustausch mittels zurückgestrahlter elektromagnetischer Wellen, die ihre Anwendung in den Frequenzbereichen von 868 MHz (UHF) und 2,4 GHz (MW) finden. Während des Datenaustausches muss sich der RFID-Tag im Erfassungsbereich, im Idealfall im Fernfeld der Sende- und Empfangsantenne befinden, wodurch sich für passive Transponder Reichweiten von mehreren Metern ergeben.

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. Zudem sind Mischformen möglich.

Beim Data-on-Tag-Prinzip können ausschließlich wiederbeschreibbare Transponder zum Einsatz kommen. Objektbezogene Informationen werden auf dem RFID-Tag gespeichert, so können die relevanten Daten nicht nur gelesen, sondern auch der Situation entsprechend aktualisiert und verändert werden. Die Daten sind dann ausschließlich auf dem RFID-Tag vorhanden und können, wenn der Tag sich nicht in einem Lesefeld befindet, von einer zentralen Stelle aus nicht eingesehen werden.

Beim Data-on-Network-Prinzip hingegen werden die objektbezogenen Daten in einem oder mehreren vernetzten Rechnern in Datenbanken gespeichert. Der RFID-Tag trägt den Schlüssel zu den Datenbankeinträgen, z. B. eine eindeutige und standardisierte Identifikationsnummer. Dieses Konzept bietet die Möglichkeit, auch verschiedene andere AutoID-Systeme in ei-

nem Gesamtsystem einzubinden, da es gleichgültig ist, welches AutoID-Verfahren zur Erfassung der Objekte und zum Datenaufruf bzw. Datenabruf verwendet wird. Die Prozess- und Objektdaten sind von einer zentralen Stelle aus bei Netzwerkfunktion jederzeit einsehbar.

Bei Mischformen werden z. B. die auf dem RFID-Tag nach Data-on-Tag-Prinzip vorgehaltenen Daten in Datenbanken auf Netzwerkrechnern gespiegelt, so dass alle Daten jederzeit und auch nach einem Defekt des Transponders verfügbar bleiben. Die Daten befinden sich dann zusätzlich auf dem Transponder, damit Anwendungen, die ohne Netzwerkanbindung laufen müssen, dies sicher tun können.

Einfluss durch Absorption und Reflexion durch Objekte in der Umgebung auf die Reichweite eines RFID-Systems

Beschäftigt man sich mit RFID-Systemen, sind einige grundlegende physikalische Eigenschaften, die die Lesefähigkeit beeinflussen, zu beachten. So haben die Materialeigenschaften eines sich im Strahlungsfeld befindenden Objektes einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Bei einem nicht-leitfähigen Stoff, auch Dielektrika genannt, sind 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 bzw. Farbbeschichtungen 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 zudem zu Interferenzen. Eine 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 Empfangsantenne 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.

Die Kenntnis der Grenzen der RFID-Technik als Schlüssel zum Freilegen der Potenziale

Neben den bereits aufgeführten physikalischen Eigenschaften lassen sich für RFID-Systeme weiteren Grenzen kategorisieren, die den Rahmen des Machbaren definieren:

- natürliche und somit unüberbrückbare physikalische Grenzen

- Grenzen infolge des Entwicklungsstandes der Hardware
- gesetzliche Grenzen: Gesundheitsschutz (Grenzwerte für Strahlung)
- gesetzliche Grenzen: Regulierung der Funkfrequenzen
- gesetzliche Grenzen: Datenschutz
- Grenzen durch (Mit-)Nutzung ggf. suboptimaler standardisierter Systeme
- organisatorisch prozessabhängige Grenzen
- wirtschaftliche Grenzen

Die RFID-Technik bietet innerhalb dieser Grenzen jedoch ein breites Feld an Möglichkeiten, um (Geschäfts-) Prozesse bei durchdachtem Einsatz enorm zu verbessern. Ein Verständnis dieser Grenzen bildet die Basis, neue Anwendungsideen in Hinblick auf die Umsetzbarkeit kritisch zu hinterfragen.

Vor- und Nachteile der RFID-Technik gegenüber anderen AutoID-Techniken

Es lassen sich vier wesentliche Aspekte nennen, um vorteilhafte Eigenschaften der RFID-Technik im Vergleich zu anderen AutoID-Techniken, wie z. B. Barcodes, zu beschreiben:

1. RFID-Tags können, anders als die Kennzeichnungsträger anderer AutoID-Systeme, sichtkontaktfrei ausgelesen werden. Durch die hieraus folgende Möglichkeit des verdeckten bzw. verkapselten Einbaus eines RFID-Tags können Beschädigungen des Identifikationsträgers verhindert werden. Außerdem ist ein RFID-System aus diesem Grund unempfindlich gegenüber einer Verschmutzung des Kennzeichnungsmittels. Hieraus ergibt sich, dass RFID-Systeme auch für den Einsatz im Baubereich geeignet sind – einerseits im Bauprozess infolge der Verschmutzungsunabhängigkeit, andererseits im eingebauten Zustand eines Bauproduktes, da der Transponder, z. B. eingebaut in einer Betonwand, noch gelesen werden kann.
2. Ein weiterer Vorteil eines RFID-Systems ist der, dass die gleichzeitige Erkennung mehrerer Transponder, die sog. Pulkerfassung, in stärkerem Ausmaß als in anderen AutoID-Systemen möglich ist. So kann eine Vielzahl von Objekten nahezu zeitgleich und ggf. ohne manuellen Aufwand erfasst werden.
3. Ferner können Daten auf RFID-Transpondern gespeichert und in den Prozessen verändert oder ergänzt werden (vgl. das oben beschriebene Data-on-Tag-Prinzip). So können Systeme entwickelt werden, die unabhängig von EDV-Netzwerken und Datenbankzugriffen funktionieren. Korrespondierend mit abnehmender Schreib- und Lesegeschwindigkeit können auch vergleichsweise große Datenmengen auf den Transponder gespeichert werden.
4. Schließlich bietet die RFID-Technik die Möglichkeit, zusätzlich zur reinen Identifikation über an den RFID-Tag angeschlossene oder dort integrierte Sensoren bei der Erfassung auch Sensor-Daten zu berücksichtigen.

Diese vier Aspekte sind in nachfolgender Übersicht als Kernvorteile der RFID- gegenüber der Barcode-Technik hervorgehoben.

Merkmale	RFID	Barcode
Datendichte	sehr hoch	hoch
Manuelle Lesbarkeit	unmöglich	bedingt
Witterungseinflüsse	gering	sehr stark
Einfluss von optischer Abdeckung	lesbar	nicht lesbar
Einfluss der Medienausrichtung	gering	hoch
Abnutzung / Verschleiß	kein Einfluss	Bedingt
Anschaffungskosten	mittel	sehr gering
Lesegeschwindigkeit	sehr schnell	langsam
Pulk-Fähigkeit	Möglich	bedingt möglich
Veränderbarkeit der Daten auf dem Datenträger	möglich	nicht möglich
Anbindung von Sensoren	möglich	nicht möglich

Tabelle 4: Eigenschaften von Barcode und RFID-Systemen im Vergleich

Allerdings ist prozessabhängig zu betrachten, ob die als vorteilhaft bezeichneten Eigenschaften tatsächlich einen Vorteil im Vergleich zu alternativen Lösungen bieten.

So geht mit der Wiederbeschreibbarkeit von RFID-Transpondern auch die Gefahr der Manipulation oder ggf. unberechtigten Löschung der Daten einher. Auch ein Kopieren der Datenträger wird so möglich.

Mit der Möglichkeit des sichtkontaktfreien Auslesens eröffnet sich zugleich, bei nicht bewusst geschützten Systemen, die Möglichkeit des unbemerkten Auslesens von Daten. Dieser Punkt ist in den Medien beispielsweise i.V.m. Zutrittskontrollkarten, die auf RFID-Technik basieren oder Ausweisdokumenten, die RFID-Chips beinhalten, ausreichend diskutiert.

Oder die oft auf den ersten Blick erwünschte Pulk-Fähigkeit kehrt sich in einen ungewünschten Effekt um, nämlich immer dann, wenn aus einem Pulk gekennzeichnete Objekte nur eines zielgerichtet erfasst werden soll (sog. „Unschärfeproblem“). Nachfolgende Abbildung soll dies am Vergleich verschiedener RFID- und Barcodesysteme verdeutlichen.

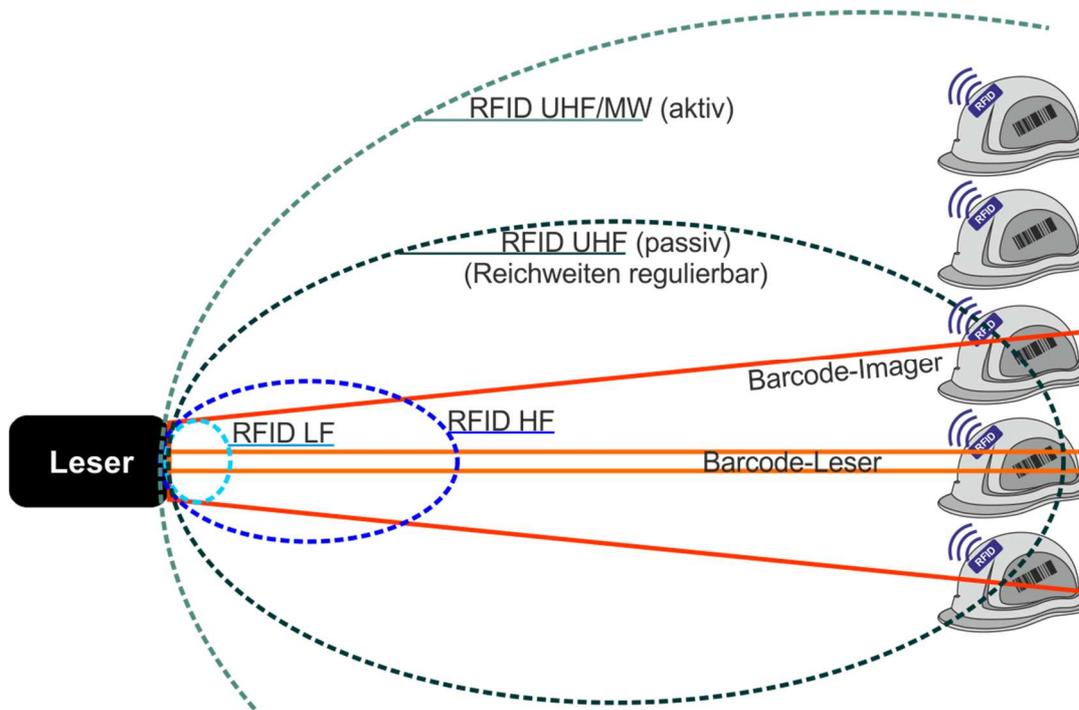


Abbildung 101: Erfassungsreichweiten und Zielgerichtetheit von Barcode- und RFID-Systemen im qualitativen Vergleich

So kann mit einem Barcode-Lesegerät ein auf einem Stapel liegender Kennzeichnungsträger aus einer Distanz von bis zu einigen Metern angepeilt (Laserabtastung) oder die relative Ausrichtung der Barcodes zueinander bestimmt werden (Bildauswertung nach Erfassung mittels Imager). Weitbereichs-RFID-Systeme erlauben dies nicht. Möchte man mittels RFID-Technik ein bestimmtes Objekt aus einem Pulk einscannen, so muss man so nah an das Objekt heran, dass das RFID-Lesefeld des RFID-Lesers nur noch einen der vielen Transponder umfasst.

Bzgl. des verdeckten Einbaus von RFID-Transpondern ist schließlich darauf hinzuweisen, dass inzwischen erste Schritte in die Richtung der Hinweispflicht auf den Transpondereinbau gemacht worden sind. So wurde bereits Standards entwickelt für Embleme, die auf den Tag und den genutzten RFID-Standard hinweisen.



Abbildung 102: Beispiele für RFID-Embleme nach AIM- / ISO-Standard

5.2.1.5 Datenvorhaltung an Objekten / Bauteilen / im Bauwerk am Beispiel des Intelligenen Bauteils

Ergänzend zu Standardisierungskonzepten, die auf vorhandenen Klassifizierungssystemen und Bauteilkatalogen aufbauen, lässt sich die Datenvorhaltung auch aufbauend auf realen Bauprozessen abbilden:

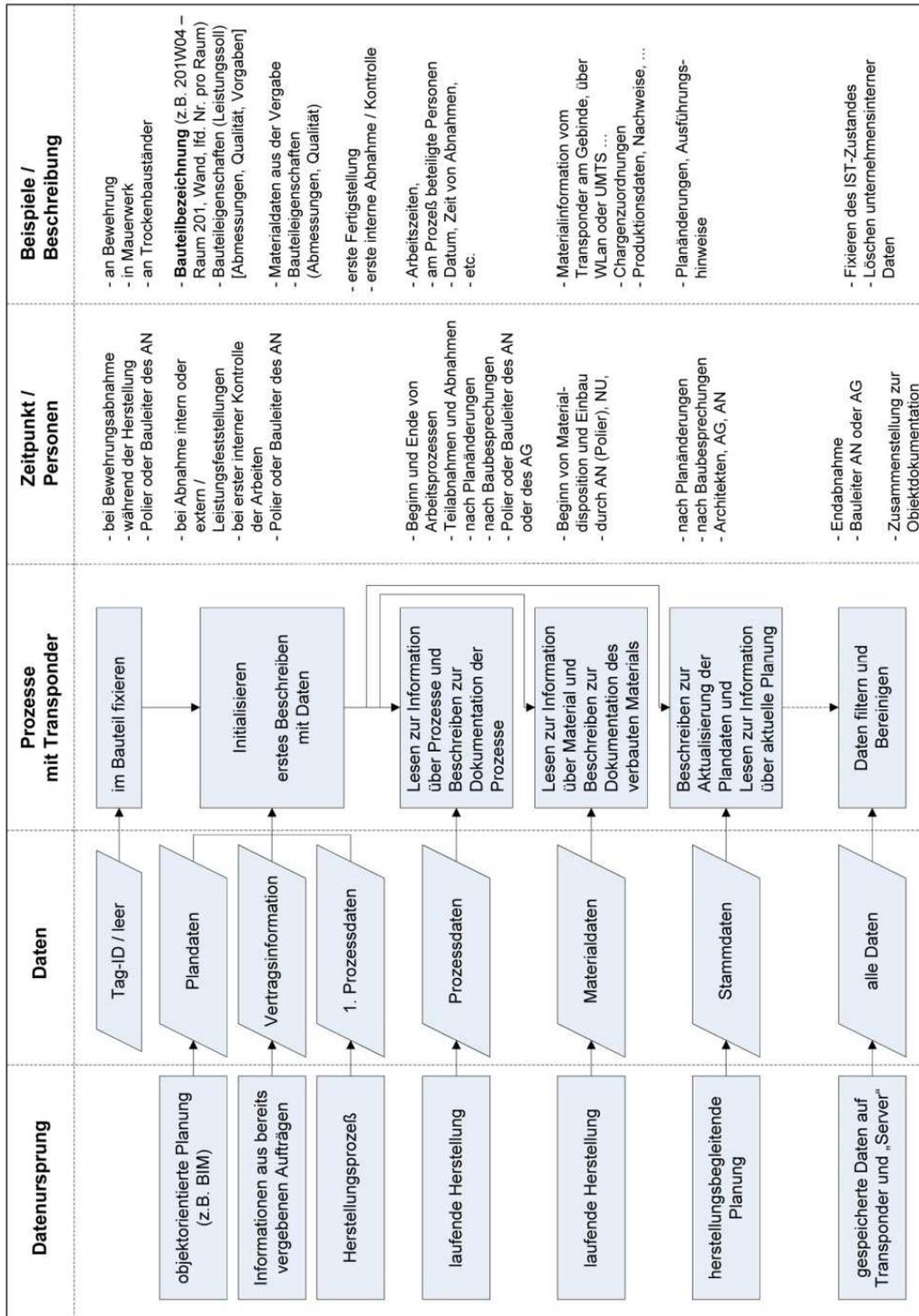


Abbildung 103: Beispiele für die Entwicklung der Daten auf dem Transponder während der Objekterstellung

Die bauteilrelevanten Daten lassen sich prozessrelevant strukturieren. Ausgehend von Plan-daten erfolgt die Weiterentwicklung der Daten auf dem Transponder durch das Einfügen von Materialdaten.

5.2.1.6 Indoor-Navigation

Die Umsetzung einer BIM-basierten Indoor-Navigation am Beispiel eines Wartungsprozesses von Brandschutzobjekten umfasst und vereint die folgenden Funktionalitäten und Datenbasen:

Daten eines digitalen Gebäudemodells (BIM)

Die Daten eines digitalen Gebäudemodells (BIM) dienen als Grundlage für alle weiteren Vorgänge der Ortung, Navigation sowie dem eigentlichen Wartungsprozess. Im BIM werden neben der Gebäudestruktur (Bauelementen/-teilen) auch die möglichen Laufwege und Navigationsdaten, aber auch die Eigenschaften sowie Lage der Brandschutzobjekte im Bauwerk gespeichert und mit diesem verknüpft.

Ortungsdaten

Seitens der Ortung wird ein System benötigt, das die aktuelle Position von Personen und mobilen Gegenständen im Gebäude erfasst. In der vorliegenden Projektphase wurde sich auf eine RFID-basierte Ortung beschränkt, es sind jedoch auch die in den vorangegangenen Projektphasen untersuchten Ortungstechniken (z. B. UWB, WLAN) je nach Umgebungsverhältnissen einsetzbar. Weitere Informationen hinsichtlich anderer Anwendungsfälle sowie Funktionsweisen sind den beiden Forschungsberichten *Rüppel/Stübbe 2010* und *Rüppel et al. 2012* zu entnehmen.

Für die Ortung von Personen und mobilen Gegenständen stehen zwei unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung:

- 1. Transponder (RFID-Chips) befinden sich fest im Gebäude eingebaut (z. B. in Wänden)**

Hierbei werden die Transponder stationär im Gebäude verankert und die zu ortenden Personen tragen ein mobiles Endgerät mit RFID-Lesefunktion bei sich, um die Transponder zu empfangen. Vorteil dieser Variante bildet die Möglichkeit, die bereits zuvor im Gebäude verbauten Transponder (z. B. in IntelliBau-Bauteilen) zu nutzen oder ebenfalls die ggf. an stationären Objekten angebrachten RFID-Transponder für die Ortung zu nutzen. Diese Konstellation aus Transpondern und Lesegeräten ermöglicht eine autarke Ortung, da auf den mobilen Endgeräten alle Ortungs-/ Navigationsfunktionalitäten vorgesehen werden können, keine ständige Datenbankverbindung notwendig ist und Informationen unmittelbar auf den Transpondern bereitgestellt werden können (z. B. Koordinatenangaben, Location-based Services (LBS)). Die im Gebäude verbauten RFID-Transponder benötigen keine externe Stromversorgung (Nutzung von aktiven und/oder passiven Transpondern). Nachteil dieser Konstellation aus fest im Gebäude verbauten RFID-Transpondern stellt die Qualität der Ortung dar. Je nach verwendeten Transponderarten ist in erster Linie nur eine zellbasierte Ortung möglich.

- 2. RFID-Sensoren werden fest im Gebäude eingebaut**

Bei dieser Variante werden RFID-Sensoren im Gebäude eingebaut und die zu ortenden Personen / mobilen Gegenstände führen RFID-Transponder mit sich. Durch steti-

gen Kontakt zwischen den Sensoren und den Transpondern und der daraus resultierenden Berechnung z. B. von Signallaufzeiten werden mittels Triangulation die Positionen der Transponder ermittelt. Für dieses Verfahren werden aktive Transponder benötigt. Vorteil dieser Technik bildet eine höhere Ortungsgenauigkeit und die Nutzung von Zusatzfunktionalitäten (z. B. Anschluss von zusätzlichen Sensoren). Durch eine stete Datenbankverbindung können die ermittelten Positionen unmittelbar in Echtzeit für weitere Anwendungen bereitgestellt werden.

Navigationsfunktion

Die Navigation erweitert die Ortung um eine Zielführung der Personen im Gebäude. Aus der ermittelten aktuellen Position, einem Zielpunkt (z. B. Brandschutzobjekt) sowie auf Basis eines Routingnetzes kann der betreffenden Person ein Wegvorschlag zur Verfügung gestellt werden.

Die hierfür benötigten Routingnetze basieren wiederum auf dem hinterlegten digitalen Gebäudemodell (BIM), aus dem die einzelnen Objekte (Bauteile) wie Räume, Wände, Türen etc. Verwendung finden. Hieraus entsteht ein Grundrissplan, aus dem hervorgeht, auf welchen Flächen eine Bewegung möglich ist, welche Bereiche nicht durchschritten werden können (z. B. Wände) und wo durchdringbare Verbindungen (Türen) bestehen.

Wartungsprozess

Für den Vorgang der Wartung werden sowohl Daten über die Lage, als auch wartungsbezogene Eigenschaften der zu wartenden Brandschutzobjekte benötigt. Diese Daten lassen sich unmittelbar aus dem digitalen Gebäudemodell (BIM) entnehmen. Für eine eindeutige Identifikation der korrekten Wartungsobjekte ist eine Markierung mittels RFID-Transpondern notwendig. Diese werden im Verlauf des Wartungsvorganges ausgelesen. Realisieren lässt sich hierdurch die Bereitstellung einer Wartungshistorie, der Nachweis der erfolgreichen Durchführung einer Wartung am Wartungsobjekt, die Kontrolle der Existenz und korrekten Positionierung von mobilen Wartungsobjekten (vor allem Brandschutzobjekte wie Feuerlöscher etc.), die Protokollierung der erstellten Wartungsdaten sowie eine Kontrolle und Protokollierung, wer die jeweilige Wartung durchgeführt hat.

Im Folgenden stellt Tabelle 5 die verschiedenen benötigten Funktionalitäten dar. Diese sind ergänzt um Beispieldaten, die durch Schnittstellen bereitgestellt bzw. ausgetauscht werden müssen.

Funktion	Datenbankbereich	Beispieldaten (Übergabe an DB)	Beispieldaten (Speicherung in DB)	Beispieldaten (Abruf aus DB)
Identifikation Wartungs- mitarbeiter	Personendaten	ID Mitarbeiter- ausweis	Ggf. Anmel- dung an Ap- plikation	Nutzungsberechtigung der Applikation; Name des Mitarbeiters
Gebäude- darstellung (Grund- riss/3D)	Gebäudedaten	ID Gebäude	-	Gebäudedaten
Ortung	Ortungsdaten	ID Ortungs- transponder	Aktuelle Posi- tion (Transpon- der-ID oder Koordinaten)	Aktuelle Position (Koor- dinaten) zur Visualisie- rung
Navigation	Ortungsdaten Navigations- daten Gebäudedaten	Aktuelle Posi- tion (ID Ortungs- transponder), Zielposition (ID Wartungs- objekt)	-	Gebäudedaten, Routing- netz, aktuelle Position und Zielposition (Koordi- naten) zur Visualisierung
Wartungs- prozess	Wartungsdaten	ID Wartungs- objekt	Daten des Wartungs- protokolls	Wartungsobjekt- daten

Tabelle 5: Benötigte Funktionalitäten für den Wartungsprozess

Datenaustausch

Seitens der Ortung wurde in den vergangenen Forschungsprojektphasen des Instituts für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen (IIB) der Technischen Universität Darmstadt mit RFID-Ortungstechnik des Herstellers IDENTEC SOLUTIONS geforscht. Dieser stellt sowohl Hard- als auch Software her.

Hauptfunktionsweise von Ortungssoftware ist die Ermittlung von – in der Regel – Echtzeit-Positionen, basierend auf einer vordefinierten Ortungsfläche. Diese Ortungsfläche wird meist im System bereits mit übergeordneten Koordinatensystemen versehen, so dass eine einfache Übertragung auf externe Gebäudemodelle, deren reale Lage bekannt ist, möglich ist.

Die bereitgestellte Software (Position Engine) von IDENTEC SOLUTIONS weist bereits Funktionalitäten auf, mit denen per Webservice sowie weiteren bereits vorhandenen Schnittstellen eine Übermittlung der berechneten Ortungsdaten zu externen Datenbanken möglich ist. Zukünftige standardisierte Datenschnittstellen zu erweiterten BIM-Datenbanken oder anderweitigen standardisierten Datenablagen werden somit bereits jetzt gewährleistet. Inwieweit weitere Hersteller von Ortungssystemen bereits jetzt eine Vorbereitung für einen standardisierten Datenaustausch sowie eine externe Datenablage vorgesehen haben, ist entsprechend im Einzelfall zu prüfen.

Die in den vergangenen Forschungsprojekten erstellten Prototypen der Endbenutzersoftware (für die Feuerwehr sowie Wartungspersonal) wurden individuell am Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen (IIB) der Technischen Universität Darmstadt programmiert. Eine Anpassung an zukünftige standardisierte Schnittstellen sowie Datenablagen ist somit problemlos möglich. Als elementar notwendige Datenbereiche stellen sich Daten über die Nutzer (UserID zur Identifikation der zu ortenden Person), das Gebäude (als Grundlage für die Ortung und Navigation) sowie Navigationsdaten (die wiederum auf den Gebäudedaten basieren) heraus.

5.2.2 Standardisierungsaspekte für den RFID-Einsatz im Baukontext

5.2.2.1 Welche physischen Objekte sollten mittels AutoID gekennzeichnet werden, damit das Gesamtkonzept funktionieren kann und wie kann dies gelingen?

Wie unter Ziff. 5.2.1.2 gezeigt, finden sich heute auf den verschiedenen möglichen Kennzeichnungsebenen von Bauprodukten eine Vielzahl von Informationen. Diese reichen von Pflichtangaben über Angaben für die Vertriebs- und Kundenprozesse hin zu Angaben zur späteren Verwertung.

Die ARGE RFIDimBau geht davon aus, dass überall, wo heute eine Kennzeichnung bzw. eine Mitgabe von Information an einem Objekt erfolgt, diese Information ersatzweise oder ergänzend auch online bereitgestellt werden kann, wenn das Objekt selbst einen eindeutigen Schlüssel mit sich führt, der auf diese Information referenziert. Bei diesem Schlüssel kann es sich um eine eindeutige Nummer (z. B. Seriennummer, z. B. auch aufbereitet zur AutoID-Identifizierung auf einem RFID-Chip oder umgesetzt in einem Barcode), einen eindeutigen Weblink (z. B. aufbereitet in einem QR-Code oder abgelegt auf einem RFID-Chip) oder aber ein eindeutiges Merkmal (z. B. Fingerabdruck) handeln.

Soll der Einsatz von AutoID-Technik standardisiert werden, so bietet sich die Nutzung einer standardisierten Nummernstruktur an, auf die in einem anderen Abschnitt eingegangen wird. Diese kann in Klarschrift und/oder als Barcode und/oder im Speicher eines RFID-Chips an einem Objekt hinterlegt werden. Die ARGE RFIDimBau empfiehlt, diese Nummer auf jeder Kennzeichnungsebene zunächst ergänzend aufzubringen, auf der bereits heute eine Kennzeichnung erfolgt. Mit dieser Nummer werden zunächst keine weiteren Informationen bereitgestellt. Diese werden erst durch zusätzliche Softwaresysteme zugänglich.

Folgende Ebenen bzw. Objekte können so ab sofort mittels einer eindeutigen Nummer gekennzeichnet werden – wird (zunächst vor Einsatz der RFID-Technik) die Barcode-Technik genutzt, sind dieser Nummern mit einfachen Mitteln per AutoID-Technik erfassbar, ohne dass für die Kennzeichnung hohe Kosten zu erwarten sind – denn es ist lediglich ein wenig mehr Farbe erforderlich und ggf. ein geringfügig größerer Druckbereich.

- Personen (über Ausweise, inkl. Unternehmens-Identifikation)
- Maschinen / Fahrzeuge / Werkzeuge / Geräte
- Baubetriebsmittel (Schalungsteile, Gerüstteile etc.)
- Baustelleneinrichtungsgegenstände
- Behälter / Ladungsträger
- Persönliche Schutzausrüstung
- Erfassungsgeräte / Indoor-Navigationsgeräte / Bestandteile von EDV-Anlagen
- Orte (z. B. Lagerplätze, Ladezonen, Unternehmensstandorte, Baustellen)
- Bauwerksteile (Räume, Etagen, Treppenhäuser, Lagerzonen)
- IntelliBauteile
- Produkte
- Baustoffe
- Bauteile
- Anlagen
- Versandeinheiten
- Verpackungen
- Umverpackungen
- Lieferpapiere / Begleitpapiere / Beipackzettel
- Dokumente / Dokumentarische Bezugseinheiten

5.2.2.2 Welche branchenübergreifenden AutoID-Standards können genutzt bzw. welche branchenfremden AutoID-Standards können adaptiert werden (speziell RFID: Technik, Nummernstrukturen etc.)?

Standard zur Kennzeichnung mittels RFID

Um eine allgemeine, strukturelle Kompatibilität zu gewährleisten, wird die übergreifende Nummernstruktur an ISO 18000-6C angelehnt. Der bestehende Standard untergliedert sich in erster Ebene in vier verschiedene MemoryBanks (MB).

6Bit-ASCII-Format

Die Festlegungen aus ISO 18000-6C beinhalten eine Kodierung nach dem 6Bit-ASCII-Format (ASCII = American Code for Information Interchange). Über 6 Bits können insgesamt exakt 64 verschiedenen Kombinationen generiert, somit also bis zu 64 verschiedene Zeichen kodiert werden. Eine Übersicht über die Festlegungen des 6Bit-ASCII-Formats ist in folgender Abbildung gegeben.

"[]> ^R _s 06 ^G _s "	100001	1	110001	A	000001	Q	010001
<GS>	100010	2	110010	B	000010	R	010010
<RS>	100011	3	110011	C	000011	S	010011
<US>	100100	4	110100	D	000100	T	010100
<EOT>	100101	5	110101	E	000101	U	010101
"Latch 8"	100110	6	110110	F	000110	V	010110
Reserved	100111	7	110111	G	000111	W	010111
(101000	8	111000	H	001000	X	011000
)	101001	9	111001	I	001001	Y	011001
*	101010	:	111010	J	001010	Z	011010
+	101011	;	111011	K	001011	[011011
,	101100	<	111100	L	001100	\	011100
-	101101	=	111101	M	001101]	011101
.	101110	>	111110	N	001110	Reserved	011110
/	101111	?	111111	O	001111	Reserved	011111
0	110000	@	000000	P	010000	Reserved	100000

Abbildung 104: 6Bit-ASCII Kodierungstabelle

Für die Anwendungen in Supply Chains und die Übertragung eines Codes in ein von Menschen lesbares Format, sind meist die Ziffern 0 - 9 sowie die Großbuchstaben A - Z von entscheidender Bedeutung. Neben diesen elementaren Zeichen sind außerdem die gängigsten Sonderzeichen sowie für die Anwendung relevante Steuerzeichen kodiert.

Um eine AutoID-technikübergreifende Kompatibilität der Nummernstruktur zu gewährleisten, soll auch der klassifizierende Teil der Nummer ISO-konform, nach oben beschriebener 6Bit-ASCII-Format übersetzt werden. Die Produktgruppen und im speziellen die Schutzart wurden allerdings bei der Erarbeitung im Binärcode, der untersten Kodierungsebene dargestellt. Diese sind somit nach Ausgabe der Nummer nach dem 6Bit-ASCII-Format zu übersetzen.

UII – Kennzeichnender Teil der Nummernstruktur

Die eindeutige Kennzeichnung eines einzelnen Produktes wird durch den kennzeichnenden Teil der Nummer gewährleistet. Diese umfasst den Unique Item Identifier (UII), dessen Aufbau in ISO/IEC 15459 definiert ist. Die unter dieser Ziffer ausgeführten Festlegungen regeln die Anwendung des bestehenden ISO-Standards im Kontext der Produkt-ID.

		Kennzeichnender Teil der Nummer					
MB00		MB01					
RESERVED		UII nach ISO 15459					
PSA-ID Komponenten Abkürzung Kodierung	Zugriffs-Passwort	Kill-Passwort	Daten-Identifikator der UII	Vergabestellen-identifikator	Firmen-identifikator	Seriennummer	Group Separator
	AP	KP	DI	IAC	CIN	SN	GS
			25S	individuell	individuell	individuell	

Abbildung 105: UII

Die UII setzt sich aus den folgenden, fest definierten Elementen zusammen.

DI

Der Datenidentifikator, engl. Data Identifier (DI), der UII wird durch eine vorgeschriebene Zeichenfolge kodiert, welche die logistische Einheitsebene des zu kennzeichnenden Objektes definiert. Im Falle der angestrebten produktindividuellen, eindeutigen Kennzeichnung von Gegenständen der Persönlichen Schutzausrüstung ist hier die Einzelproduktebene zu kodieren. Die verschiedenen DIs sind in ISO/IEC 15418 definiert. Für die Einzelproduktebene ist der DI über 25S im 6Bit-ASCII-Format kodiert.

IAC

Die Vergabestellenkodierung, engl. Issuing Agency Code (IAC), kodiert die Information, an welcher der, beim durch ISO/IEC und CEN autorisierten Nederlands Normalisatie-Instituut (NEN), registrierten Vergabestellen die auf den IAC folgende Firmen-Identifikationsnummer vergeben wurde. Die beim NEN registrierten Vergabestellen arbeiten nach ISO/IEC15459-2.

CIN

Die Firmen-Identifikationsnummer, engl. Company Identification Number (CIN), kann von den jeweiligen Herstellern bei den oben erwähnten Vergabestellen eingekauft werden. Bereits die CIN wird durch die Kombination mit der IAC zu einer weltweit eindeutigen Nummer.

SN

Die Seriennummer, engl. Serial Number (SN) des Produktes wird durch den Hersteller selbst vergeben. Hierzu können bereits vorhandene Nummernsysteme genutzt werden.

GS

Der Group Separator wird als Steuerzeichen direkt über das 6Bit-ASCII-Format kodiert und trennt den kennzeichnenden vom klassifizierenden Teil der Nummer.

Klassifizierender Teil der Nummernstruktur

Während der kennzeichnende Teil der Nummernstruktur strikt nach den Vorgaben der entsprechenden, bestehenden Normenwerke angelegt werden kann, muss ein ergänzender klassifizierender Teil der Nummernstruktur von Grund auf neu definiert und erarbeitet werden. Dieser kann an den oben erwähnten GS anschließen und startet, analog zur UII, mit einem DI. Im Kontext der Klassifizierung beschreibt dieser die folgende Anwendung.

Anwendungs-ID

An den GS schließt die Anwendungs-ID an. Als Datenidentifikator für die Anwendung kann der DI in ISO 15418 beantragt und festgelegt werden. Diesem wird die Anwendungs-ID direkt angefügt. Die Anwendungs-ID für die Anwendung kann die AID in DIN 66277 (in Arbeit) beantragt und festgelegt werden.

5.2.2.3 Wie werden bestehende bzw. in der Entwicklung befindliche Produkt-/Bauteil-Klassifizierungssysteme / Artikelkataloge / Systeme zum Produktdatenaustausch mit Daten der RFID-Systeme und der BIM-Modellwelt verknüpft?

Es bestehen allein im Bauumfeld diverse Klassifizierungssysteme wie ecl@ss, Bau:class, proficl@ss, bsDD, Datanorm, VDI 3805, ISO 12006, Omniclass, Uniclass, ETIM, EDIFACT, BMEcat, ProSTEP, DIN-Merkmallexikon etc. Weiterhin sind Systeme wie STL-Bau, DIN 276, BGL, BAL etc. allen Beteiligten bekannt.

Ein Ansatz kann sein, möglichst offen zu bleiben, um nicht alle Systeme bis ins letzte analysieren und sich für eines entscheiden zu müssen, sondern für den Lösungsvorschlag von einer Systemvielfalt auszugehen, die es anzubinden gilt.

Auf der Auto-ID-Kennzeichnungsseite könnte die o. a. ISO-Nr. mit neuen DI/AID stehen. Diese müsste dann zu den alternativen Klassifizierungs-, Artikelkatalogdaten- und Produktdatenaustauschsystemen gematcht werden, was mit einfachen Datenbanktabellen möglich ist. Dies könnte für alle Beteiligten ein einfacher Weg sein, der auch umsetzbar erscheint.

Zur Anbindung der „BIM-Datenwelt“ könnten entweder neue Attribute für BIM-Objekte zum Eintrag von Klassifizierungsnummern genutzt werden oder aber das Prinzip des Matchings über sogenannte MMC mit den Klassifizierungsdatenbanken etc. als verlinkbare Elementarmodelle.

5.2.2.4 Wie kann die Verknüpfung von Daten zu physischen Objekten mit den Daten zu virtuellen Objekten einer BIM-basierten Planung erfolgen?

Bei der Verknüpfung von BIM- und RFID-Daten sollte das jeweilige Interesse an der informationsbasierten Methode und Technik im Mittelpunkt stehen. Was interessiert, sind die Daten und Informationen, die konsistent unter den Projektbeteiligten übergeben werden. Hierbei beschränkt sich das Interesse häufig nur auf die Übergabe. Bei genaueren Hinsehen interessiert aber etwas ganz anderes: Die Informationen >>Stütze<<, >>C20/25<< und >>Pos. 103<< sind jeweils für sich genommen relativ bedeutungslos. Erst in Beziehung gesetzt werden diese Ei-

genschaften zu einer bedeutungsvollen, nutzbaren und vor allem verifizierbaren Aussage. Entscheidend sind somit nicht nur die Informationen, sondern ihre Beziehungen und Relationen zueinander.

BIM ist somit eine inkrementelle Entwicklung, die Möglichkeiten, Prozesse, Technologien und Ressourcen aufzeigt und koordiniert. Die Definition von BIM wächst in seiner buchstäblichen Aufstellung mit den Phasen, Verantwortlichkeiten, Aufgaben und den Zielen von der Projektinitiierung bis hin zur Bewirtschaftung.

Die Einsatzmöglichkeiten in verschiedenen Planungsphasen wurden vom bS¹¹² in einem Anwenderhandbuch für Datenaustausch BIM/IFC¹¹³ definiert. Das Anwenderhandbuch definiert die Regeln und beschreibt exemplarisch die Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen den Planungspartnern mit dem Bauherrn, Projektsteuerer und späteren Betreiber.

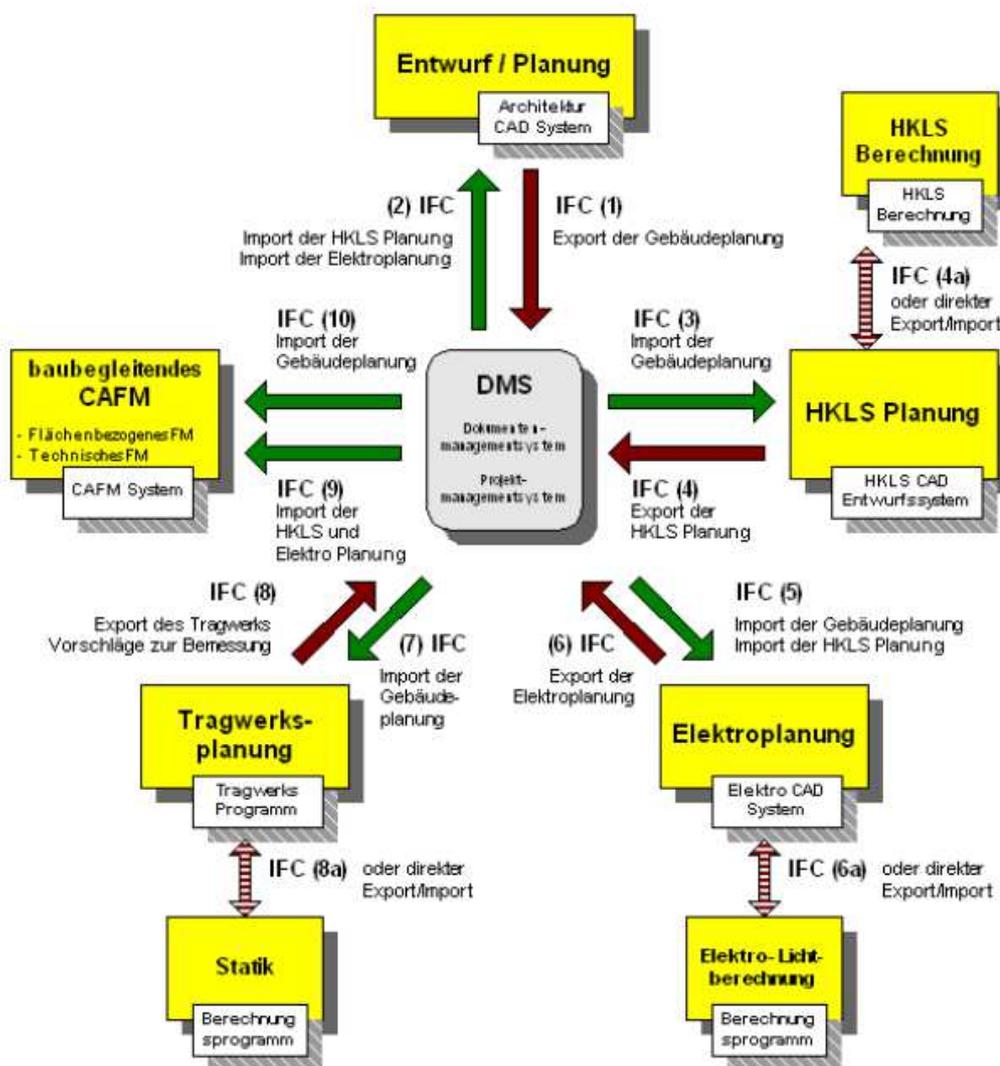


Abbildung 106: Einsatzmöglichkeiten der IFC Schnittstelle in der Entwurfsphase¹¹⁴

¹¹² Vgl. www.buildingsmart.org

¹¹³ Liebich et al. 2008: Buildingsmart Anwenderhandbuch, Download unter <http://www.buildingsmart.de/bim-know-how/literaturhinweise>

¹¹⁴ Liebich et al. 2008, S.15.

Das IFC Modell und IFC kompatible Software können Gebäudedaten zwischen den verschiedenen Sichten der Gebäudeplanung und Architektur, der HKLS Planung und Berechnung (wie Energiemanagement), der Elektroplanung sowie der Vorbereitung und Übergabe an den FM-Prozess der Betreiber kommunizieren.¹¹⁵



Abbildung 107: Kommunikation zwischen mit RFID-Technik versehenen Objekten

Schon heute lässt sich BIM insbesondere für die Phasen der Gebäudeplanung und Realisierung mit Standardwerkzeugen umsetzen. Auf den Lebenszyklus eines Bauwerkes bezogen werden Verwaltung und Bewirtschaftung von Gebäuden durch BIM-basierte Prozesse aktuell trotzdem noch zu wenig ausgeschöpft.

¹¹⁵ Liebich et al. 2008, S.16.

Eine Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches BIM-basiertes Betreibermodell sind plausibilisierte, akkurate As-Built-Informationen (Revisionsdokumentation). Aufgrund der real existierenden Dokumentationskultur im Bauwesen werden heute größtenteils Daten von nicht ausreichender Qualität geliefert. Für den Betreiber ist es ein erheblicher Aufwand, diese Qualitätsmängel zu beseitigen, wenn das Betreibermodell auch die geometrische Bauwerksdokumentation vorsieht. Damit er sein Recht auf Dokumentation einfordern kann, sind neue Konzepte und Strategien erforderlich. Prozessbasierte, zwingende Mechanismen sind unabdingbar, um einen effizienten, nachhaltigen und konsistenten Informationsablauf ohne Medienbrüche zu gewährleisten. CAFM-relevante alphanummerische und geometrische Daten für das zukünftige, graphische CAFM-System sollten bereits beim Start der Realisierungsphase erhoben werden. Mit dem Ende dieser Phase lässt sich so ein gleitender Übergang in den Betrieb realisieren.¹¹⁶

Mobile, Auto-ID-gestützte Endgeräte sollen es ermöglichen, auch während der Realisierungsphase modellbasierte Informationen auf der Baustelle aufzunehmen und mit dem virtuellen Modell abzugleichen. Durch Prozessdaten wie bspw. Ort/Zeitpunkt von Warenein- und -ausgangskontrollen, Ort/Zeitpunkt der Bauproduktionsmittelregistrierung, Ort/Zeitpunkt der Lagerung etc. sollen die As-Built-Informationen (Revisionsdokumentation) auch durch Aufnahme der realisierungsbezogenen Informationen ganzheitlich ergänzt und mit den virtuellen Modell-daten verknüpft werden.

Um verschiedene Formen der Verknüpfung von virtueller Planungswelt und physischer Welt der per AutoID-Technik erfassten Objekte verdeutlichen zu können, müssen die virtuellen Daten mittels IFC-Datenformat und die physischen Informationen mittels RFID-Technik in Zusammenhang gebracht werden.

Virtuellen Objekten der BIM-Datenwelt können ein oder mehrere Objekte der physischen Welt zugeordnet werden, z. B. über neue IFC-Attributen zu den BIM-Objekten.

¹¹⁶ Bredehorn 2014

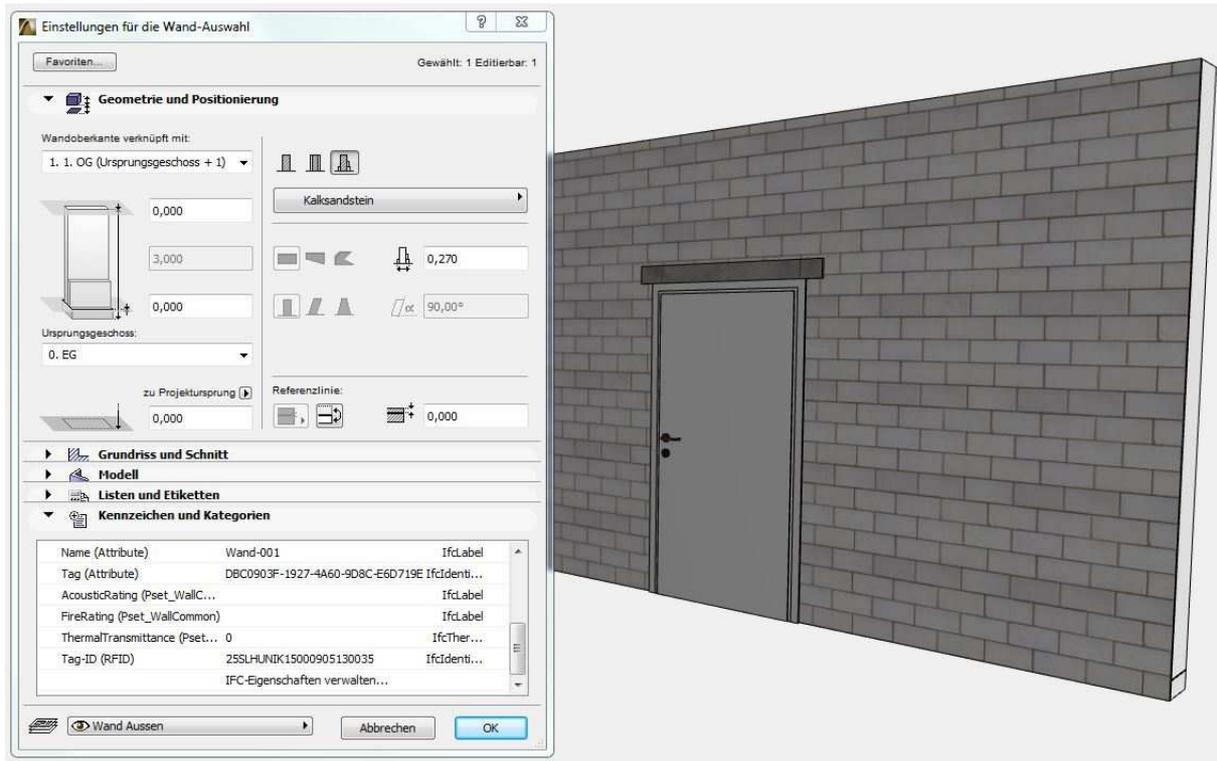


Abbildung 108: Anbindung der RFID-Tag-ID an das VGM nach ISO 15418¹¹⁷

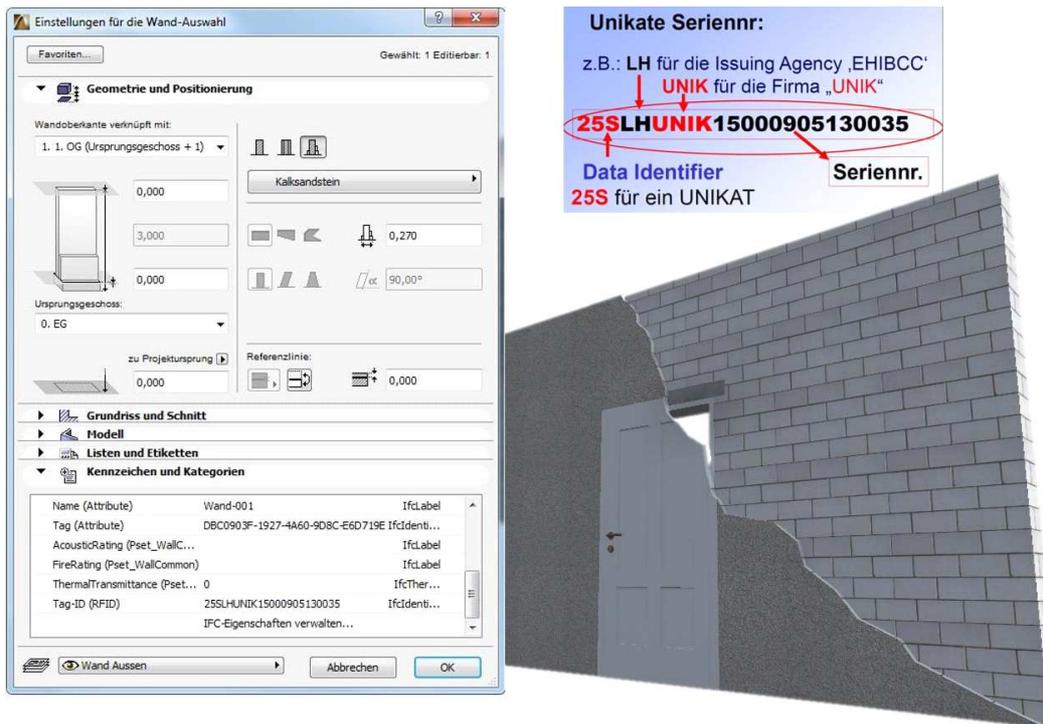
Einerseits müssen RFID-Applikationen Daten aus BIM-Datenbank-Konstrukten erhalten oder auf die Datenbanken direkt zugreifen können, um funktionieren zu können. Andererseits müssen BIM-Datenbank-Konstrukte um Möglichkeiten erweitert werden, mit RFID-Applikationen erzeugte Daten aufzunehmen.

Sollen Daten applikationsübergreifend genutzt werden, müssen die Applikationen entweder auf eine gemeinsame Datenbank zugreifen, oder es muss ein Datenaustausch zwischen jeweils applikations- oder unternehmensbezogenen Datenbanken erfolgen.

5.2.2.5 Wie werden Daten zwischen RFID-Applikationen untereinander und mit Applikationen zur BIM-Modellwelt ausgetauscht?

Der Ansatz muss hier sein, bestehende Datenbankstrukturen und Entwicklungen für die Verlinkung von Daten in der BIM-Datenwelt zu nutzen und aus Sicht der ARGE RFIDimBau aufzuzeigen, wie hier die Erweiterung

¹¹⁷ Eigene Darstellung.



um RFID-bezogene Daten erfolgen kann.

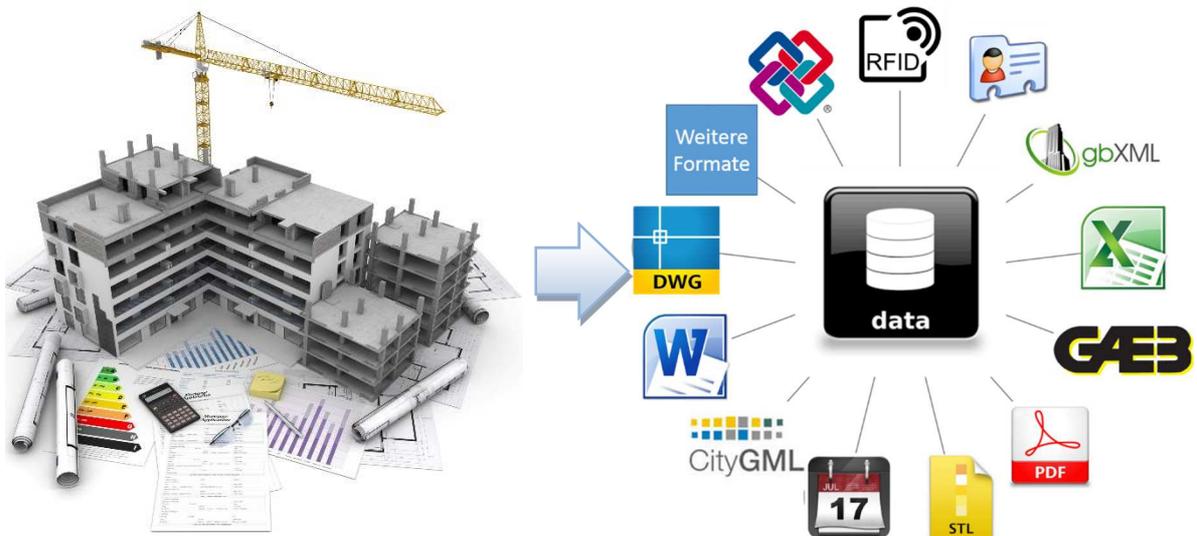


Abbildung 109: Applikationsübergreifende Datennutzung¹¹⁸

Virtuelle Objekten der BIM-Datenwelt können über das Prinzip des Matchings mittels sogenannter MMC Linkmodelle oder auch anderer Datenbanken, die die Verknüpfung sowohl zu den Objekten der physischen Welt, als auch zu den virtuellen Objekten der BIM-Datenwelt verlinken können, indem beliebige Informationen aus oder für die unterschiedlichsten Applikationen erweitert werden.

¹¹⁸ Eigene Darstellung (Bildnachweis Fotolia).

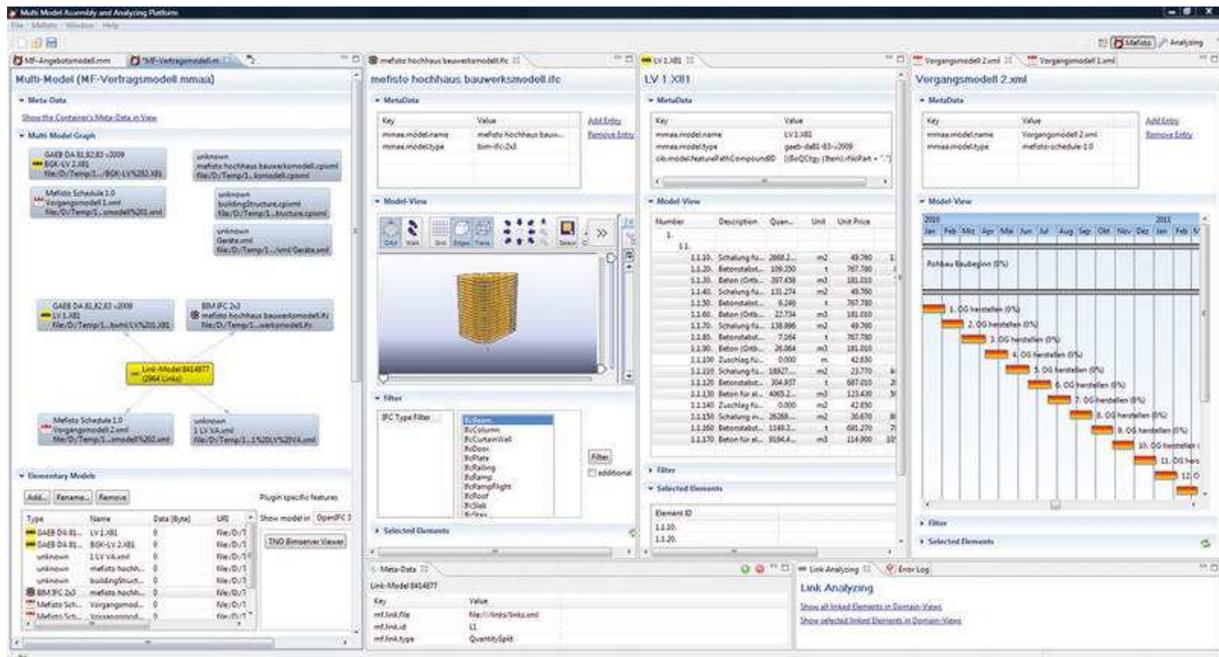


Abbildung 110: Mefisto¹¹⁹

5.2.2.6 Nutzung von RFID-Applikationen im Zusammenhang mit etablierter Branchensoftware am Beispiel der Ressourcen- und Kostenplanungssoftware Asta Powerproject

Vorbemerkung

Im Folgenden wird der Funktionsumfang einer Schnittstelle für Asta Powerproject zur Kommunikation mit RFID-Transpondern beschrieben. Die dafür vorgesehenen Projekte können sowohl in lokalen Projektdateien (*.pp Datei) als auch auf einem Asta Enterprise Server gespeichert werden.

Zielsetzung

Es soll eine Schnittstelle zwischen Asta Powerproject und RFID-Transpondern geschaffen werden. Mit den Schnittstellen sollen Informationen aus Asta Powerproject auf RFID-Transpondern gespeichert werden, damit diese Informationen nach dem Einbau direkt am Bauteil zur Verfügung stehen und mit geeigneter Hard- und Software ausgelesen werden können. Weiterhin soll sichergestellt sein, dass durch das Auslesen des Transponders die dazugehörigen Vorgänge sowohl in Asta Powerproject (hier Gegenstand der Untersuchung), als auch in anderen Softwareanwendungen angezeigt werden können, sofern sie die nachfolgend beschriebenen Datensätze interpretieren können.

Am Beispiel von Asta Powerproject ergibt sich eine Verknüpfung des Transponders mit einem bestimmten Vorgang, Summenvorgang oder Meilenstein im Projekt.

Begriffe und Abkürzungen

In der Beschreibung der Funktionen werden folgende Begriffe verwendet:

¹¹⁹ <http://www.rib-software.com/typo3temp/pics/d667b4b274.jpg>

- **Asta:** Asta Development GmbH
- **APP:** Asta Powerproject
- **Projekt:** Eine lokale Projektdatei von APP, in der der Ablauf eines einzelnen Projektes hinterlegt wird
- **Multiprojekt.** Das Serverprojekt von APP, in dem alle geplanten Projekte und deren Ablauf hinterlegt werden
- **Vorgang:** Tätigkeit innerhalb eines Projektes
- **Summenvorgang:** Zusammenfassung mehrerer Vorgänge
- **Meilenstein:** Termin ohne Dauer innerhalb eines Projektes
- **Ressourcenzuweisung:** Mitarbeiterinsatz bei einer Tätigkeit
- **Verbrauchsressource:** Materialeinsatz bei einer Tätigkeit
- **BDF:** Benutzerdefiniertes Datenfeld (Zusatzinformation für bestimmte Objekte in APP)

Benutzerdefinierte Datenfelder

Damit die Schnittstelle eine eindeutige Zuordnung zwischen Vorgang und RFID-Transponder herstellen kann, sind folgende BDFs anzulegen bzw. abzuändern:

- **RFIDTag:** Textfeld mit eindeutiger Nummer/Kennung des RFID-Transponders (die sogenannte Transponder-ID).

Zu speichernde Datenfelder

Die folgenden Informationen/Datenfelder sollen durch die Schnittstelle auf dem Transponder gespeichert werden:

- **Anwendung (in diesem Fall Asta Powerproject)**

Die allgemeinen Informationen beinhalten in erster Linie Informationen zur Anwendung, die die Daten auf dem Transponder speichert. Da die Daten auf dem Transponder in Textform vorliegen, können auf diese Weise die Daten mehrerer Anwendungen gespeichert werden.

 - **Name:** Der Name der Anwendung, die die Informationen auf dem Transponder speichert
 - **Version:** Die Versionsnummer der Anwendung
- **Projektinformationen**

Die Projektinformationen beinhalten Basisinformationen zum Projekt, in dem die Terminplanung stattfindet.

 - **Projekt ID:** Die ID des Projektes, aus dem die Informationen stammen
 - **Projektname:** Der Name des Projektes
 - **Autor:** Der Ersteller des Projektes
- **Vorgangsinformationen**

Zu den Vorgängen werden folgende Datenfelder auf dem Transponder gespeichert.

 - **Vorgangs ID:** Die eindeutige ID des Vorgangs

- **Bezeichnung:** Die Vorgangsbezeichnung, wie sie auch in Powerproject zu sehen ist
 - **Start:** Startdatum und -uhrzeit des Vorgangs
 - **Ende:** Enddatum und -uhrzeit des Vorgangs
 - **Dauer:** Dauer des Vorgangs in Sekunden
 - **Prozent Fertigstellung:** Prozentualer Fertigstellungsgrad des Vorgangs
-
- **Benutzerdefinierte Datenfelder (BDF)**

Zu jedem Vorgang könnten auch die benutzerdefinierten Datenfelder gespeichert werden. Um Speicherplatz zu sparen, wird nur das unbedingt erforderliche BDF „RFIDTag“ mit folgenden Feldern auf dem Transponder gespeichert.

 - **Bezeichnung:** Bezeichnung des benutzerdefinierten Datenfelds
 - **Datentyp:** Der Datentyp des BDF, z. B. Textfeld, Ganzzahl, Datum
 - **Wert:** Der Wert des BDF für den entsprechenden Vorgang

- **Arbeitsressourcen**

Jedem Vorgang können auch eine oder mehrere Arbeitsressourcen zugewiesen werden. Deren Informationen werden in den folgenden Feldern gespeichert:

- **Objekt ID:** Die eindeutige ID der Ressourcenzuweisung
- **Bezeichnung:** Die Bezeichnung der Ressourcenzuweisung
- **Start:** Startdatum und -uhrzeit der Ressourcenzuweisung
- **Ende:** Enddatum und -uhrzeit der Ressourcenzuweisung
- **Dauer:** Dauer der Ressourcenzuweisung in Sekunden
- **Anzahl:** Die Anzahl der Ressourcenzuweisung

- **Verbrauchsressourcen**

Den Vorgängen können auch Verbrauchsressourcen zugewiesen sein, deren Eigenschaften in diesen Feldern gespeichert werden:

- **Objekt ID:** Die eindeutige ID der Ressourcenzuweisung
- **Bezeichnung:** Die Bezeichnung der Ressourcenzuweisung
- **Start:** Startdatum und -uhrzeit der Ressourcenzuweisung
- **Ende:** Enddatum und -uhrzeit der Ressourcenzuweisung
- **Dauer:** Dauer der Ressourcenzuweisung in Sekunden
- **Anzahl:** Die Anzahl der Ressourcenzuweisung

Datenstruktur auf dem Transponder

Aufgrund der Struktur der zu speichernden Daten ergibt sich beinahe zwangsläufig eine XML-artige Struktur, die in Textform auf dem Transponder gespeichert werden kann. Durch den strukturierten Aufbau lassen sich bei Bedarf auch weitere Felder hinzufügen.

Werden auf dem Transponder Daten verschiedener Softwareprodukte gespeichert, ist durch den strukturierten Aufbau auch die Abgrenzung zu fremden Daten und die einfachere Identifizierung der eigenen Daten möglich.

Aus den oben genannten Datenfeldern ergibt sich folgender **Aufbau**:

```
<Application>
  <Name></Name>
  <Version></Version>
  <Project>
    <ProjectID></ProjectID>
    <Name></Name>
    <Author></Author>
    <Tasks>
      <Task>
        <TaskID></TaskID>
        <Name></Name>
        <Start></Start>
        <Finish></Finish>
        <Duration></Duration>
      </Task>
    </Tasks>
  </Project>
</Application>
```

```

<PercentComplete></PercentComplete>
<UDFs>

    <UDF>

        <Name></Name>
        <DataType></DataType>
        <Value></Value>

    </UDF>
</UDFs>
<Assignments>

    <PermanentRessource>

        <ObjectID></ObjectID>
        <Name></Name>
        <Start></Start>
        <Finish></Finish>
        <Duration></Duration>
        <Allocation></Allocation>

    </PermanentRessource>

    <Consumable>

        <ObjectID></ObjectID>
        <Name></Name>
        <Start></Start>
        <Finish></Finish>
        <Duration></Duration>
        <Allocation></Allocation>

    </Consumable>

</Assign-
ments>

    </Task>
</Tasks>

</Project>
</Application>

```

Umsetzung

Der Datenaustausch zwischen einem RFID-Transponder und APP erfolgt manuell mittels einer Schnittstellensoftware (Middleware), die auf der einen Seite mittels eines RFID-Readers den Transponder anspricht und auf der anderen Seite per COM-Schnittstelle APP. Für diese Form der Kommunikation müssen alle benötigten Komponenten (APP, Schnittstelle, ggf. Treiber des RFID-Readers) auf dem gleichen Endgerät (z. B. auf einem mobilen Endgerät, wie Tablet, Laptop oder stationär auf einem PC) installiert sein.

Die beiden Hauptfunktionen der Schnittstelle bestehen aus dem Datenaustausch zwischen APP und dem Transponder sowie der Anzeige von Projektinformationen, die auf dem Transponder gespeichert sind.

Die Kommunikation mit dem RFID-Reader erfolgt über ein hardwarespezifisches SDK, das vom Hersteller des RFID-Readers bereit gestellt wird. Stellt das SDK nicht die notwendigen Funktionen für die Kommunikation mit dem RFID-Reader bereit, ist eine Umsetzung der Schnittstelle nicht möglich. Die benötigten Funktionen ergeben sich aus den folgenden Kapiteln, in denen die Funktionsweise der Schnittstelle beschrieben werden.

Scan der Transponder in Reichweite

Der erste Schritt besteht darin, mit dem RFID-Reader nach Transpondern in Reichweite zu suchen. Bei einem Scan können ein oder mehrere Transponder gefunden werden (sogenannte Pulkerfassung). Die IDs der Transponder werden in der Benutzeroberfläche der Middleware in Form einer Liste angezeigt.

Da es bei der späteren Verwendung der Schnittstelle vorkommen kann, dass mehrere bereits verbaute Transponder gescannt werden, auf denen sich bereits Planungsinformationen befinden, können in der Liste auch die Projekt- und Vorgangsbezeichnung angezeigt werden, um die Transponder bzw. Gewerke einfacher identifizieren zu können.

Um die Planungsinformationen anzeigen zu können, wird auf jedem Transponder nach einem APP-Datensatz gesucht. Wird ein solcher gefunden, wird der komplette APP-Datensatz ausgelesen und die Projekt- und Vorgangsbezeichnung in der Liste angezeigt.

Der gewünschte Transponder kann nach erfolgtem Scan für die weitere Nutzung der Schnittstelle ausgewählt werden. Der ausgewählte Transponder wird so lange genutzt, bis entweder ein anderer Transponder ausgewählt wird, ein erneuter Scan stattfindet oder die Schnittstelle beendet wird. Dieser Schritt bildet die Grundlage für die Übertragung von Vorgangsdaten und ist zuvor durchzuführen.

Erstmalige Übertragung von Vorgangsdaten von APP zum Transponder

Um einen Transponder verwenden zu können, muss dieser einmalig mit einem Vorgang in einem Projekt verknüpft werden. Hierzu wird zunächst der gewünschte Transponder nach dem Scan ausgewählt. Anschließend muss der dazugehörige Vorgang in APP im geöffneten Projekt markiert werden.

Nun kann die Datenübertragung von APP zum Transponder gestartet werden. Ist kein Vorgang markiert, erscheint ein entsprechender Hinweis.

Bei der Datenübertragung wird zuerst die Transponder-ID in das BDF „RFIDTag“ übertragen, um den Transponder mit dem Vorgang zu verknüpfen. Hierbei wird überprüft, ob das BDF in dem Projekt bereits für alle notwendigen Objekttypen vorhanden ist. Ist dies nicht der Fall, wird das Projekt gespeichert und die BDFs automatisch angelegt.

Handelt es sich bei dem Projekt um ein Multiprojekt ohne das erforderliche BDF, kann der Vorgang nicht abgeschlossen werden, da das BDF vom Administrator des Systems am Server angelegt werden muss. Erst nachdem dies erfolgt ist, kann die Verknüpfung erneut durchgeführt werden.

Nach Abschluss der Verknüpfung weiß APP, auf welchem Transponder die Daten des Vorgangs gespeichert werden. Nun können die Vorgangsdaten (einschließlich Ressourcenzuweisungen und Projektinformationen) auf den Transponder übertragen werden. Bei diesem Schritt werden die Daten in Form des o. g. Aufbaus auf den Transponder geschrieben.

Aktualisierung von Vorgangsdaten vom Transponder nach APP

Um Vorgangsdaten in APP zu aktualisieren, muss zunächst der entsprechende Vorgang im geöffneten Projekt markiert werden. Danach kann die Aktualisierung in der Middleware gestartet werden. Ist kein Vorgang markiert, erscheint ein entsprechender Hinweis.

Bei der Aktualisierung von Vorgangsdaten ist APP der betreffende Transponder bereits bekannt. Der RFID-Reader kann direkt den Transponder mit der ID aus dem BDF „RFIDTag“

auslesen. Aus den ausgelesenen Daten wird der APP-Datensatz extrahiert, der anhand des Anwendungsnamens identifiziert werden kann. Ist kein APP-Datensatz auf dem Transponder gespeichert, erscheint ein entsprechender Hinweis.

Anschließend werden die einzelnen Felder des Datensatzes mit den Daten des in APP markierten Vorgangs verglichen. Dabei wird zuerst anhand der ProjectID und der TaskID überprüft, ob das richtige Projekt geöffnet und der richtige Vorgang ausgewählt ist. Wenn alle IDs übereinstimmen, werden die Datenfelder mit unterschiedlichen Werten identifiziert und die Werte in APP mit den Daten aus dem Transponder aktualisiert.

Optional: Bei diesem Schritt ließe sich auch eine Liste der zu aktualisierenden Datenfelder anzeigen, um manuell die zu aktualisierenden Daten auszuwählen.

Anzeige von Vorgangsdaten auf dem Transponder

Wird nach einem Scan die Liste mit Transpondern angezeigt, kann ein Transponder ausgewählt werden, um die darauf gespeicherten Planungsinformationen anzuzeigen. Dies ist nur bei Transpondern möglich, auf denen ein APP-Datensatz gespeichert ist. Dies ist an der angezeigten Projekt- und Vorgangsbezeichnung hinter der Transponder-ID zu erkennen. Wird ein Transponder ohne APP-Datensatz für die Anzeige der Projektinformationen ausgewählt, bleibt das Register für die Anzeige der Daten leer.

Bearbeitung von Vorgangsdaten auf dem Transponder

In der Anzeige der Vorgangsdaten ist auch die Bearbeitung von Vorgangsdaten möglich. In diesem Fall ist es möglich, das Datenfeld „Prozent Fertigstellung“ zu aktualisieren. Nach der Bearbeitung des Datenfeldes muss die Übertragung auf den Transponder explizit gestartet werden, um den APP-Datensatz zu aktualisieren. Wird die Middleware stattdessen beendet oder eine andere Funktion aufgerufen, erscheint ein entsprechender Hinweis auf ungespeicherte Änderungen am Datensatz.

Beispielablauf

Eine Schnittstelle zwischen RFID-Transpondern und Asta Powerproject könnte in der Praxis wie folgt genutzt werden:

Ein unverbaute Transponder wird angefunkelt.



Abbildung 111: Ein noch nicht vollständig eingebauter Transponder wird angefunkelt (eigene Darstellung)

Kommunikation RFID <> APP: Es werden die Transponder-IDs und verfügbare APP-Datensätze ausgelesen, um zum nächsten Schritt zu kommen.

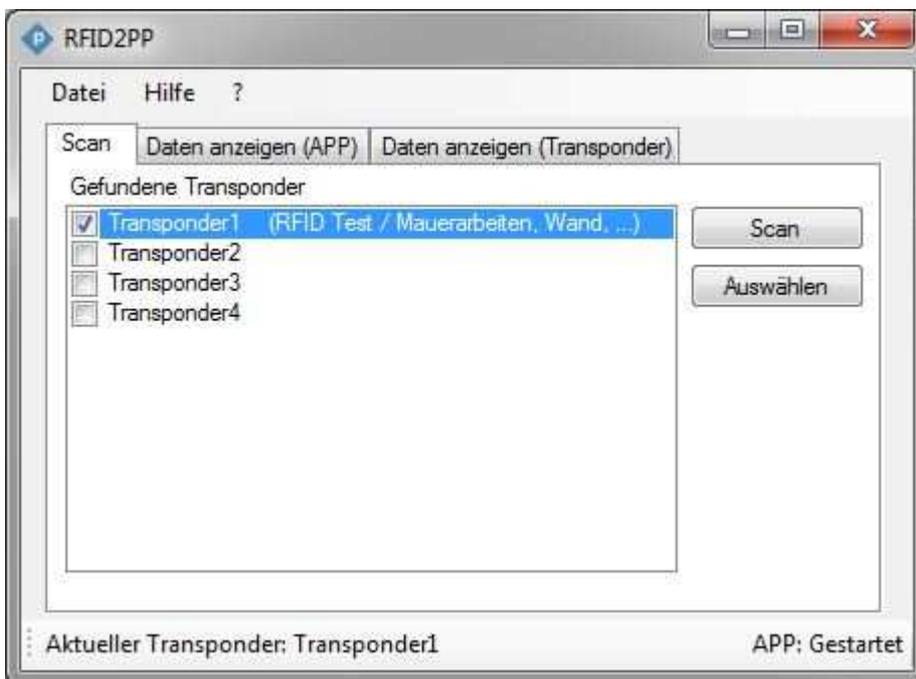


Abbildung 112: Scan der Transponder

Durch den Scan werden alle Transponder in Reichweite angezeigt. Der „Transponder1“ enthält bereits Planungsinformationen. Hinter der Transponder-Bezeichnung werden die Projekt- und Vorgangsbezeichnung angezeigt. Folgende Daten befinden sich im APP-Datensatz bereits auf dem Transponder und können in der Middleware angezeigt werden:

```

<Application>
  <Name>Asta Powerproject</Name>
  <Version>13</Version>
  <Project>
    <ProjectID>01806172206</ProjectID>
    <Name>RFID Test</Name>
    <Author>Asta Development GmbH</Author>
    <Tasks>
      <Task>
        <TaskID>4094</TaskID>
        <Name>Mauerarbeiten, Wand, tragendes Mauerwerk d=175mm, KS, her-
        stellen, Wand EG</Name>
        <Start>2016-04-04T08:00:00</Start>
        <Finish>2016-04-29T17:00:00</Finish>
        <Duration>576000</Duration>
        <PercentComplete>0</PercentComplete>
        <UDFs>
          <UDF>
            <Name>RFIDTag</Name>
            <DataType>String</DataType>
            <Value>Transponder1</Value>
          </UDF>
        </UDFs>
        <Assignments>
          <PermanentRessource>
            <ObjectID>4219</ObjectID>
            <Name>Maurer</Name>
            <Start>2016-04-04T08:00:00</Start>
            <Finish>2016-04-29T17:00:00</Finish>
            <Duration>576000</Duration>
            <Allocation>1</Allocation>
          </PermanentRessource>
          <Consumable>
            <ObjectID>4167</ObjectID>
            <Name>Kalksandstein, 3DF, 17,5</Name>
            <Start>2016-04-04T08:00:00</Start>
            <Finish>2016-04-29T17:00:00</Finish>
            <Duration>576000</Duration>
            <Allocation>8250</Allocation>
          </Consumable>
        </Assign-
ments>
      </Task>
    </Tasks>
  </Project>
</Application>

```

Planungsinformationen werden in APP angezeigt

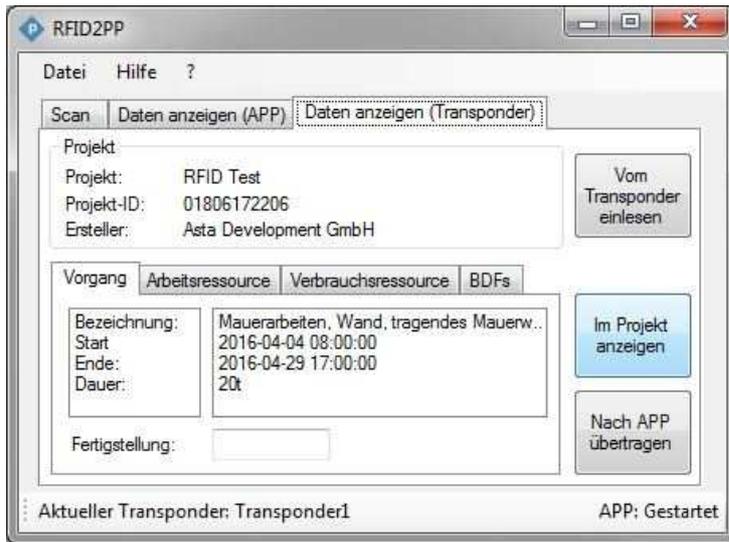


Abbildung 113: Anzeige der Daten auf dem Transponder

Der Transponder enthält die Information, dass an dieser Stelle auf der Stahlbetondecke eine Wand aus KS-Steinen zu erstellen ist. Diese Information wird bereits in der Middleware angezeigt. Durch einen Klick auf „Im Projekt anzeigen“ wird der dazugehörige Vorgang in APP angezeigt.

Nr.	Bezeichnung	Start	Dauer	Ende	Prozent Fertigstellung	Anzahl	RFIDTag	April							Mai		
								14	15	16	17	18	19	20			
1	Mauerarbeiten, Erdgeschoss	04.04.2016	35t	20.05.2016				[Gantt bar spanning from 04.04.2016 to 20.05.2016]									
2	Mauerarbeiten, Wand, tragendes Mauerwerk d=175mm, KS, herstellen, Wand EG	04.04.2016	20t	29.04.2016			Transponder1	[Gantt bar spanning from 04.04.2016 to 29.04.2016]									
3	Maurer	04.04.2016	160h	29.04.2016		1,00		[Gantt bar spanning from 04.04.2016 to 29.04.2016]									
4	Kalksandstein, 3DF, 17,5	04.04.2016	160h	29.04.2016		8250,00		[Gantt bar spanning from 04.04.2016 to 29.04.2016]									

Abbildung 114: Anzeige des Vorgangs in APP

Kommunikation RFID <> APP: Eine Kommunikation mit dem Transponder erfolgt bei diesem Schritt nicht.

Der Arbeitsschritt wird bauausgeführt



Abbildung 115: Die KS-Wand wird entsprechend der Planungsinformationen hergestellt (Abbildung Ytong)

Kommunikation RFID <> APP: Eine Kommunikation mit dem Transponder erfolgt bei diesem Schritt nicht.

Die Maurerkolonne beginnt mit der Herstellung der KS-Mauerwerkswand und erreicht nach fünf Werktagen im besagten Arbeitsvorgang einen Leistungsstand von circa 20 Prozent.

Fertigstellung wird in APP eingegeben und auf den Transponder übertragen

Nr.	Bezeichnung	Start	Dauer	Ende	Prozent Fertigstellung	Anzahl	RFIDTag	April					Mai				
								14	15	16	17	18	19	20			
1	Mauerarbeiten, Erdgeschoss	04.04.2016 A	35t	20.05.2016	11,43			[Gantt chart showing progress bars for this task across the months of April and May]									
2	Mauerarbeiten, Wand, tragendes Mauerwerk d=175mm, KS, herstellen, Wand EG	04.04.2016 A	20t	29.04.2016	20,00		Transponder1	[Gantt chart showing progress bars for this task across the months of April and May]									
3	Maurer	04.04.2016 A	160h	29.04.2016	20,00	1,00		[Gantt chart showing progress bars for this task across the months of April and May]									
4	Kalksandstein, 3DF, 17,5	04.04.2016 A	160h	29.04.2016	20,00	8250,00		[Gantt chart showing progress bars for this task across the months of April and May]									

Abbildung 116: In APP wird eine Fertigstellung von 20% eingegeben

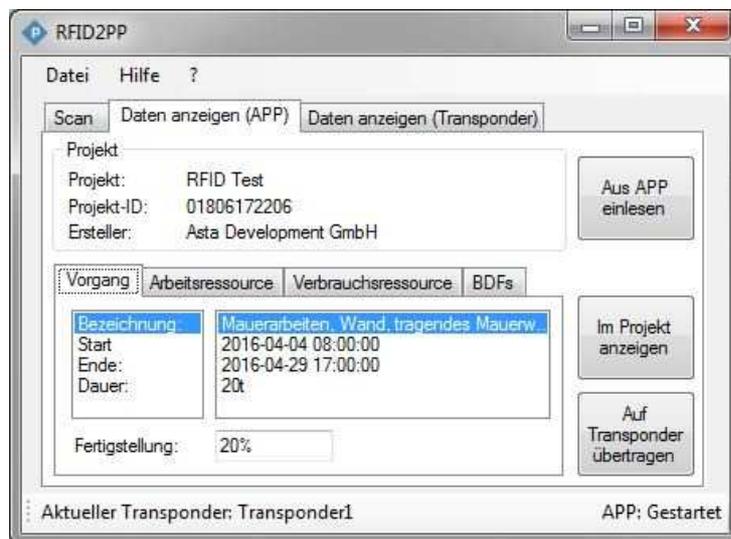


Abbildung 117: Die Fertigstellung wird in der Schnittstelle angezeigt

Der Bauleiter prüft zum Ende der Woche den Leistungsstand der Mauerarbeiten und erfasst in APP die Fertigstellung von 20 %. Die erfasste Fertigstellung wird ebenfalls in der Middleware angezeigt und kann mit dieser auf den Transponder übertragen werden. Die KS-Wand „weiß“ nun, dass sie zu 20 % fertiggestellt ist.

Kommunikation RFID <> APP: Bei diesem Schritt wird die folgende Information im APP-Datensatz auf dem Transponder aktualisiert:

```
<Task>
  <TaskID>4094</TaskID>
  <Name>Mauerarbeiten, Wand, tragendes Mauerwerk d=175mm, KS, herstellen, Wand EG</Name>
  <Start>2016-04-04T08:00:00</Start>
  <Finish>2016-04-29T17:00:00</Finish>
  <Duration>576000</Duration>
  <PercentComplete>20</PercentComplete>
  ...
</Task>
```

Planungsinformationen werden aus dem Transponder ausgelesen

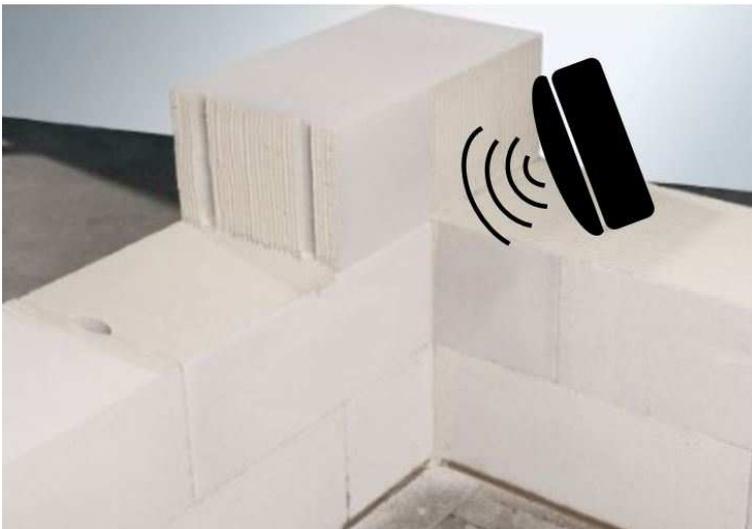


Abbildung 118: Ein Transponder, der in der KS-Mauerwerkswand verbaut ist, wird angefunkelt (eigene Darstellung)

Kommunikation RFID <> APP: Es werden die Transponder-ID und der APP-Datensatz ausgelesen, um zum nächsten Schritt zu kommen.

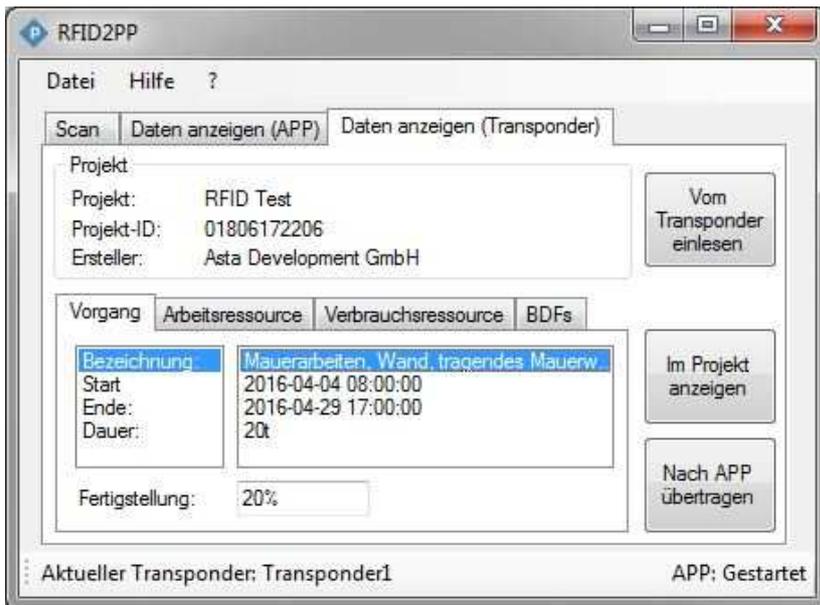


Abbildung 119: Gespeicherte Planungsdaten auf dem Transponder

Auf dem Transponder sind bereits Planungs- und Fertigstellungsdaten gespeichert, die der Bauleiter eingegeben und übertragen hat. Diese werden beim Auslesen des Transponders in der Middleware angezeigt und von dort nach APP übertragen.

Diese Schritte wiederholen sich so lange, bis ein Fertigstellungsgrad von 100 % erreicht ist.

Aktualisierte Planungsinformationen werden in der APP übernommen

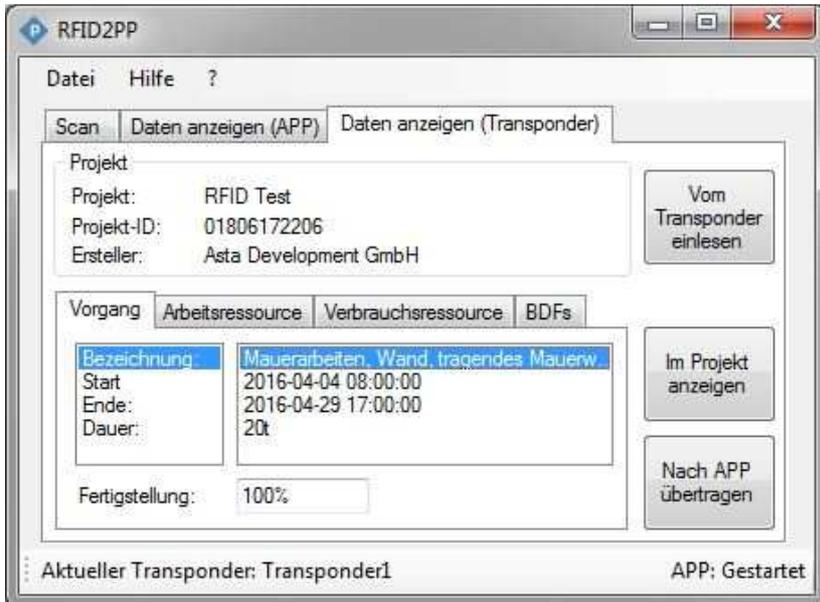


Abbildung 120: Fertigstellung von 100 % auf dem Transponder

Nr.	Bezeichnung	Start	Dauer	Ende	Prozent Fertigstellung	Anzahl	RFIDTag	April					Mai					
								14	15	16	17	18	19	20				
1	Mauerarbeiten, Erdgeschoss	04.04.2016 A	35t	20.05.2016	57,14													
2	Mauerarbeiten, Wand, tragendes Mauerwerk d=175mm, KS, herstellen, Wand EG	04.04.2016 A	20t	29.04.2016 A	100,00		Transponder1											
3	Maurer	04.04.2016 A	160h	29.04.2016 A	100,00	1,00												
4	Kalksandstein, 3DF, 17,5	04.04.2016 A	160h	29.04.2016 A	100,00	8250,00												

Abbildung 121: Die aktualisierte Fertigstellung nach dem Übertragen in APP

Kommunikation RFID <> APP: Eine Kommunikation mit dem Transponder erfolgt bei diesem Schritt nicht.

Offene Punkte / Überlegungen

Der Transponder enthält nun einen Fertigstellungsgrad von 100 % für die Maurerarbeiten an diesem Wandbauteil. Diese Information kann der Putzer mit einem Tablet auslesen und mit dem nachfolgenden Gewerk, den Putzarbeiten, beginnen. Der geplante Fertigstellungstermin für die Putzarbeiten ergibt sich durch die Berechnung des Projektes in APP und kann für den entsprechenden Vorgang auf dem Transponder gespeichert werden.

Dieses Demo-Szenario geht davon aus, dass zwischen Transponder und Vorgang in APP eine 1:1 Beziehung besteht. Im realen Bauprozess wäre es auch möglich, auf einem Transponder die Informationen mehrerer Vorgänge zu speichern, um auf diese Weise auf die Daten aller Gewerke eines Bauteils zuzugreifen.

Bei der Schnittstellenbeschreibung und den gezeigten Screenshots handelt es sich um Entwürfe, nicht jedoch um eine funktionierende Schnittstelle. Die Schnittstelle (Middleware) könnte aber in der beschriebenen Form mit den genannten Funktionen realisiert werden.

5.2.2.7 Nutzung von RFID-Applikationen im Zusammenhang mit etablierter Branchensoftware am Beispiel der BCS CAD + INFORMATION TECHNOLOGIES® GmbH

Vorbemerkung

Im Folgenden wird der Funktionsumfang möglicher Schnittstellen für etablierte CAD-Systeme zur Kommunikation mit RFID-Transpondern beschrieben, wofür das BUILDING CONTENT SYSTEM bcs::@system genutzt wird. Das BUILDING CONTENT SYSTEM bcs::@system ist eine Produktfamilie flexibler, modular aufgebauter und für den konkreten Einsatzfall optimierbarer Informationsmanagementsysteme. Das System ist branchenübergreifend einsetzbar und beinhaltet zahlreiche Funktionen, um:

- Kosten und Zeit für die Erfassung von Informationen auf ein Minimum zu reduzieren,
- Relevante Datenquellen zu integrieren, wie bspw. CAD-Modelle, Datenbanken, EXCEL-Tabellen,
- Die Konsistenz aller verknüpften Informationen über Synchronisation zu gewährleisten,
- Projektspezifisch Informationen zu verarbeiten, zu recherchieren und auszuwerten,
- Den personenbezogenen Zugriff auf Projektdaten, auch mobil zu ermöglichen.

Das System arbeitet in Form eines Netzwerks, dessen Knoten projektspezifisch verwendete bcs::@Applikationen sowie projektspezifische Anpassungen darstellen und das über die „äußeren“ Verbindungspunkte mit externen Datenquellen verknüpft wird.

Zielsetzung

Es soll eine Schnittstelle zwischen CAD-Systemen und RFID-Transpondern geschaffen werden. Mit den Schnittstellen sollen Informationen aus dem bcs::@system auf RFID-Transpondern gespeichert werden, damit diese Informationen nach dem Einbau direkt am Bauteil zur Verfügung stehen und mit geeigneter Hard- und Software ausgelesen werden können. Weiterhin soll sichergestellt sein, dass durch das Auslesen des Transponders die dazugehörigen

Vorgänge sowohl im bcs::@system (hier Gegenstand der Untersuchung), als auch in anderen Softwareanwendungen angezeigt werden können, sofern sie die nachfolgend beschriebenen Datensätze interpretieren können.

Umsetzung

Der Einsatz der RFID-Technologie als eine Möglichkeit der AutoID-Technik wurde für folgende bcs::@applikationen vorbereitet:

- bcs::@bimT - BIM-Objektdokumentation inkl. Anbindung von ERP,
- bcs::@bimV - BIM-Verwaltung von Gebäuden und Anlagen,
- bcs::@mepdoc - Dokumentation von haustechnischen Anlagen und Gebäuden,
- bcs::@plantdoc - Dokumentation technischer Anlagen mit AutoCAD PLANT 3D / P&ID,
- bcs::@fm – Facility Management Sachdatenschalen.

Parallel zu dieser Überlegung wird die die Einbindung der AutoID-Techniken QR-Code und NFC im Unternehmen vorbereitet. Bisher wird im bcs::@system für die Verwaltung von Anlagen und dem Inventar bereits die AutoID-Technik BARCODE genutzt.

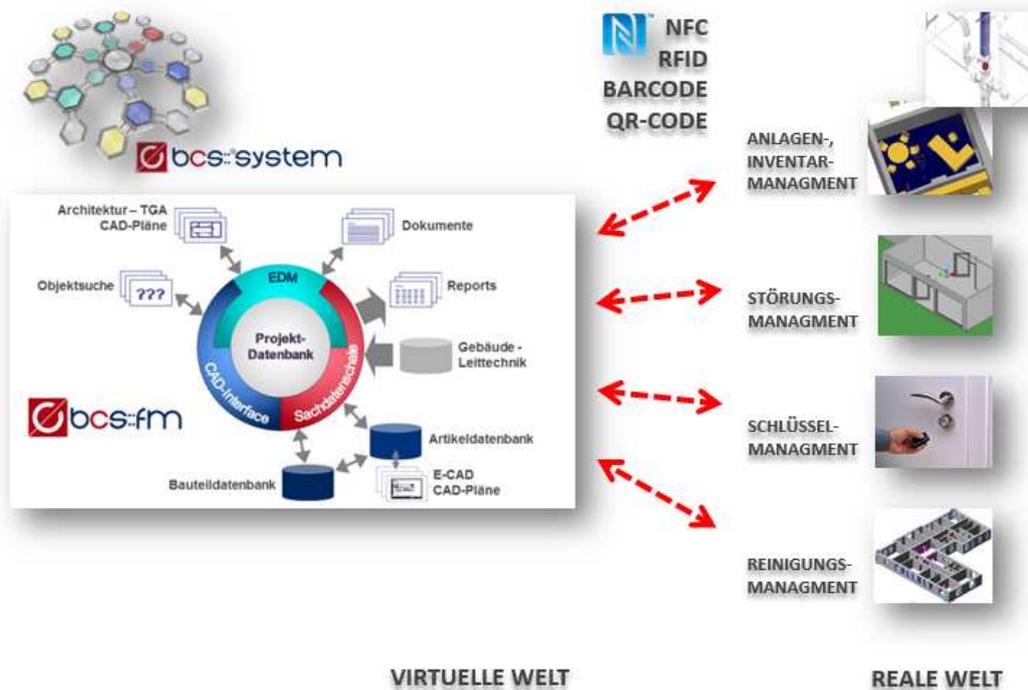


Abbildung 122: AutoID-Techniken als „Bindeglied“ in der Produktfamilie bcs::@system zwischen VIRTUELLER und REALER WELT am Beispiel bcs::@fm

Nachfolgend wird der prinzipielle Lösungsweg für die Einbindung der RFID-Technik in das bcs::@system von der Projektierung über die Montage bis zum Betreiben und Verwalten von technischen Anlagen am Beispiel einer „Pumpe“ beschrieben.

RFID ermöglicht es, die VIRTUELLE WELT mit der REALEN WELT bidirektional über die Bauteil-ID zu verknüpfen und dabei zusätzlich relevante Daten vor Ort zur Verfügung zu stellen. Die Bauteil-ID setzt sich aus der CAD-ID und der ARTIKEL-NR. für jedes Bauteil eindeutig

zusammen. Daran können alle weiteren Informationen angekettet werden. Dies erfolgt strategisch auf dem openBIM-Konzept, das heißt, dass die Integration und Synchronisation aller relevanten Programme, Datenquellen inkl. der Standarddatenschnittstellen softwareübergreifend möglich ist.

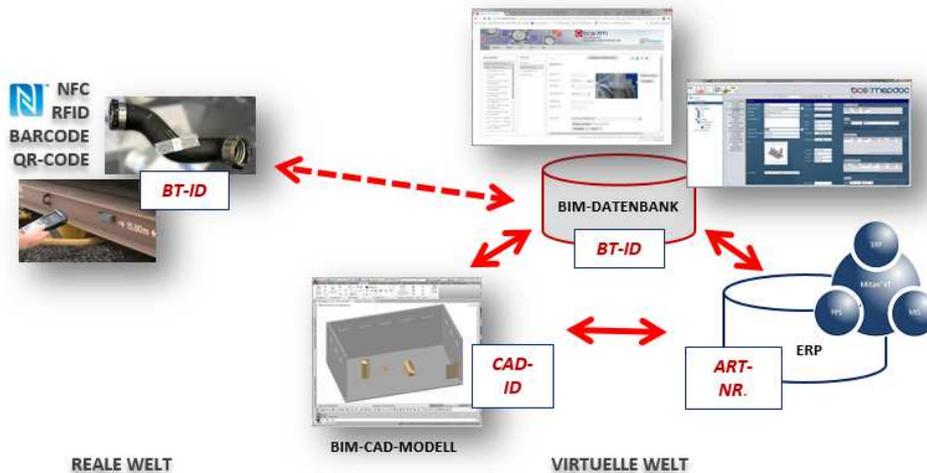


Abbildung 123: AutoID-Techniken als „Bindeglied“ in der Produktfamilie bcs::@system zwischen VIRTUELLER und REALER WELT am Beispiel bcs::@mepdoc und bcs::@fm

Das BIM-Informationsmodell wird in der zentralen BIM-Projektdateiabank, speziell in der Applikationen bcs::@mepdoc und bcs::@fm gehalten. Basis dafür ist das angepasste BIM-konforme CAD-Modell – hier auf Basis AutoCAD® MEP. Alle BIM-relevanten Informationen der BIM/CAD-Modelle werden über die Schnittstelle bcs::@cadlink mit der BIM-Projektdateiabank synchronisiert. Für die Projektkoordinierung inkl. des Dokumentenmanagements und automatisierter Modellaktualisierung wird zusätzlich bcs::@bimP eingesetzt.

AutoCAD® MEP fungiert hier als neutrales „CAD-Interface“ zur BIM/CAD-Welt, in das über die Standard-Datenschnittstellen IFC und auch STEP alle externen BIM/CAD-Modelle in das Projekt-BIM/CAD-Modell integriert werden. In diesem Zuge erfolgt ebenfalls die Prüfung und gegebenenfalls Korrektur der importierten Modelle, um anschließend Kollisionsprüfungen der Gesamtmodelle durchführen zu können.

Die BIM/CAD-Modelle für AutoCAD® MEP sind so konfektioniert, dass ein Großteil der für bcs::@mepdoc benötigten Eigenschaften automatisch generiert wird:

Jedem Bauteil wird automatisch zugeordnet:

- **CAD-ID** eindeutiger CAD-Index
- **BT-ID** eindeutiger Bauteil-Index, bestehend aus dem festgelegten BAUTEIL-CODE und einem laufenden Index mit hinterlegter zugehörigen CAD-ID und der zugeordneten ARTIKEL-NR
- **RAUMTECHID** eindeutiger RAUM-Index, generiert aus STANDORT-ID, GEBÄUDENUMMER, ETAGE, NUTZUNGSEINHEIT, RAUMNUMMER
- **Bauteilspezifische Parameter**

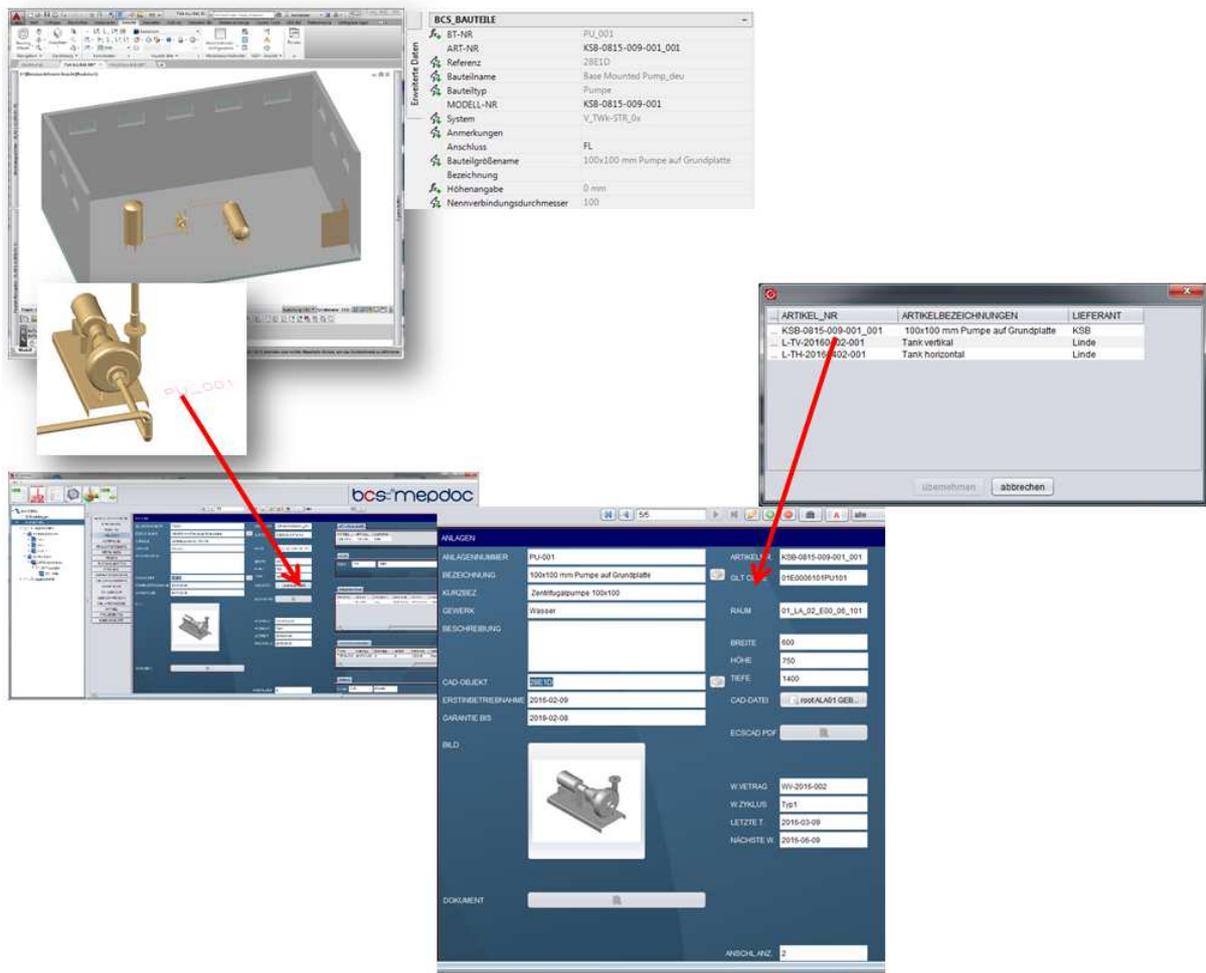


Abbildung 124: Integration und Synchronisation aller relevanten Informationen aus CAD und ERP über bcs::@mepdoc

Bei Bedarf kann die Bauteil-ID angepasst werden, auch außerhalb von CAD über bcs::@mepdoc. Auf diesem Wege können alle Verfahrensdaten der haustechnischen Anlage außerhalb von CAD zugeordnet und danach mit CAD synchronisiert werden. Standardmäßig enthält das BIM-Datenmodell von bcs::@mepdoc bereits die Basisinformationen für Baucontrolling und Bautagebuch sowie für die spätere Verwaltung über bcs::@fm z. B. für Wartungs- und Störungsmanagement.

Über den WEB-Client bcs::@webmind stehen die Informationen ebenfalls WEB-basiert zur Verfügung: Protokolle, Bilder, Aufgaben, Termine und BIM-Modelle sind bei Bedarf down- und uploadbar.

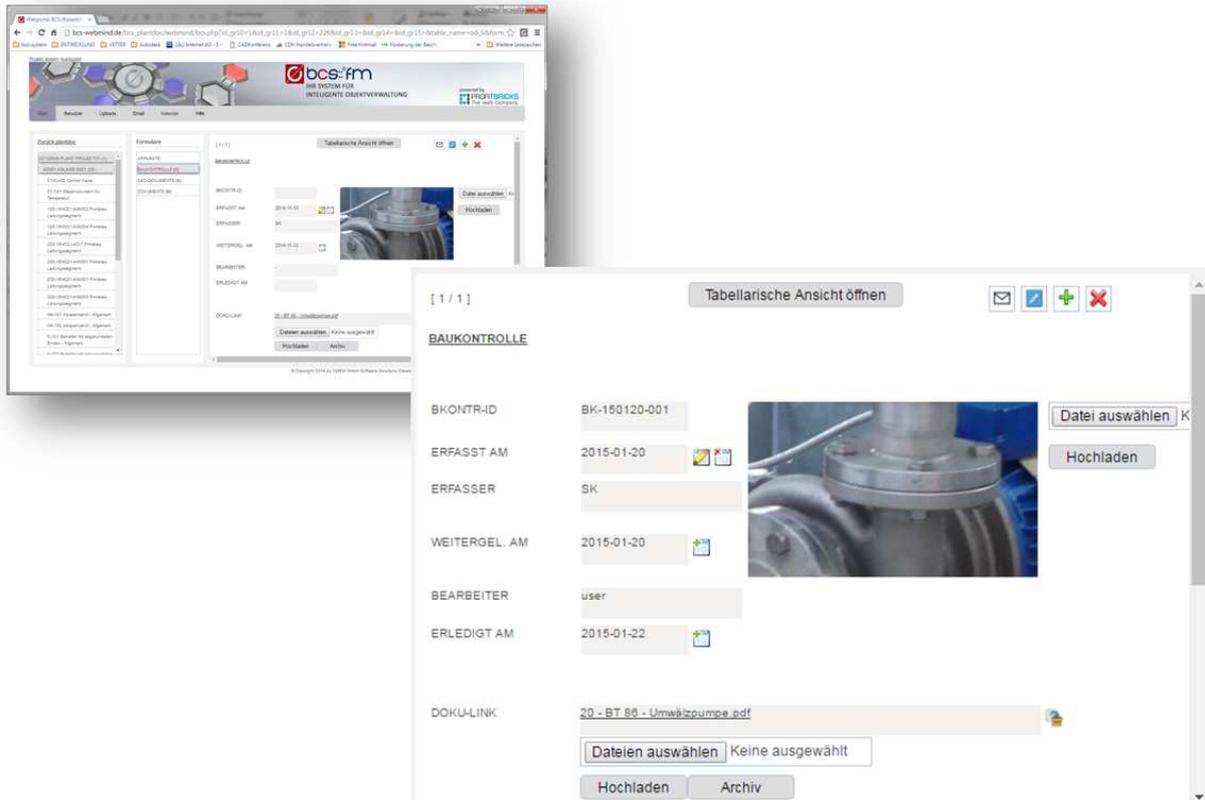


Abbildung 125: WEB-basiertes Baucontrolling mit bcs::@fm

Dieses Verfahren kann auch nach Erfassung des Gebäude- und Anlagenbestandes über 3D-Punktwolken für z. B. das Wartungs- und Instandsetzungsmanagement eingesetzt werden: Hier fungieren BIM-Infopunkte als Platzhalter für die zu überwachenden Bauteile auf den durch die 3D-Punktwolke gelieferten exakten Koordinaten – solange bis die Gebäude und Anlagen BIM-konform modelliert sind. In Vorbereitung ist die Einbindung von intelligenten Viewern von 3D-Punktwolken in bcs::@system, wie z. B. der NavVis Viewer incl. Datenbank-Synchronisation.



Abbildung 126: Bestandsdatenerfassung über 3D-Punktwolken: Erfassungstechniken und effiziente Verarbeitung mit bcs::@fm

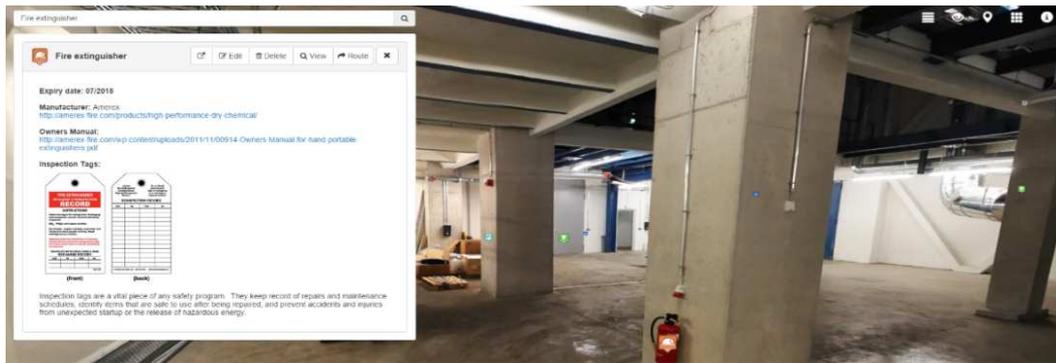


Abbildung 127: WEB-basiertes Etikettieren von 3D-Punktwolken + Indoor-Navigation mit NavVis Viewer

RFID-Einsatz

Vorgesehen ist, RFID-Transponder für die Anlagen- und Inventarverwaltung mit bcs::@fm einzuführen – in Ersatz oder in Verbindung mit den anderen AutoID-Techniken.

Folgende bauteilbezogene Informationen werden dazu in die RFID-Transponder geschrieben:

- BT-ID: Bauteil-Index,
- INV-NR: Inventar-Nummer,
- BEZ: Bezeichnung,
- START-UP: Tag der Erstinbetriebnahme,
- WARR-END: Garantieende,
- LAST-MAINT: Tag der letzten Wartung,
- NEXT-MAINT: Tag der nächsten Wartung,
- MAINT-FIRMA: Wartungsfirma,
- LAST-INCID: Tag der letzten Störung,
- ELIM-LAST-INCID: Tag der Beseitigung der letzten Störung,
- ELIM-FIRMA: Firma, die die Störung beseitigt hat,
- Allgemeine Informationen
 - APPL-NAME: Name der Anwendung, die die Informationen auf dem Transponder speichert,
 - APPL-VERSION: Versionsnummer der Anwendung.

Die Erweiterung dieser Daten ist bei Bedarf leicht möglich. Der Datenaustausch zwischen einem RFID-Transponder und bcs::@system erfolgt manuell über bcs::@RFIDlink, das einerseits über einen RFID-Reader mit dem RFID-Transponder und andererseits mit bcs::@system kommuniziert. Dafür müssen alle benötigten Komponenten (bcs::@system, bcs::@RFIDlink, ggf. der Treiber des RFID-Readers) auf dem gleichen Notebook oder PC installiert sein. Über den bcs::@RFIDlink wird neben dem Datenaustausch zwischen bcs::@system und dem Transponder auch die Anzeige der auf dem Transponder gespeicherten Informationen realisiert.

Die RFID-Transponder können entweder bei der Produktion, bei der Montage oder auch bei der Erfassung während der Verwaltung angebracht werden. Bei Anlagen mit GLT-Überwachung sind mindestens die überwachten Anlagen zu bestücken. Danach werden alle relevanten Verwaltungsdaten jeweils in aktueller Version in die RFID-Transponder geschrieben und sind vor Ort abrufbar. Die Historie der Daten wird in bcs::@system gehalten.

Fazit und Ausblick

Die RFID-Technik ist eine effiziente Technik, um relevante Daten zur Verwaltung von Anlagen, Gebäuden oder Bauteilen direkt am Bauteil oder am Inventar selbst speichern zu können. Es wurden Szenarien für den möglichen Einsatz von RFID im Zusammenspiel mit bcs::@system beschrieben. Die Umsetzung von bcs::@RFIDlink kann in der konzipierten Form erfolgen.

5.2.2.8 Themenbereich Wartung und Indoor-Ortung / Indoor-Navigation

Für den Bereich der Indoor-Navigation sowie der Wartungsprozesse erscheint eine Standardisierung hinsichtlich des Datenaustauschs sowie der Datenhaltung als zukunftsweisend und vorteilhaft, um einen plattform- sowie herstellerübergreifenden Datenaustausch zu gewährleisten.

Ein Datenaustausch findet momentan u. a. bei folgenden Funktionen statt:

- Import von digitalen Gebäudemolldaten als Kartengrundlage (Austausch Gebäude-daten)
- Verifikation eines Wartungsmitarbeiters am EDV-System (Austausch Mitarbeiter-stammdaten)
- Auftragsübermittlung zu einem Wartungsrundgang (Austausch Wartungsdaten)
- Ermittlung und Speicherung von Positionsdaten (Austausch von Positionsdaten)
- Abruf von Positionsdaten zur Visualisierung (Austausch Positionsdaten)
- Identifikation von Brandschutzobjekten (Austausch Wartungsdaten)
- Abruf von Wartungsdaten/Wartungshistorie (Austausch Wartungsdaten)
- Speicherung von Daten/Protokollen zu Wartungsprozessen (Austausch Wartungsda-ten)
- Navigation zu Brandschutzobjekten (Austausch Navigationsdaten)

Seitens des Datenaustausches würde eine Standardisierung eine Nutzung der Daten zwischen verschiedenen Softwaresystemen ermöglichen. Einige Softwarehersteller bieten bereits mittels vordefinierter, durch den Endanwender anpassbarer Schnittstellen (z. B. WebServices) entsprechende Anpassungsmöglichkeiten, die einen Austausch der Daten ermöglichen. Die im Forschungsprojekt verwendete Ortungssoftware (Position Engine) von IDENTEC SOLUTIONS beinhaltet dies beispielsweise bereits. Auch eine Einbindung von externen Datenbanken sowie eine freie Anpassung von Datenfeldern wird gewährleistet. Zukünftige standardisierte Datenschnittstellen zu erweiterten BIM-Datenbanken oder anderweitigen standardisierten Datenablagen werden somit bereits jetzt ermöglicht. Inwieweit weitere Hersteller von Ortungssystemen dies bereits jetzt in ihren Systemen bereitstellen, ist entsprechend im Einzelfall zu prüfen.

Für den Bereich der Wartung ist ein standardisierter Datenaustausch unabdingbar. Der im vergangenen Forschungsprojekt erstellte Prototyp einer Endbenutzersoftware (für das Wartungspersonal) wurden individuell am Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen (IIB) der Technischen Universität Darmstadt programmiert. Eine Anpassung an zukünftige standardisierte Schnittstellen sowie Datenablagen ist somit problemlos möglich. Für Softwaresysteme im Bereich der Wartung anderer Hersteller erscheint eine Nutzung von Bestandsdaten als elementar, um diese nicht neu aufnehmen oder händisch in deren Systemen/Datenbanken einpflegen zu müssen. Ein Zugriff auf die Daten über die Nutzer (UserID zur Identifikation der zu ortenden Person), das Gebäude (als Grundlage für die Ortung und

Navigation) sowie Navigationsdaten (diese wiederum auf den Gebäudedaten basieren) sind vorteilhaft.

5.3 Evaluation des Konzeptes

5.3.1 Evaluation durch Beschreibung des Prozessdurchlaufs für verschiedene Beispielobjekte von Referenzbauteilen

Zur Evaluierung der Arbeitsergebnisse sollen die folgenden Prüfscenarien herangezogen werden:

1. Stahlbeton-Wand (hoher Just-in-time-Anteil bei Lieferungen)
 - a. als Ortbetonwand (Schüttgut und viele Baubetriebsmittel (Schalung))
 - b. als Halb-FT-Wand (Schüttgut und projektindividuell gefertigtes Stückgut)
 - c. Voll-FT
2. Mauerwerks-Wand (hoher Baustellenlagerungsanteil nach Lieferung)
 - a. Kleinformat Kalksandstein (Lagerformat Palettenware) mit Normalmörtel (Silo)
 - b. Großformat Kalksandstein (Lagerformat Palettenware) mit Dünnbettmörtel (Sackware auf Paletten)
 - c. Planbausteine Kalksandstein (projektindividuelle Fertigung) mit Dünnbettmörtel (Sackware auf Paletten)

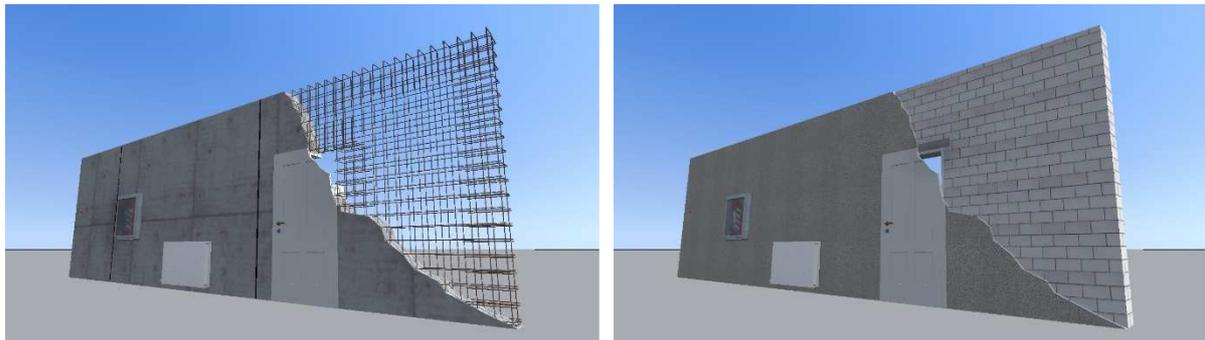


Abbildung 122: Modelle der Prüfscenarien: Stahlbeton- (links) und Mauerwerkswand (rechts)¹²⁰

Betrachtet werden sollten jeweils alle Einzelkomponenten und Ressourcen, die benötigt werden, bis die Wandoberfläche malerfertig ist. Als Einzelkomponenten wurden festgelegt:

- eine Tür (projektindividuell gefertigtes Stückgut)
- ggf. mit Sturz (Lagerformat Stückgut)
- ggf. mit Sperrbahn (Lagerware Palette)
- ein Anbauteil (Heizung)
- ein Brandschutzobjekt (insb. auch für Prozesse Wartung, Rep., Neubeschaffung, Entsorgung)

¹²⁰ Eigene Darstellung.

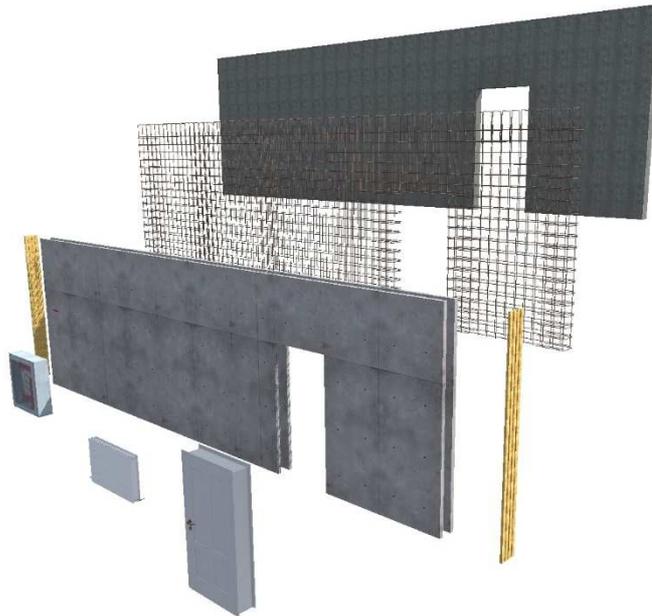


Abbildung 123: Explosionszeichnung einer Stahlbeton-Halffertigteilwand¹²¹

Neben dem Material sollten die folgenden, ggf. mit AutoID-Technik kennzeichenbaren Ressourcen mitberücksichtigt werden:

- Baubetriebsmittel/Baugeräte
- Akteure/Personen
- PSA



Abbildung 124: Mit AutoID-Technik kennzeichenbare Ressourcen¹²²

Als Testdaten für das Gebäudemodell sowie für das Leistungsverzeichnis werden die oben genannten Prüfzenarien (Wände) genutzt.

¹²¹ Eigene Darstellung.

¹²² Eigene Darstellung.

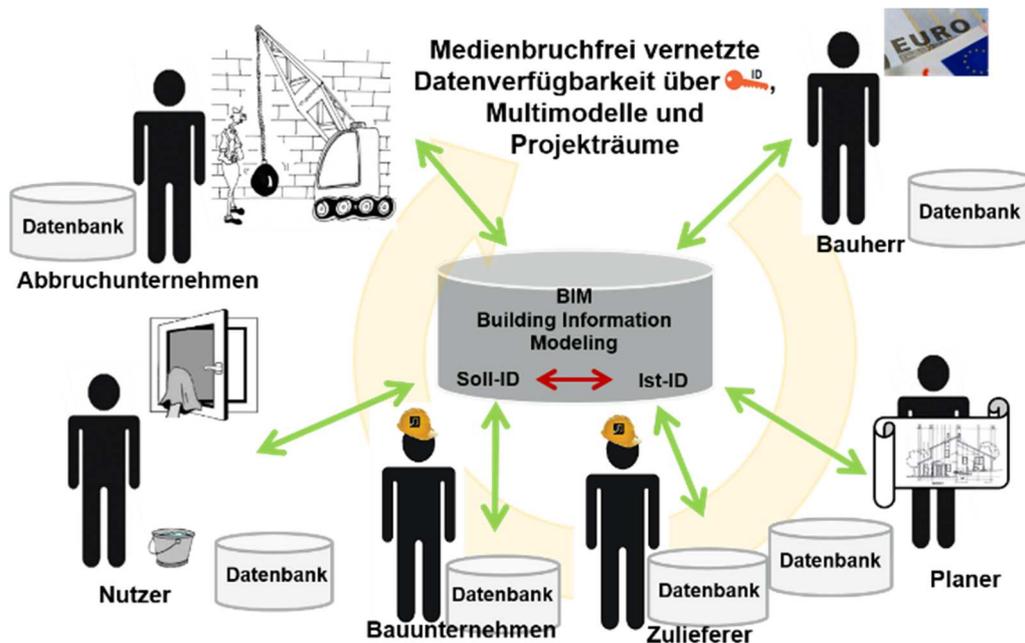


Abbildung 126: Beteiligte und deren Datenaustausch im Lebenszyklus eines Bauwerks

Hierzu stehen als Elementarmodelle das Virtuelle Gebäudemodell (VGM) in IFC-Format, das Leistungsverzeichnis als GAEBxml-Datei, der Vorgangsplan als .XML-Datei und das DeBt als CSV-Datei zur Verfügung (weitere Anbindungen sind möglich, z. B. zu Datenbanken für IntelliBau und für Navigations- und Wartungsanwendungen).

Im Folgenden werden die einzelnen Fachmodelle (Elementarmodelle) beschrieben.

5.3.2.2 Virtuelle Gebäudemodelle (VGM)

Der erste Schritt zur konsistenten Umsetzung der BIM-Methode über den Lebenszyklus eines Bauwerkes ist die Erstellung eines virtuellen Gebäudemodells. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde hierzu die Software ArchiCAD Version 17.0 verwendet.

Eine Projektentwicklung mit BIM-basierten Methoden besteht aus einer mehrdimensionalen Struktur. Die drei ersten Dimensionen beschreiben die koordinatenbezogenen Richtungen (XYZ) eines Bauwerkes und der dazugehörigen, lokal ausgerichteten Bauteile. Wird das dreidimensionale Bauwerksmodell um die vierte Dimension „Zeit“ erweitert, kann schon in der Planungsphase ein Bauablauf virtualisiert werden. Die fünfte Dimension erweitert das informationsbasierte Modell zusätzlich mit Baukosten und Ressourcen, die es ermöglichen, abhängige Prozesse zu simulieren. Zuletzt können mit der Nutzung von bauteilbezogenen Informationen je nach Anforderung der Prozesse zusätzliche Dimensionen definiert werden. Somit können auf den Lebenszyklus betrachtet weitere Aspekte wie z. B. die logistischen Prozesse der Bauausführung mit in das BIM-Modell einbezogen werden.

Um die Bauteile bereits während der Planungsphase mit der RFID Technik zu verknüpfen, wird jedem Bauteil eine eindeutige ID zugewiesen. Somit kann schon während der Planungsphase eine Verknüpfung mit den physischen Objekten in der späteren Ausführungsphase hergestellt werden.

5.3.2.3 Leistungsverzeichnis

Nach der Erstellung eines dreidimensionalen Gebäudemodells ist die Projektbearbeitung hinsichtlich der Aufgabenspektren von Planung, AVA, Kalkulation, Bauablaufsteuerung bis hin zur Bauleistungskontrolle notwendig.

Für die Prozesse der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung wird dazu die Struktur des Gebäudemodells auf eine Struktur eines Leistungsverzeichnisses zugeordnet; beispielsweise werden alle nach der Bauart gleichen Wände eines Gebäudes mengenmäßig addiert und einer LV-Position zugeordnet, die dann im Rahmen der Kalkulation bepreist und nach dieser später abgerechnet wird.

Zum Zeitpunkt der Durchführung des Forschungsvorhabens konnte eine solche Zuordnung z. B. mit dem Programm RIB iTWO vorgenommen werden. Hierzu werden sogenannte Plugin-Softwaremodule in die jeweilige BIM-Software geladen und mit ihnen wird ein „Export“ der Gebäudemolldaten bzw. eine „Aufbereitung“ vorgenommen, damit diese in der Softwareumgebung iTWO weiterverarbeitet werden können. Aus der IFC-Struktur wird eine CPIxml-Struktur generiert (CPI = Construction Process Integration). In dieser Struktur sind die weiteren Daten ergänzbar. Nun kann in der AVA-Struktur wie in der Software ohne BIM-Funktionalitäten gewohnt weitergearbeitet werden, allerdings mit umfangreichen, BIM-basierten Zusatzfunktionalitäten.

Auf diesem Weg können die Prozesse der klassischen Bauprojektentwicklung mit der BIM-Methode verknüpft werden: Die CAD-Modelldaten werden systematisch und durchgängig mit den alphanumerischen Daten der AVA-Prozesse verknüpft, eine grafische Bemusterung und Ausstattung ist möglich, was visuelle Kontrollen in den AVA-Prozessen ermöglicht, die Mengenermittlung kann durchgängig modellbasiert erfolgen, eine Kollisionsprüfung erfolgt automatisiert (Clash-Detection) und über die Kalkulation erfolgt eine Verknüpfung bis hin zu den Ressourcen.

5.3.2.4 Vorgangsplan

Über das Konzept objektorientierter Methoden ist es nun auch möglich, weitere Gliederungsstrukturen zu schaffen und mit den vorhandenen Informationen zu vernetzen. So kann z. B. eine Ablaufstruktur angelegt werden. Hierzu können die Elemente des Gebäudemodells in „Arbeitseinheiten“ aufgliedert oder zusammengefasst werden, die im Rahmen einer Bauablaufplanung (BAP) durch Ergänzung von Leistungs- bzw. Aufwandswerten, betrachtet man die bereits zugeordneten Ressourcen, sowie von Abhängigkeiten/Anordnungsbeziehungen zu einem Bauablaufplan geordnet werden können. Auch die Erstellung eines BAP war während der Projektlaufzeit mit der o. a. Software RIB iTWO bereits möglich.

5.3.2.5 Digital erweitertes Bautagebuch

Im Rahmen der Untersuchung von Baulogistikprozessen entwickelte das Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal die folgenden RFID-basierten Anwendungen:

- Avisierung
- Zutritts- und PSA-Kontrollen
- Zufahrtskontrollen

- Wareneingangskontrollen und Einlagerung auf der Baustelle
- Digitales erweitertes Bautagebuch

Das im Rahmen des Projektes „RFID-Baulogistikstand“ 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.

Im Teilprojekt „RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik auf der Baustelle (RFID Baulogistikleitstand)“ wurde entlang der Wertschöpfungskette insbesondere die Schnittstelle Baustelle/Außenwelt untersucht. Hier wurden verschiedene Applikationen zur Erfassung, Kontrolle und Steuerung baulogistischer Prozesse entwickelt. Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgte im „Digitalen erweiterten Bautagebuch (DeBt)“. Dieses wurde durch die Prozessdaten wie bspw. Ort/Zeitpunkt von Warenein- und -Ausgangskontrollen, Ort/Zeitpunkt der Bauproduktionsmittelregistrierung, Ort/Zeitpunkt der Lagerung etc. ergänzt.

5.4 Handlungsbedarf

Es ist nun ein Konzept erforderlich, das das folgende Henne-Ei-Problem lösen kann bzw. diese Hürde beseitigt: Einerseits benötigt eine Auto-ID-Systementwicklung automatisch identifizierbare Objekte. Andererseits werden Objekte nur mit automatisch identifizierbaren Kennzeichnungen ausgestattet, wenn es hierfür auf Auto-ID-Seite einen Bedarf gibt. Da gerade im Bauwesen viele verschiedene Unternehmen in stets wechselnden Beziehungen an Prozessen beteiligt sind, die durch Auto-ID-Einsatz verbessert werden könnten, stellt sich die Frage, wer zuerst investiert oder aber – besser – wie die Beteiligten zusammengebracht werden können, um gemeinsam die Umsetzung zu ermöglichen.

6 Zusammenfassung

Im Projekt „BIM-basiertes Bauen mit RFID“ hat sich die Bedeutung digitaler Gebäudemodelle (Building Information Models, BIM) und integrierter Prozessmodelle für das computergestützte Planen und Bauen erneut bestätigt. Bei der Verknüpfung von BIM- und RFID-Daten sollte das jeweilige Interesse an der informationsbasierten Methode und Technik im Mittelpunkt stehen, die für eine Unterstützung der individuellen Prozesse der verschiedenen Beteiligten erforderlich sind. Von Interesse sind Daten und Informationen, die konsistent unter den Projektbeteiligten übergeben werden. Über die reine Datenübergabe hinaus, interessieren aber auch zusätzlich die Datenverknüpfungen: Die Information >>Stütze<<, >>C20/25<< und >>Pos. 103<< sind jeweils für sich genommen schwer greifbar. Erst in Beziehung gesetzt, werden diese Eigenschaften zu einer bedeutungsvollen, nutzbaren und verifizierbaren Aussage. Entscheidend sind somit nicht nur die Informationen, sondern ihre Beziehungen und Relationen zueinander, auch und besonders im speziellen Prozessbezug. BIM ist somit eine inkrementelle Entwicklung, die Möglichkeiten, Prozesse, Technologien und Ressourcen aufzeigt und koordiniert. Die Definition von BIM wächst in seiner buchstäblichen Aufstellung mit den Phasen, Verantwortlichkeiten, Aufgaben und den Zielen von der Projektinitiierung bis hin zur Bewirtschaftung.

Für das Standardisierungskonzept zur Anbindung der Datenwelt rund um RFID-nutzende Prozesse wurde folgender Ansatz verfolgt:

1. Auf der Auto-ID-Kennzeichnungsseite wurde ein bereits nach ISO-Standard 18000-6-C verfügbares Nummernsystem verwendet, das um eigene, bauspezifische Nummernkreise ergänzt wurde. Diese Nummern werden auf den RFID-Tags gespeichert. Kern und Mindestinhalt der Nummern ist dabei eine eindeutige Identifizierungsnummer. Sie kann auf Tags aller Frequenzbereiche hinterlegt werden und ist zudem auch mit optionalen Auto-ID-Techniken wie Barcode darstellbar. So wird ein Größtmaß an Systemoffenheit bei gleichzeitiger Kompatibilität gewährleistet. Neben der Identifizierungsnummer können prozess- und bauteilbezogene Informationen mit standardisierten Schemata und somit für jeden interpretierbar auf den Tags hinterlegt und auch in den Prozessen verändert werden.
2. Mit Blick auf Klassifizierungs-, Artikelkatalogdaten- und Produktdatenaustauschsysteme wurde davon ausgegangen, dass hier eine Systemvielfalt bestehen bleiben wird. Dies ist dem Gesamtsystem aber nach Einschätzung der ARGE RFIDimBau zunächst nicht hinderlich. Der Erste, i.d.R. der Hersteller, der einen RFID-Tag mit der Identifizierungsnummer beschreibt und die Anbieter der Klassifizierungssysteme müssen lediglich individuell vereinbaren, wie die Zuordnung der Identifizierungsnummer konkreter Bauteile mit den Klassifizierungsnummern allgemeiner Bauteiltypen in einfachen Matchingtabellen eingetragen wird. Langfristig ist zu erwarten, dass hier der Markt entscheidet, welches System am nutzerfreundlichsten ist, so dass sich dieses durchsetzen wird.
3. Auf der Seite der BIM-Datenwelt wurde zunächst auf das Konzept der Multimodellcontainer (MMC) des Forschungsprojektes „Mefisto“ aufgesattelt. Virtuelle Objekte der BIM-Datenwelt können über Links mit einer RFID-Identifizierungsnummer verknüpft werden. In eigenen Elementar- oder Fachmodellen können zu jeder RFID-Identifizierungsnummer beliebige Daten vorgehalten und fortgeschrieben werden, die somit unmittelbar mit dem BIM-Modell im MMC verknüpft sind. Auch die o. a. Klassifizierungsmodelle könnten als eigene Fach- bzw.

Elementarmodelle hinterlegt werden. Innerhalb des MMC könnte so auch ein Link zwischen RFID-Identifizierungsnummer und Klassifizierungsnummer(n) und/oder zwischen BIM-Objektnummer und Klassifizierungsnummern(n) angelegt werden.

Die Möglichkeiten zur Überführung des Forschungsgedankens „BIM-basiertes Bauen mit RFID-Technik“ konnte innerhalb des Projektes erfolgreich aufgezeigt werden. So lässt sich die Implementierung der RFID-Technik mit den vorhandenen Standardisierungskonzepten sowohl in speziell projekt- und anwendungsbezogenen Softwarelösungen herstellen, als auch als zusätzliches Add-on in Branchensoftware überführen, die fest im Baubereich etabliert sind (bspw. Asta Powerprojekt und Autodesk in Kapitel 5.2.2.6 und 5.2.2.7).

7 Literaturverzeichnis

Monographien, Periodika und Vorträge

- Bredhorn et al. 2015* BREDEHORN, J., HELMUS, M., JEHLE, P., KELM, A., KORTMANN, J., LAUBAT, L., MEINS-BECKER, A., RÜPPEL, U., WAGNER, S., ZWINGER, U. (2015): BIM-basiertes Bauen mit RFID: Nutzung von konsistenten Informationen für RFID-gesteuerte Planungs-, Ausführungs- und Bewirtschaftungsprozesse. In: Bauingenieur VDI Bautechnik Jahresausgabe 2015/2016, S. 136-139
- Bredhorn 2014* BREDEHORN, H.: „Begin with the end in Mind“- Die Informationsbedürfnisse des Gebäudemanagements, in: Who is who im FM 2014/15, Seite 21+22, BAU Verlag, 2014
- Eastman/Fischer 1974* EASTMAN, C. M., D. FISHER, ET AL. (1974): An Outline of the Building Description System. Research Report No. 50. Pittsburgh, PA.: Inst. of Physical Planning. Carnegie-Mellon Univ.
- Eastman/Teicholz/Sacks/Liston 2011* EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. (2011): BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition, ISBN: 978-0-470-54137-1
- Finkenzeller 2012* FINKENZELLER, K. (2012): RFID-Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC, 6. Auflage. 05/2012, Carl Hanser Verlag
- Helmus et al. 2009* HELMUS, M., KELM, A., LAUSSAT, L., MEINS-BECKER, A.: RFID in der Baulogistik - Forschungsbericht zum Projekt „Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immobilienwirtschaft“, Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009
- Helmus et al. 2009* HELMUS, M.; MEINS-BECKER, A.; LAUBAT, L.; KELM, A. (2009): RFID in der Baulogistik, Vieweg + Teubner Verlag
- Helmus et al. 2011* HELMUS, M., KELM, A., LAUSSAT, L., MEINS-BECKER, A.: RFID-Baulogistikleitstand - Forschungsbericht zum Projekt „RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik am Beispiel Baulogistikleitstand für die Baustelle“, Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2011
- Helmus et al. 2011* HELMUS, M., MEINS-BECKER, A., LAUBAT, L., KELM, A. (2011): RFID-Baulogistikleitstand, Vieweg + Teubner Verlag
- Jaselskis/Anderson/Jahren/Rodriguez/Njos 1995* JASELSKIS, E., ANDERSON, M., JAHREN, C., RODRIGUEZ, Y., NJOS, S. (1995): Radio-Frequency Identification Applications in Construction Industry, Journal of Construction Engineering Management, Vol. 121, No. 2, pp. 189-196, 1995

- Jehle et al. 2011* JEHLE; P., SEYFFERT, S., WAGNER; S.: IntelliBau - Anwendbarkeit der RFID-Technologie im Bauwesen, In: Schriften zur Bauverfahrenstechnik, Vieweg+Teubner Research, 2011
- Jehle et al. 2013* JEHLE; P., SEYFFERT, S., WAGNER; S., MICHAILENKO, N.: IntelliBau 2 - Forschungsbericht zur 2. Forschungsphase, In: Schriften zur Bauverfahrenstechnik, Vieweg+Teubner Research, 2013
- Liebich et al. 2008* LIEBICH et al.: Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC, Herausgegeben von der IAI - Industrieallianz für Interoperabilität e.V., Download unter <http://www.buildingsmart.de/bim-know-how/literaturhinweise>
- Meins-Becker 2011* MEINS-BECKER, A. (2011): Modell zur Unterstützung bauphysikalischer Prozesse entlang der Versorgungskette der Bauwirtschaft, Shaker Verlag
- Rüppel/Stübbe 2010* RÜPPEL, U., STÜBBE, K. M.: Kontextsensitives RFID-Gebäude-Leitsystem – Forschungsbericht. Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, 2010
- Rüppel et al. 2012* RÜPPEL, U., STÜBBE, K. M., ZWINGER, U.: RFID-Wartungs-Leitsystem Brandschutz - Forschungsbericht. Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Technische Universität Darmstadt, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, April 2012
- Schapke/Fuchs 2012* SCHAPKE, S.-E., FUCHS, S.: Kleines M2A2 Handbuch, 2012, Download unter http://www.mefisto-bau.de/quellen/mefisto_data/doc/M2A2_Anwenderhandbuch.pdf
- Scherer/Schapke 2014* SCHERER, R., SCHAPKE, S. (Hrsg.) (2014): Informationssysteme im Bauwesen 1 - Modelle, Methoden und Prozesse, Springer Verlag [Teilergebnisbericht Forschungsvorhaben Mefisto]
- Scherer/Schapke 2014* SCHERER, R., SCHAPKE, S. (Hrsg.) (2014): Informationssysteme im Bauwesen 2 - Anwendungen, Springer Verlag [Teilergebnisbericht Forschungsvorhaben Mefisto]

Normen und Richtlinien

ISO 16739:2013

DIN SPEC 91400

Internetquellen

BuildingSMART <http://www.buildingsmart.de/buildingsmart>

MEFISTO <http://www.mefisto-bau.de/overview.html>

Anhang 1: Nachweise für Veranstaltungen

Belegübersicht Nachweise für Veranstaltungen			
Monat	Veranstaltungstermin	Ort	Veranstaltung
Jun 13			
	06.06.2013	Berlin	Tag der Bauindustrie, Berlin
	18.06.2013	Hamburg	Vortrag buildingSmart Anwendertag, Hamburg
Jul 13			
	10.07.-12.07.2013	Weimar	Vortrag BBB-Treffen, Weimar
Aug 13			
Sep 13			
	18.09. - 20.09.2013	München	Vortrag Forum Bauinformatik,
Okt 13			
Nov 13			
	07.11.2013	Stockdorf	Vortrag 7. Tag der Deutschen Baumaschinentechnik, im ABZ des Bayerischen Bauindustrieverbandes e.V., Stockdorf
	27.11.2013	Berlin	Ausstellung 6. Deutscher Obermeistertag, 14-18 Uhr, Berlin
	28.11.2013	Berlin	Vortrag 3. Deutscher Bauwirtschaftstag, 15-18 Uhr, Berlin
Dez 13			
	05.12.-06.12.2013	Dresden	Vortrag RFID-Symposium, Dresden
Jan 14			
Feb 14			
	18.02. - 21.02.2014	Berlin	RFID Demonstrationsmodule auf der Messe bautec, Berlin
Mrz 14			
Apr 14			
	29.04.2014	Dortmund	Vortrag Bauverbände Westfalen
Mai 14			
	08.05. - 03.06.2014	Stuttgart	RFID Demonstrationsmodule in Stuttgart (Fa. Züblin Ed.)
	21.05.2014	Königstein	Vortrag 11. BIM Anwendertag, bS, Königstein im Taunus
	22.05.2014	Berlin	Ausstellung, Tag der Bauindustrie, HDB, Berlin
Jun 14			
	24.06. - 26.06.2014	Stockdorf	RFID Demonstrationsmodule in Stockdorf (Bauindustrie Bayern)
	25.06. - 27.06.2014	Graz	Vortrag BBB-Treffen, Graz
Jul 14			
	01.07. - 03.07.2014	Nürnberg	RFID Demonstrationsmodule in Nürnberg-Wetzendorf (Bauindustrie Bayern)
	05.07. - 06.07.2014	Stuttgart	RFID Demonstrationsmodule in Stuttgart (Fa. Wolff&Müller)
Aug 14			
	26.08. - 28.08.2014	Wuppertal	RFID Demonstrationsmodule in Wuppertal (Kongress "Zukunft Bauen")
Sep 14			
	11.09.2014	Neumünster	Vortrag auf der Messe Nordbau in Neumünster (Baugewerbeverband Schleswig-Holstein)
	08.09. - 16.09.2014	Neumünster	RFID Demonstrationsmodule auf der Messe Nordbau in Neumünster (Baugewerbeverband Schleswig-Holstein)
	23.09. - 26.09.2014	Darmstadt	RFID Demonstrationsmodule und Vortrag in Darmstadt (Forum Bauinformatik)
	29.09. - 02.10.2014	Darmstadt	RFID Demonstrationsmodule in Darmstadt (Uni Darmstadt)
Okt 14			
	08.10.-10.10.2014	Frankfurt	Ausstellung Demonstrationsmodul im EBL FFM Frankfurt
	16.10.-17.10.2014	Braunschweig	Ausstellung Demonstrationsmodul auf dem VBI Bundeskongress
	20.10. - 31.10.2014	Wuppertal	Berufskolleg Wuppertal
Nov 14			
	04.11.-05.11.2014	Kerpen	Tag der Deutschen Baumaschinentechnik
	05.11. - 06.11.2014	Berlin	ZDB Baugewerbetag / Obermeistertag
	13.11.-14.11.2014	Feuchtwangen	Bayrische Bauakademie Feuchtwangen
	20.11.-21.11.2014	Dresden	Bildungsstättenleiter-Tagung (BAU SACHSEN)
	25.11.-26.11.2014	Erfurt	AFZ Erfurt / BiW Bildungswerk Bau
	28.11.2014	Düsseldorf	DVP-Herbsttagung
Dez 14			
	04.12.-05.12.2014	Dresden	Ausstellung Demonstrationsmodul:RFID-Symposium

Belegübersicht Nachweise für Veranstaltungen			
Monat	Veranstaltungstermin	Ort	Veranstaltung
Jan 15			
	19.01.-24.01.2015	München	Ausstellung Demonstrationsmodul auf der Bau 2015
Feb 15			
	03.02.-04.02.2015	Sigmaringen	Ausstellung Demonstrationsmodul im Ausbildungszentrum Bau in Sigmaringen (Bauwirtschaft Baden-Württemberg)
	10.02.-12.02.2015	Geradstetten	Ausstellung Demonstrationsmodul im Ausbildungszentrum Bau in Geradstetten (Bauwirtschaft Baden-Württemberg)
	18.02. - 19.02.2015	Bühl	Ausstellung Demonstrationsmodul im Kompetenzzentrum Bau in Bühl (Bauwirtschaft Baden-Württemberg)
Mar 15			
	10.03.2015	Bonn	Vortrag Symposium „Umweltschutz auf der Baustelle“
	26.-27.03.2015	Darmstadt	Vortrag 145. DVW-Seminar
	26.03.2015	Düsseldorf	Ausstellung Demonstrationsmodul: Tagung BIM - die Planungsmethode der Zukunft 2015
Apr 15			
Mai 15			
Jun 15			
Jul 15			
	28.07.2015	Wuppertal	Demonstration Fa. BRZ
Aug 15			
Sep 15			
	16.09.2015	Wuppertal	Kongress Zukunft Bauen (BAUGEWERBLICHE VERBÄNDE)
Okt 15			
	21.10.2015	Wuppertal	Regionales Netzwerktreffen NRW
Nov 15			
	04.-05.11.2015	Berlin	Bundeskoordinatorentag
	08.-09.11.2015	Krefeld	Deutsche Meisterschaft Bauhandwerk
	10.11.-11.11.2015	Berlin	Bauwirtschaftstag
Dez 15			
Jan 16			
Feb 16			
Mrz 16			
	23.03.2016	Wuppertal	Demonstration Fa. VHV
Apr 16			
	15.04.2016	Wuppertal	Demonstration Hochschule Karlsruhe
Mai 16			
	20.05.2016	Wuppertal	Demonstration Fa. ZPP Ingenieure GmbH
Jun 16			
	03.06.2016	Wuppertal	Demonstration Fa. Nordic ID / Bilfinger Real Estate Asset Management GmbH
Jul 16			