

N. König, C. Philipp, B. Hanisch, K. Ebert, T. Gier,
G. vom Bögel, A. Hennig, M. Lörcks

**RFID, eine Schlüsseltechnologie für
transparente Bauwerkserstellung und
nachhaltigen Gebäudebetrieb (RFID-
Sensor: Energie-Hygiene-Sicherheit)**

F 2908

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- 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

2015

ISBN 978-3-8167-9409-7

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

IBP-IMS-Bericht RFID-01-2012

RFID, eine Schlüsseltechnologie für transparente Bauwerkserstellung und nachhaltigen Gebäudebetrieb

(RFID-Sensor: Energie-Hygiene-Sicherheit)

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.
(Aktenzeichen: SF- 10.08.18.7- 09.27 / II 3 - F20-09-030)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

Stuttgart/Duisburg, im März 2013

N. König (IBP, Projektleitung)

C. Philipp

B. Hanisch

K. Ebert

T. Gier

G. vom Bögel (IMS)

A. Hennig

M. Lörcks

Inhalt

1	Vorwort, Danksagung	6
2	Zielsetzung und Zusammenfassung	7
2.1	Ausgangslage	7
2.2	Forschungsansatz	8
2.3	Untersuchungsmethodik	9
2.4	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse	10
3	Grundlagen RFID-Technik Allgemein	13
3.1	Aufbau und grundlegende Funktionsweise eines RFID- Systems	14
3.2	Klassifizierung der Transpondertechnik und Begriffsbestimmung	15
3.3	Reichweite und Frequenzbereiche	15
3.4	Passive Transponder	16
3.5	Aktive Transponder und RFID-Netzwerke	17
3.5.1	Auswahl der Übertragungstechnik	23
3.5.2	Auswahl der Übertragungsfrequenz	24
3.5.3	Elektrosmog durch den Einsatz von Transpondertechnik	25
3.6	RFID-Emblem und RFID-Etikett	25
4	Grundlagen RFID-Sensor-Technik	26
4.1	Verfügbare Sensoren für Transpondersysteme	27
4.1.1	Sensortechnik Temperaturmessung	28
4.1.2	Sensortechnik Druckmessung	28
4.1.3	Sensortechnik Feuchtemessung	29
4.1.4	Sensortechnik Lichtmessung	30
4.1.5	Sensortechnik DMS-Messung	30
4.2	Lesegeräte für passive RFID-Transponder	31
4.2.1	Produktbeispiele für LF Lesegeräte	31
4.2.2	Produktbeispiele für UHF-Lesegeräte	32
4.3	Produktbeispiele für Sensornetz-Technik und aktive UHF-RFID-Systeme	32
4.4	Middleware, ID-Datenübertragung	34
5	Anwendungen der RFID-Technik im Hochbau	37
5.1	Allgemeine Übersicht, Stand	37
5.2	ARGE „RFIDimBau“	38
5.3	Andere Forschergruppen (FORBau, u.a.)	39

6	Untersuchte Anwendungen der RFID-Sensor- Technik im Hochbau	40
6.1	Anwendung Energie, Nachhaltigkeit am Beispiel von VIP	40
6.1.1	Bestimmung der wärmetechnischen Eigenschaften bei VIPs	41
6.1.2	Beschreibung der RFID-Drucksensor-Technik	43
6.1.3	Kalibrierung, Kalibrierprozess im Labor	45
6.1.4	Vorteile der RFID-Sensor-Technik bei VIP	48
6.1.4.1	Vorteile in Produktion und Herstellung	48
6.1.4.2	Vorteile bei Einbau und Abnahme	49
6.1.4.3	Vorteile in der Nutzungsphase	49
6.1.5	Messunsicherheit und Abnahmeprozess bei RFID-Sensortranspondern	50
6.1.6	Prüfung der RFID-Drucksensor-Technik an Fassaden mit VIPs	50
6.1.6.1	Testkörper	51
6.1.6.2	Versuche in der Klimakammer	52
6.1.6.3	Langzeit-Messungen an der Testfassade	52
6.1.6.4	Tests zum Temperatureinfluss	54
6.1.6.5	Tests zur Auslesbarkeit	57
6.1.6.6	Einfluss von Lesegerät und Antenne	58
6.1.6.7	Einfluss der Antennenhalterung	58
6.1.6.8	Einfluss von Zwischenschichten	59
6.1.6.9	Einfluss des Haltewinkels	59
6.1.7	Tests zur Messunsicherheit an VIP-Drucksensor- Technik	60
6.2	Feuchte- und Temperatur-Transponder zur Bauteil-Überwachung	62
6.3	Anwendungsbeispiel Energie: Energetischer Soll-Ist-Vergleich	63
6.3.1	Relevante Bauteildaten	65
6.3.2	Datenspeicherort	66
6.3.3	Integration in die Gebäudeautomation	67
6.3.4	Dynamischer Energieausweis	68
6.4	Anwendungsbeispiel Energie: Solaranlagensteuerung	72
6.5	Anwendung Hygiene, Lüftungsleitungen	73
6.5.1	Anforderungen an Luftleitungen	74
6.5.2	Bauliche Problembereiche und Grenzwerte in Lüftungsleitungen	75
6.5.3	Verwendete RFID- Technik	75
6.5.3.1	RFID- Sensornetz als UHF- System mit externem Sensor	75
6.5.3.2	RFID- LF- System zur Feuchtemessung	78
6.5.3.3	Versuchsanlagen	78
6.5.4	Demonstrator Hygiene, Lüftungsleitungen	79
6.5.5	Fazit und Ausblick für Lüftungsleitungen	80
6.6	Anwendung Sicherheit, Holzbauteile	81
6.6.1	Untersuchungen an Testaufbauten zu Feuchtesensoren	82

6.6.2	Test zur Funkreichweite in Deckensystemen	83
6.6.3	Test zur Sensorpositionierung in Holzbauteilen	86
6.7	Integration der RFID- und Sensor-Daten in den Gebäudebetrieb	87
6.7.1	Visualisierung und Schnittstellen Beispiel Lüftung	90
6.7.2	Visualisierung und Datenbank Beispiel Dächer	92
7	Erfahrungen im Umgang mit RFID-Sensor-Technik und zur Baulogik	97
7.1	Erfahrungen im Umgang mit der Hardware	97
7.2	Erfahrungen im Umgang mit RFID-Software und Auswerteprogrammen	103
7.3	Erfahrungen zur Datensicherheit und Entsorgung	105
8	Qualitätsmanagement, Kosten-Nutzen-Relation	106
8.1	Qualitätssteigerung durch Bauwerksmonitoring	106
8.2	Qualitätsbewertung der RFID-Technik durch QFD	109
8.3	Kosten der RFID-Sensor-Transponder	115
9	Umsetzung und Integration in künftige Projekte	118
9.1	Integration in weiterführende Fraunhofer-Projekte	118
9.1.1	Betonsensor	118
9.1.2	Wärmespeicher mit Dämmung mittels VIP	119
9.1.3	Feuchtekontrolle bei Sanierungen mit Innendämmung	119
9.2	Umsetzung in der ARGE RFIDimBau	120
9.3	Umsetzung mit Hardware- und Software-Herstellern	120
9.4	Umsetzung zur Marktkontrolle in der Bauprodukt-Kennzeichnung	121
9.5	Umsetzung mit der Bauwirtschaft	122
9.6	Publikationen, Internet, Seminare, Messen	122
10	Weiterführende Hinweise und Dokumente	123
10.1	Übersicht zu den verwendeten RFID-Systemen	123
10.2	Messungen mit unterschiedlichen Abdeckmaterialien	124
10.3	Messwerte aus RFID-Drucksensoren im Saugheber-Versuch	125
10.4	Beispiele für RFID-Etiketten	126
10.5	Datenblätter verwendeter Geräte und Sensoren	128
10.5.1	Datenblatt AEG-Lesegerät ARE H5	128

10.5.2	Datenblatt Betaungssensor Hygrosens SHS-A3	129
10.5.3	Datenblatt Feuchte-Temperatursensor Sensirion SHT-7	130
10.5.4	Datenblatt Sensortransponder Digi - XBee®	132
10.6	Publikationen aus Fraunhofer IMS und IBP zu RFID-Sensor-Technik	134
11	Literaturverzeichnis	136