

26 Potentiale der RFID-Technologie in der Wertschöpfungskette der Bauwirtschaft



Dipl.-Phys. Norbert König, Christian Philipp, Benjamin Hanisch
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

Gerd vom Bögel, Andreas Hennig
*Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme
IMS, Duisburg*

Ergebnisse aus Teilprojekten der ARGE RFIDimBau und des Projekts „RFID-Sensor: Energie-Hygiene-Sicherheit“ mit Förderung durch das BBSR/BMVBS, AZ. SF-10.08.18.7-09.27

Abstract: With the help of the RFID technology processes can be optimized in the building and construction industry and communicated to all involved more transparently. Particularly by the expansion of RFID transponders by sensors many new areas of application in facility management and maintenance are to investigate. In the Fraunhofer-project “RFID-sensor” the application fields energy efficiency, hygiene and safety are examined to show the necessary networking of all building processes (planning, construction, building construction, building business, reorganization/rehabilitation, demolition). The consortium-partners examined this as BUW Wuppertal in the last project „Building logistics control post“, TU Dresden in the project „IntelliBau-2“ and TU Darmstadt in the project „Fire protection maintenance-conducting system“ see www.rfidimbau.de. Some results will be reported.

RFID-Technik generell und in der Bauwirtschaft

Mit Hilfe der RFID-Technologie können Abläufe in der Bauwirtschaft optimiert und transparenter an alle Beteiligte kommuniziert werden, vor allem Betrieb, Unterhalt und Wartung eines Gebäudes lassen sich verbessern. Insbesondere durch die Erweiterung von RFID-Technik durch Sensorik ergeben sich viele neue Anwendungsgebiete. Im Rahmen des Projektes RFID-Sensor werden die Anwendungsbereiche Energieeffizienz, Hygiene und Sicherheit untersucht, um beispielhaft an 3 Demonstratoren die notwendige Vernetzung aller Bauabläufe bis hin zum Energie- und Nachhaltigkeits-Nachweis aufzuzeigen. Die Integration mit den anderen Projekten innerhalb der ARGE „RFID im

Bauwesen“ erzeugt erst den gewünschten Gesamtnutzen, wenn die Ident- und Kenndaten aus den RFID-Transpondern ohne oder mit Sensoren über den gesamten Bauprozess (Planung, Bauausführung, Bauerstellung, Baubetrieb, Umbau/Sanierung, Abbruch) ohne Medienbruch verwendbar sind. Dies untersuchten die ARGE-Partner BU-Wuppertal zuletzt im Projekt „Baulogistik-Leitstand“, TU Dresden im Projekt „IntelliBau-2“ und TU Darmstadt im Projekt „Brand-schutz-Wartungs-Leitsystem“. Siehe www.rfidimbau.de.

RFID-Technik in der Bauphysik und FM

Insbesondere in Gebäuden ohne MSR-Technik bietet sich der Einsatz von RFID-

Sensor-Transpondern an. Als „minimal invasive Maßnahme“ lassen sich die RFID-Daten bei Servicearbeiten einbeziehen oder auch über Lesegeräte mit angekoppeltem Webserver externen Dienstleistern zur Betriebsoptimierung für turnusmäßige Abfragen zur Verfügung stellen. Vor allem für Entscheidungsträger in der Gebäudebewirtschaftung (Facility Management FM) ist es von enormer Bedeutung, nach Abschluss einer Baumaßnahme nicht nur eine vollständige, sondern auch eine sich mit geringem Aufwand fortschreibende, aktuelle Bestandsaufnahme in ein FM-System integriert zu haben. Damit lassen sich auch die in der Immobilienbewirtschaftung vorgeschriebenen "Verkehrssicherungsbegehungen" (u. a. zum Brandschutz) einfacher und nachweisbarer dokumentieren. Eine Bereitstellung von Eingangsgrößen für Gebäudebewertung über z. B. digitale Gebäudeakten (Energiepass, Nachweise höherwertiger Bauausführung für Sachversicherer, Nachhaltigkeits-/CO₂-Zertifikate etc.) kann durch die RFID-Sensortechnik auch erfolgen. Ebenso ist der Schutz vor Plagiaten sicherheitsrelevanter Bauteile zur Abwendung von Gefahren für Leib und Leben möglich.

Stand der RFID-Transponderentwicklung mit Sensorik

Neben den reinen Identifikationssystemen gewinnen Transpondersysteme mit eingebetteter Sensorik für verschiedenste Anwendungsfelder zunehmend an Bedeutung. Neue Entwicklungen auf dem Sektor der Mikrosystemtechnik und -integration erlauben die Einführung innovativer Produkte in diesen Bereichen.

Man unterscheidet zwischen aktiven und passiven Transpondern. Aktive Transponder verfügen über eine eigene Energieversorgung, wie z. B. eine Batterie. Passive Transponder hingegen beziehen ihre Energie aus dem Feld eines Lesegerätes. Folgende Systeme werden im Rahmen des Fraunhofer-Projekts zum Bauteil-Monitoring untersucht:

- Passive Sensortransponder zur Überwachung des Innendruckes in VIP (Vakuum-Isolier-Paneelen),
- Passive Sensortransponder zur Messung von Feuchte und Temperatur in Bauteilen wie Fassaden, Decken, Wände,
- Aktive Sensortransponder für vernetzte Überwachung von Baukonstruktionen oder Anlagen über größere Entfernungen.

Es wurden nur Systeme betrachtet, die für den professionellen Einsatz im Gebäudemanagement konzipiert und somit in den Parametern Robustheit der Transponder, Reader, Übertragungssicherheit und Reichweite anzupassen sind. Insbesondere in Gebäuden müssen ggf. Betondecken und -wände überwunden werden, weil die zu wartenden Geräte im Untergeschoss oder auf dem Dach stehen. Die Erweiterung von einfachen Ident-Transpondern zu Daten-/Telemetrie-Transpondern mit internen oder externen Sensoren muss unter der Anforderung eines kostengünstigen Aufbaus erfolgen, damit nur die Komponenten „Sensor“ zum Transponder-Chip, Antenne (z. B. gedruckte Spule) und Gehäuse je nach Anwendung anzupassen ist. Dafür gibt es derzeit am Markt nur wenige fertige passive Systeme als Prototypen. Aktive Transponder verfügen über eine eigene Energieversorgung. Dies kann beispielsweise eine Batterie, eine Solarzelle oder ein Thermogenerator sein. Aufgrund dessen sind diese Transponder nicht auf einen geringen Abstand zu einem Lesegerät angewiesen. Daher können solche Transponder auch in verschiedenen Netzwerktopologien eingesetzt werden. In so genannten Sensornetzwerken kann der Abstand zwischen dem Sensortransponder und dem Lesegerät (im Folgenden Basisstation genannt) erhöht werden, indem Daten über Netzwerkrouter oder Sensortransponder selbst weitergereicht werden können. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht zu verfügbaren drahtlos Übertragungssystemen. Transpondersysteme arbeiten üblicherweise mit ISM-Frequenzen. Diese sind eingeteilt in Bändern von 100 kHz bis 150 kHz (LF), im Hochfrequenzband (HF) 6,78 MHz, 13,56 MHz,

27,125 MHz und 40,68 MHz sowie im „ultra high frequency band“ (UHF) 433,92 MHz, 869 MHz und 2,4 GHz.

Die Umhüllung eines Vakuumisolierpaneels besteht aus einer elektrisch leitfähigen Barrierefolie, Außenbauteile wie Dächer oder Wände enthalten häufig metallische oder metallisierte Materialien wie Aluminiumprofile oder Dampfsperrefolien. Um Transponder zur Messung des Partialdrucks innerhalb eines VIP oder an/in metallischen Bauteilen betreiben zu können, ist daher eine geringe Betriebsfrequenz vorteilhaft. Deshalb wurde eine Frequenz von 133 kHz (LF-Band) gewählt. Messdaten aus Sensor-RFIDs zur Überwachung und Steuerung von Funktionen an Fassaden oder Dächern (Beschattung, Solaranlage etc.) müssen also ihre Daten über größere Entfernungen übertragen können. Dieser Anforderung stehen geringe Antennendimensionen und limitierte Sendeleistung entgegen. Ein guter Kompromiss ist die Wahl einer Frequenz aus dem UHF-Band. Die Überwachung der Gebrauchstauglichkeit von VIPs oder anderen Bauteilen in Gebäuden über die Lebensdauer von einigen Jahrzehnten übersteigt die Funktionstüchtigkeit der verwendbaren, derzeitigen Batterien in aktiven Sensortranspondern. Ein Batteriewechsel ist i.a. nicht möglich, weshalb hier passive Sensortransponder eingesetzt werden. Zur Steuerung von z. B. Solaranlagen ist es erforderlich, an verschiedenen Stellen im Bereich der Anlage Messwerte aufzunehmen und diese an die Steuereinheit zu übertragen. Der große Abstand erfordert aktive Sensortransponder, die in einem Sensornetz betrieben werden können.

Anwendungsbeispiele

Repräsentativ wurden die 3 Anwendungen aus den Bereichen „Energie“/ Drucksensor in VIPs, „Hygiene“/Feuchtesensor in Lüftungsanlagen und „Sicherheit“/Tauwassersensor in Holzkonstruktionen gewählt, um die

- notwendige Verknüpfung von Planungsdaten (Soll) mit den zu liefernden Bau-

teildaten (Ist) aus der Logistik, Herstellung und dem Einbau zu zeigen,

- bauphysikalisch wirksame sog. Funktionalen Einheit FE an schadensträchtigen Bauteilen/ Bausystemen quantitativ zu visualisieren,
- Entwicklung von einfachen Nachweisverfahren mit Hilfe von realen Daten zu unterstützen (Energieausweis, Nachhaltiges Bauen).

Beschädigte Folien bei VIPs, defekte Dampfsperren und eindringendes Wasser können zur dauerhaften Schädigung von Bauteilen und der Bausubstanz führen. Das frühzeitige Erkennen solcher Zustände und Mängel ist dabei von besonderer Wichtigkeit, um Schäden und Kosten bei Unterhalt, Wartung, Instandsetzung zu minimieren. Deshalb sollen einfach zu verstehende Demonstratoren für diese Fallbeispiele funktionsfähig aufgebaut und als Lernbeispiele für die Nutzung der Sensortransponder zur einfachen und zerstörungsfreien Überprüfung der Druck-, Feuchte- und Temperaturbedingungen in Bauteilen gezeigt werden.

Erfahrungen mit den entwickelten Sensortransponder-Systemen

Die Druckmessung erfolgt dann, wenn ein spezielles Lesegerät in einem kurzen Abstand an dem RFID-Sensor im VIP vorbei geführt oder kurz vorgehalten wird. Das Lesegerät dient ferner zur Anzeige und Speicherung der Messdaten. Das Fraunhofer-IMS hat in früheren F+E-Projekten einen Transponder-ASIC (anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis) entwickelt, der für die kontaktlose Druckmessung im Bereich des Umgebungsdrucks geeignet ist. Diese Ergebnisse waren an die Baubedingungen bei VIPs anzupassen. Hierbei wurde insbesondere der Einfluss der Metallisierungsschicht auf die Energie und Datenübertragungstrecke betrachtet. Zur Ergänzung des Monitorings durch eine drahtlose Feuchte- und Temperaturmessung in der Umgebung der VIPs steht ebenfalls als passiver RFID-Transponder mit einem kapazitiven polyme-

ren Sensor zur Verfügung. Aufgrund des flachen Designs (Dicke 2 mm, Antenne ca. 50 mm Durchmesser) kann er leicht in enge Zwischenräume eingesetzt werden. Zur Demonstration der Lesbarkeit im eingebauten Zustand dient ein mobiles Gerät (Prototyp-Reader) mit einer am Kabel beweglichen Lesantenne (Durchmesser ca. 10 cm). Ein Profigrät ist in der Vorbereitung. Derzeit werden die Vakuumisolierpaneele mit dem integrierten Druck-Sensortransponder verschiedenen Langzeittests (Klimakammern, Fassaden) unterzogen, um die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Sensordaten zu untersuchen. Ein Soll-Ist-Vergleich für die funktionale Einheit FE mit den z.B. in der Brüstung eingebauten VIPs erfolgt mit der Kiosk-Software und einer Visualisierung durch die grün-gelb-rot Anzeige der geforderten U-Werte.

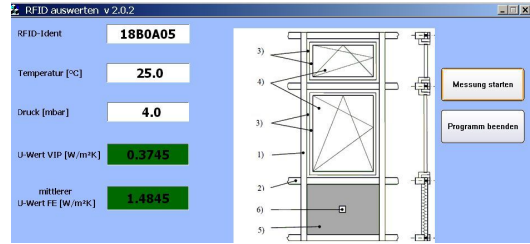


Abb. 3: Beispiel für Monitoring an VIP-Fassade

Weitere RFID-Sensor-Transponder und Ausblick

Die zu entwickelnden Anwendungen der RFID-Sensor-Technik sollen einfach und praxisgerecht sein und den Nutzen an den drei Beispielen aufzeigen. Die RFID-Transponder mit integrierten Sensoren sind noch sehr neu, jedoch erfolgt der Einsatz auch in Bereichen außerhalb des Bauwesens rasch.

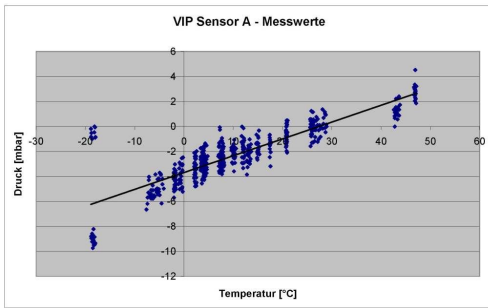


Abb. 1: Kalibrierung von RFID-Sensoren für VIP

		LF	HF	UHF	Mikrowelle	
ID-Tag	passiv	●	●	●	●	● in Entwicklung ● Vorserie/Pilot ● Produkt
	aktiv		●	●	●	
Sensor	Temperatur	●	●	●	●	
	rel. Feuchte	●		●	●	
	Wasser	●		●	●	
	Druck	●	●	●	●	
	Dehnung	●		●	●	
	Licht			●	●	
Reader	mobil	●	●	●	●	
	stationär	●	●	●	●	

Abb. 4: Übersicht zur Hardware Sensor-RFID



Abb. 2: Erfassung mit Hilfe der Kiosk-Software

Daher ist eine Integration in den gesamten Lebenszyklus von der Planung über die Baublogistik bis zum Gebäudebetrieb mit allen Baubeteiligten abzustimmen. Die Integration in übliche "Bauabläufe" kann mit Hilfe neu zu entwickelnden, standardisierten Schnittstellen nur in enger Kooperation mit den Fachverbänden der Bauwirtschaft, den Hardware- und Software-Anbietern sowie der Bauaufsicht gelingen. Hierzu werden derzeit Abschlussprojekte innerhalb der ARGE RFIDimBau vorbereitet.

