
Multimodale didaktische Konzepte zur Dissemination von ausgewählten RFID- und BIM- basierten Brandschutzmethoden für die Baupraxis

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation von Uwe Zwinger aus Darmstadt

Tag der Einreichung: 12. Januar 2016, Tag der Prüfung: 11. März 2016

Darmstadt – D 17

1. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel
2. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Bau- und Umwelt-
ingenieurwissenschaften
Institut für Numerische Methoden
und Informatik im Bauwesen

Multimodale didaktische Konzepte zur Dissemination von ausgewählten RFID- und BIM-basierten Brandschutzmethoden für die Baupraxis
Dissertation

Genehmigte Dissertation von Uwe Zwinger aus Darmstadt

1. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel
2. Gutachten: Prof. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn

Tag der Einreichung: 12. Januar 2016

Tag der Prüfung: 11. März 2016

Darmstadt – D 17

Berichte des Instituts für Numerische Methoden
und Informatik im Bauwesen

Band 1/2016

Uwe Zwinger

**Multimodale didaktische Konzepte zur
Dissemination von ausgewählten RFID- und BIM-
basierten Brandschutzmethoden für die Baupraxis**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2016

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2016

Copyright Shaker Verlag 2016

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-4413-3

ISSN 1860-9430

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Meinen Eltern



Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen der Technischen Universität Darmstadt im Rahmen von Projekten der Arbeitsgemeinschaft „ARGE RFIDimBau“ unter der Forschungsinitiative „ZukunftBAU“.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel für die Übernahme des Hauptreferats, für seine Betreuung sowie die Förderung dieser Dissertation. Seine Impulse und die Ideen aus fachlichen Diskussionen mit ihm sind in diese Arbeit eingeflossen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn danke ich sehr herzlich für die Übernahme des Korreferates, sein großes Interesse an meiner Arbeit, seine Ratschläge sowie die gute Zusammenarbeit.

Meinen Kollegen und Kolleginnen Christian Schwöbel, Michael Kreger, Robert Irmeler, Steffen Franz, Christian Leifgen, Philipa Petkova, Anna Wagner, Kristian Schatz sowie Barbara Kohane danke ich für die gute Zusammenarbeit und ihre Hilfsbereitschaft. Insbesondere danke ich Susanne Rohmig für ihre stets aufmunternden Worte, die schönen Gespräche und ihre Unterstützung.

Meinen Kollegen und Kolleginnen der „ARGE RFIDimBau“ Steffi Wagner, Jan Kortmann, Agnes Kelm, Anica Meins-Becker, Lars Laußat und Jens Bredehorn danke ich für die gute Zusammenarbeit und die vielen lustigen gemeinsamen Stunden vor, in und auf unserem Demonstrationsmodul.

Mein weiterer Dank gilt den Studierenden, die ich im Rahmen ihrer studentischen Arbeiten betreuen durfte. Ihre Arbeiten gaben mir wichtige Impulse für meine Dissertation.

Sandra Würtenberger danke ich sehr herzlich für ihre tolle Unterstützung seitens der Korrektur dieser Arbeit.

Meinen Eltern sowie meiner Schwester danke ich sehr herzlich für ihre tatkräftige Unterstützung, die Motivation und den privaten Rückhalt über den gesamten Zeitraum der Entstehung dieser Arbeit.

Uwe Zwinger



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
1. Einleitung und Zielsetzung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Zielsetzung und Ansatz	2
1.3. Überblick über diese Arbeit	3
2. Brandschutz	7
2.1. Einführung in den Brandschutz	7
2.2. Definition	7
2.3. Anlagentechnischer Brandschutz	9
2.4. Instandhaltung	12
2.4.1. Definition	12
2.4.2. Rechtliche Anforderungen an die Instandhaltung von Brandschutzobjekten	13
2.4.3. Instandhaltung von Brandmeldeanlagen	13
2.4.4. Instandhaltung von Sprinkleranlagen	14
2.4.5. Instandhaltung von tragbaren Feuerlöschgeräten	19
2.4.6. Anforderungen und Probleme der Instandhaltungsdurchführung	21
2.4.7. Möglichkeiten zur Verbesserung der Wartung	23
3. RFID	25
3.1. Einführung in die RFID-Technik	25
3.2. Standardisierung	25
3.3. Unterscheidung von RFID-Systemen	27
3.4. Frequenzen	28
3.5. Funktionsweise	30
3.6. Komponenten eines RFID-Systems	31
3.6.1. RFID-Leser (Writer)	31
3.6.2. RFID-Transponder	32
3.7. NFC	33
3.7.1. Entwicklung und Normierung von NFC	34

3.8. Anwendungsmöglichkeiten von RFID	35
3.9. RFID-bezogene Forschung im Bauwesen	36
3.9.1. Forschungsbereiche der ARGE RFIDimBau	37
3.9.2. RFID-Forschung am IIB	37
3.9.3. Nutzung von RFID für Anwendungen der Indoor-Ortung	38
3.9.4. RFID-basierte Wartung von Wartungsobjekten	42
3.10. Fazit	43
4. Building Information Modeling (BIM)	45
4.1. Definition	45
4.2. Möglichkeiten der Erzeugung eines BIM	48
4.3. Nutzungsmöglichkeiten von BIM	51
4.3.1. Brand-/Entfluchtungsanalysen	52
4.3.2. Serious Gaming	52
4.3.3. Visualisierungsmöglichkeiten von BIM	53
4.3.4. Nutzung seitens Indoor-Navigation	62
4.4. Fazit	68
5. Didaktik	71
5.1. Einleitung	71
5.2. Didaktische Modelle	74
5.2.1. Bildungstheoretische Didaktik	75
5.2.2. Lerntheoretische Didaktik	76
5.2.3. Curriculative Didaktik	76
5.2.4. Aufgabenorientierte/handlungsorientierte Didaktik	77
5.2.5. Konstruktivistische Didaktik	78
5.2.6. Kommunikative Didaktik	78
5.2.7. Spieldidaktik	79
5.3. Didaktische Methoden	80
5.4. Lernzugänge in den Naturwissenschaften	84
5.5. Didaktische Mittel bei Ausstellungen	85
5.5.1. MS Wissenschaft	86
5.5.2. Mathematikum Gießen	86
5.6. Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten im Bauwesen	88
5.7. Virtuelle Realität im Lehreinsatz	89
5.8. Lernkontrolle – Besucherbefragung	91
5.9. Fazit	95

6. Multimodales didaktisches Konzept zur Dissemination von RFID- und BIM-basierten Brandschutzmethoden	97
6.1. Definition der Zielgruppe	97
6.2. Baubranchenbehäftete Einflüsse	100
6.3. Elemente des multimodalen didaktischen Konzepts zur Dissemination von ausgewählten RFID- und BIM-basierten Brandschutzmethoden für das Bauwesen	103
6.3.1. Vorträge	104
6.3.2. Informationsfilm	105
6.3.3. Printmedien	105
6.3.4. Internetpräsenz	106
6.3.5. Ausstellungskonzept	106
6.4. Konzept zur Vermittlung von RFID- und BIM-basierten Brandschutzmethoden . .	115
6.4.1. Exponat „RFID-unterstützte Wartung von Brandschutzobjekten auf Basis einer BIM-basierten RFID-Ortung“	116
6.4.2. Exponat „Nutzung von digitalen Gebäudemolldaten (BIM) für den Anwendungsfall des Serious Gaming zum Training von Feuerwehreinsetzkraften“	118
6.5. Konzept zur Evaluierung	122
7. Implementierung und Validierung des multimodalen didaktischen Konzepts zur Dissemination von RFID- und BIM-basierten Brandschutzmethoden	125
7.1. ARGE RFIDimBau Öffentlichkeitskonzept	125
7.2. ARGE RFIDimBau Vortrag	126
7.3. ARGE RFIDimBau Informationsflyer	127
7.4. ARGE RFIDimBau Internetpräsenz	129
7.5. ARGE RFIDimBau Forschungsvideo	129
7.6. ARGE RFIDimBau Ausstellungsstand	130
7.7. ARGE RFIDimBau Demonstrationsmodul	131
7.7.1. Gestaltung des Demonstrationsmoduls	132
7.7.2. Ablauf eines Rundganges im ARGE RFIDimBau Demonstrationsmodul . .	134
7.8. Exponat „RFID-unterstützte Wartung von Brandschutzobjekten auf Basis einer BIM-basierten RFID-Ortung“	140
7.8.1. Beschreibung des Exponats	140
7.8.2. Hardwareseitige Umsetzung des Exponats	140
7.8.3. Softwareseitige Umsetzung des Exponats	142
7.9. Exponat „Nutzung von digitalen Gebäudemolldaten (BIM) für den Anwendungsfall des Serious Gaming zum Training von Feuerwehreinsetzkraften“	146
7.9.1. Beschreibung des Exponats	146

7.9.2. Hardwareseitige Umsetzung des Exponats	146
7.9.3. Softwareseitige Umsetzung des Exponats	147
7.10. Ausstellungen des ARGE RFIDimBau Demonstrationsmoduls	152
7.11. Besucherbefragung zum didaktischen Konzept des ARGE RFIDimBau Demonstra- tionsmoduls	154
7.11.1. Aufbau des Fragebogens	155
7.11.2. Statistische Auswertung	155
7.12. Bewertung des verwendeten didaktischen Konzepts	157
8. Zusammenfassung und Ausblick	159
8.1. Zusammenfassung	159
8.2. Ausblick	161
A. Anhang	175
A.1. Fragebogen zur Besucherbefragung	175
A.2. Auswertung der Fragebögen	179