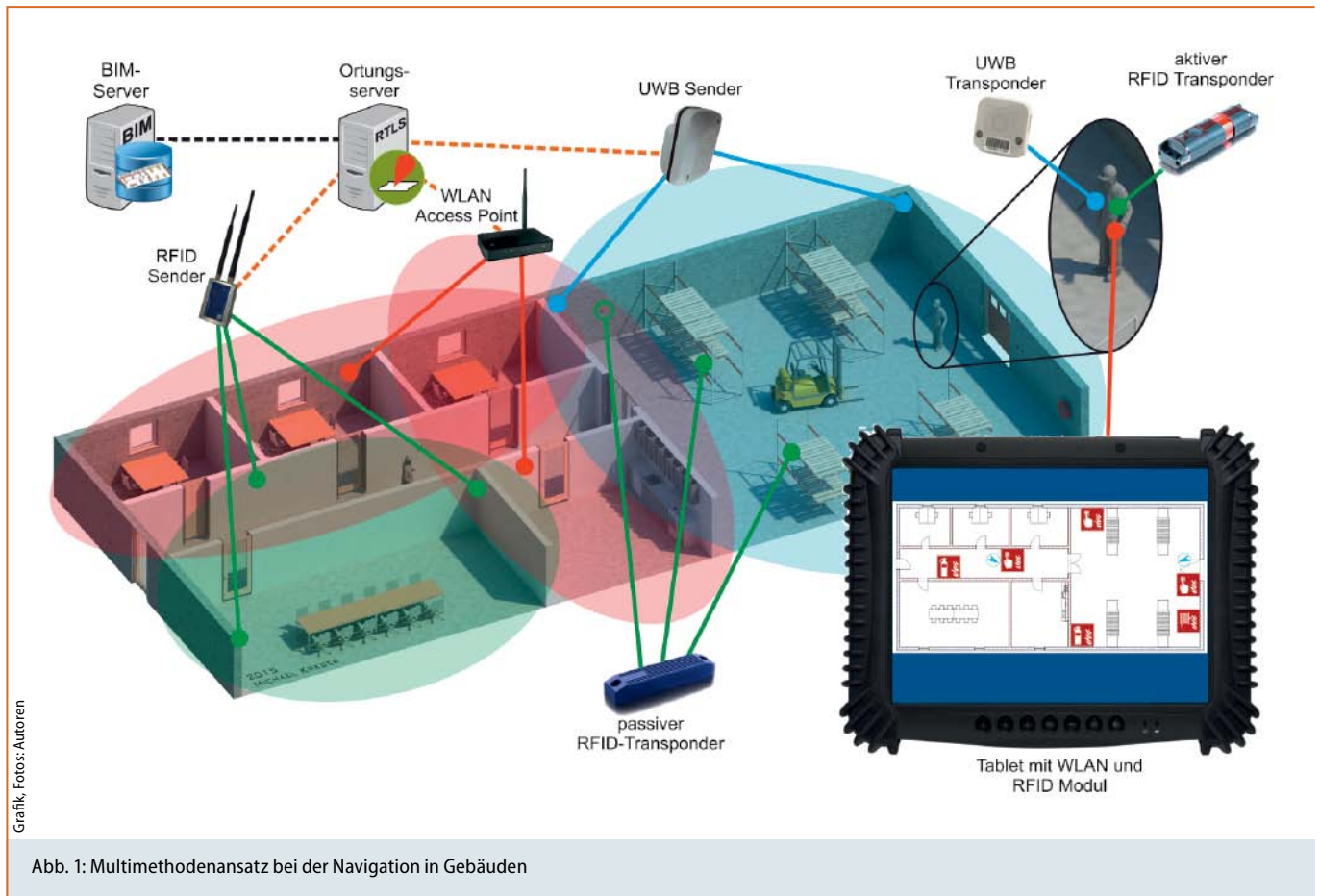


# BIM für den Brandschutz (Teil 2)

**Software:** Im zweiten Teil der Beitragsserie werden die Möglichkeiten zur Nutzung von BIM für den abwehrenden und anlagentechnischen Brandschutz vorgestellt. **Uwe Rüppel, Uwe Zwinger, Michael Kreger, Kristian Schatz**



Grafik: Fotos: Autoren

Abb. 1: Multimethodenansatz bei der Navigation in Gebäuden

Die Bestimmung der eigenen Position und des Weges zum Ziel ist in großen komplexen Gebäuden oft schwierig. Kommt es zu einem Brandfall und es tritt Rauch auf, führt dies zu einer starken Einschränkung der Sichtverhältnisse und damit zu noch größeren Schwierigkeiten bei der Wegfindung. Es bedarf deshalb einer Unterstützung im Hinblick auf die Ermittlung der eigenen Position (Indoor-Ortung) sowie der Wegfindung (Indoor-Wegberechnung). Gerade für die Feuerwehr ist dieser Aspekt von großer Bedeutung, um eine schnelle Rettung von Personen und auch den Eigenschutz im Rahmen des abwehrenden Brandschutzes zu gewährleisten [1].

Wegen Kosteneinsparungen und Risikoauslagerungen im anlagentechnischen Brandschutz beauftragen viele Gebäudebetreiber Fremdfirmen zur Durchführung der umfangreichen Wartungs- und Prüfarbeiten der Brandschutzanlagen, die der Betreiberverantwortung unterliegen. Diese Firmen verfügen zwar meist über explizites Fachwissen der rechtlichen Auflagen (z. B. Gesetze und Normen) zur Durchführung der Wartungsarbeiten, doch werden sie meist durch ortsunkundige Wartungskräfte vertreten [2]. Ihnen fehlt teilweise die nötige Orientierung in den komplexen Gebäuden, sodass oft eine aufwendige Suche nach den Brandschutzobjekten notwendig wird.

## BIM in der Indoor-Navigation

Zur Ortung im Gebäude sind neue Methoden und Werkzeuge erforderlich, da die gängigen Methoden aus dem Outdoor-Bereich mit ihren hauptsächlich satelliten-gestützten Verfahren, wie z. B. das *Global Positioning System* (GPS), in Gebäuden nur wenig bis gar nicht funktionieren und auch Funkzellen von Mobilnetzen zu ungenau sind. Für den Aufbau einer Indoor-Funk-Infrastruktur bietet die *Radio-Frequency-Identification* (RFID)-Technologie in Kombination mit BIM eine hervorragende Ausgangsbasis. Für den Bereich der Wegfindung sind *Wege-Graphen* (auch *Routing-Netze* genannt) auf der Grundlage möglicher



Laufwege im Gebäude mit neuen Methoden zu berechnen (analog zur GPS-gestützten Berechnung der Wege für Fahrzeuge, zu Fuß, per Fahrrad usw.). Dafür sind Informationen über die Topologie und Topografie des Gebäudes mit zusätzlicher Semantik über begehbare Wege (z. B. Flure, Treppen, Türen) erforderlich. Diese Informationen sind im BIM vorhanden und können für diesen Anwendungsfall effizient weiterverwendet werden.

Die folgenden Ausführungen zu Ortung und Wegberechnung im Bereich der beiden vorher dargestellten Anwendungsszenarien (Feuerwehreinsatz und Wartung) wurden und werden von der Arbeitsgemeinschaft RFID im Bauwesen (<https://rfidimbau.de>) erforscht. In den drei Projekten

- RFID-Gebäude-Leitsystem [3],
  - RFID-Wartungsleitsystem-Brandschutz [4] und
  - BIM-basiertes Bauen mit RFID [5],
- gefördert durch die *Forschungsinitiative ZukunftBau* ([www.forschungsinitiative.de](http://www.forschungsinitiative.de)) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in Verbindung mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), wurden die im Folgenden dargestellten Ergebnisse und Erkenntnisse mit über sechsjähriger Förderung entwickelt. Kooperationspartner in den einzelnen Phasen waren bzw. sind die Flughafenfeuerwehr der Fraport AG, Bureau Veritas Construction Services GmbH, IDENTEC SOLUTIONS AG und innoTec GmbH. Neben den folgenden Ausführungen können weitergehende Informationen aus dem Video zur ARGE-RFID entnommen werden (<https://rfidimbau.de/film-zum-forschungsprojekt>).

### Ortung

Für die Indoor-Ortung gibt es eine Vielzahl technologischer Ansätze [6]. Hier werden nur funktechnische Ortungsverfahren betrachtet [7]. Ein solches System zur Indoor-Ortung besteht aus Festpunkten zur Ortung mit Ortungsinfrastruktur und aus Nutzern. Während die Orte der Festpunkte bekannt sind, sind die Aufenthaltsorte der Nutzer unbekannt und sollen in Relation zu den Festpunkten (hier spezielle Punkte im BIM) bestimmt werden. Ein Indoor-Ortungssystem verwen-



Abb. 2: Test der Indoor-Navigation

det Sensoren zur Messung verschiedener physikalischer Parameter und berechnet hieraus die Position des Nutzers.

Innerhalb von Gebäuden wird eine elektromagnetische Welle durch viele Faktoren beeinflusst. Zum einen dämpfen Gegenstände und Wände die Funkverbindung ganz oder so stark, dass das Signal nicht mehr auswertbar ist. Zum anderen werden Funkwellen von verschiedenen Materialien, z. B. Metallen, reflektiert, sodass Funksignale nicht den direkten Weg nehmen, sondern über einen Umweg beim Empfänger ankommen. Diese Signale sind dann nicht mehr für eine Ent-

fernungsmessung repräsentativ, da der tatsächlich zurückgelegte Weg unbekannt ist. Ein weiteres Problem innerhalb von Gebäuden sind starke Störquellen, also Geräte, die ebenfalls eine elektromagnetische Strahlung an die Umwelt abgeben. Hierbei spielen vor allem Fernseher und Monitore, aber auch Mikrowellengeräte und Starkstromleitungen eine große Rolle. Diese Störquellen können ein auszuwertendes Signal überlagern und dadurch verfälschen oder gar auslöschen.

Im Projekt zur Indoor-Ortung wurde der in Abbildung 1 vorgestellte neue Multimethodenansatz entwickelt. Hierbei wurden >>



Abb. 3: Wartungsleitsystem auf einem Tablet



Abb. 4: Demonstrationsmodul der ARGE RFID im Bau

verschiedene Funktechnologien wie Ultra Wide Band (UWB), WLAN und RFID zur Ortung verwendet und diese für den Anwendungsfall *Feuerwehreinsatz* [3] und *Wartungsleitsystem* [4] erprobt.

Die UWB-Ortung ermöglicht Genauigkeiten im dreidimensionalen Raum von bis zu 15 cm. Die WLAN-Ortung erreicht eine Genauigkeit von 1 bis 3 m. Der Installationsaufwand ist jedoch aufgrund der oft schon gut ausgebauten WLAN-Infrastruktur gering. Die WLAN-Ortung basiert auf dem Prinzip der Signalstärkemessung (RSS) bei client-seitigen Verfahren bzw. mit zentralen Methoden der Netzausrüster auf der Serverseite. Die Ortung mittels RFID-Transpondern soll aus ökonomischen Gesichtspunkten mit dem geringsten Verkabelungsaufwand auskommen, um sie einfach in abgelegene Bereiche und Zonen mit wenig technischer Gebäudeinfrastruktur integrieren zu können. Eine Möglichkeit dazu bildet die zellbasierte Ortung (COO) in Kombination mit der Signalstärke von RFID-Transpondern. Diese Transponder werden an markanten Stellen im Gebäude plat-

ziert und im BIM über Koordinaten als benutzerdefinierte Objekte referenziert. Sobald ein mobiles Lesegerät in Reichweite eines RFID-Transponders gelangt, wird es erfasst und seine Position wird über die Referenzkoordinaten des RFID-Transponders als Mittelpunkt des zugehörigen kugelförmigen Signalbereichs mit den berechneten möglichen Wegen im BIM ermittelt. Durch eine Auswertung der Signalstärke lässt sich hierbei die Genauigkeit der Positionierung innerhalb des Signalbereichs erhöhen.

Welche Ortungstechnologie im konkreten Fall anzuwenden ist, hängt von der individuellen Gebäudesituation (Grundriss, Materialien, Gebäudetechnik usw.) sowie von der gewünschten Genauigkeit ab.

#### **VORTRAG**

Das Thema BIM wird auch auf dem nächsten FeuerTRUTZ Brandschutzkongress am 17. und 18.02.2016 in Nürnberg behandelt.  
[www.brandschutzkongress.de](http://www.brandschutzkongress.de)

#### **Wegberechnung**

Die Wegberechnung führt von der eigenen Position aus zu einem Zielpunkt. Hierfür muss zunächst ein geeignetes Koordinatensystem eingeführt werden, d.h., es ist ein gebäudespezifisches lokales Koordinatensystem festzulegen, dessen Ursprung mit einem oder mehreren geodätischen Koordinatensystemen referenziert wird.

Im nächsten Schritt ist ein Wegenetz zu konstruieren, also eine Modellierung von Graphen zu erstellen, die zur Wegberechnung herangezogen werden können. Dies ist notwendig, da die Bewegung in einem Gebäude nicht willkürlich von einem zu einem anderen Punkt erfolgen kann: Die benutzbaren Wege sind durch die Bauteile im Gebäude (z.B. durch Wände, Türen, Flure) vorgegeben. Ein Wegenetz kann so mit einer Straßenkarte verglichen werden, bei der es Abzweigungen in verschiedene Räume und Kreuzungen gibt.

Um die Wege im Gebäude automatisiert zu bestimmen, wird das BIM verwendet. Wie eingangs dargestellt, besteht ein BIM aus Objekten mit Semantik (Bedeutung) und Topologie (Beziehungen, Nachbar-



schaften), die für die hier erforderliche Automatisierung der Wegberechnung geeignet sind. Ist das Wegenetz und das zugrunde liegende Koordinatensystem aus dem BIM bekannt, können mithilfe geeigneter Algorithmen Pfade von einem beliebigen Punkt im Wegenetz zu einem weiteren beliebigen Punkt berechnet werden [2].

### Demonstratoren

Für das kontextsensitive *RFID-Gebäude-Leitsystem* wurde ein Demonstrator entwickelt und erprobt (s. Abbildung 2). Die Erprobung ergab, dass den Einsatzkräften mit dem Demonstrator zu jeder Zeit aktuelle Informationen über die eigene Position in Relation zu den gegebenen räumlichen Randbedingungen zur Verfügung stehen. Hierdurch wurde die Orientierung entscheidend verbessert und der Einsatzort kann auf direktem Wege erreicht wer-

den. Die Ortung der Einsatzkräfte erlaubt die effiziente Koordinierung und Steuerung im Alarmfall und kann helfen, Leben zu retten und die Gefahr für Einsatzkräfte zu reduzieren.

Der Demonstrator für das *RFID-Wartungsleitsystem-Brandschutz* ist in Abbildung 3 dargestellt. Das Wartungspersonal kann sich auf einem mobilen Endgerät, verbunden mit navigationstauglichen, digitalen Gebäudeplänen (generiert aus BIM), Wartungsrouten erstellen lassen, die den kürzesten Weg zwischen den einzelnen zu wartenden Objekten bilden. Mit der Funktion „Rundreisen“ lässt sich der zeitliche Aufwand optimieren. Im Sinne der Qualitätssicherung wird dadurch und in Verbindung mit RFID-Transpondern im Gebäude kein Wartungsobjekt verwechselt oder vergessen. Die Informationen in den RFID-Transpondern können wiederum Einsatzkräften in Alarmsitua-

tionen wichtige zusätzliche Informationen bieten.

Im Projekt *BIM-basiertes Bauen mit RFID* wurde als Demonstrator von den Projektpartnern der ARGE RFIDimBau ein Demonstrationsmodul entwickelt, das mobil an ausgewählten Plätzen in Deutschland momentan ausgestellt wird und das die Grundlagen, Anwendungen und Vorteile der BIM- und RFID-Technologie der interessierten Öffentlichkeit und dem Fachpublikum „zum Anfassen“ präsentiert [5]. Das Demonstrationsmodul ist in der Abbildung 4 dargestellt.

Die Indoor-Ortung wird mit der Weiterentwicklung der Sensoren, wie z. B. der Bluetooth LE Beacons [8], vor allem der immer genauer werdenden Inertialsensoren in Smartphones [9], vom Kosten-Nutzen-Aspekt her immer attraktiver und erfährt im Sinne des Multimethodenansatzes mit der steigenden Verbreitung von WLAN eine größere praktische Durchdringung [10]. Mit der steigenden Verbreitung von BIM liegen ebenfalls immer häufiger die erforderlichen Gebäudedaten zur Ortung und Wegberechnung vor, sodass über die hier dargestellten Anwendungsfälle des Feuerwehreinsatzes und der brandschutztechnischen Wartung weitere Anwendungen im Sinne der *Location Based Indoor Services* für den Brandschutz möglich werden.

*In der nächsten Ausgabe des FeuerTRUTZ Magazins wird die Serie mit dem Thema „BIM-basierte Ingenieurmethoden im Brandschutz“ fortgesetzt.* ■

Schlagworte für das Online-Archiv unter [www.feuertrutz.de](http://www.feuertrutz.de)

**BIM, Brandschutzplanung, Software**

#### Autoren

**Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel**

**Dipl.-Ing. Uwe Zwinger**

**Dipl.-Ing. Michael Kreger**

TU Darmstadt, Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Darmstadt

**Dr.-Ing. Kristian Schatz**

pit-cup GmbH, Heidelberg

### LITERATUR

- [1] Stübbe, Kai: Kontextsensitive Indoor-Navigation für Einsatzkräfte – Ortung, Wegberechnung, Zielführung und Einsatzkoordination. Berichte des Instituts für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, TU Darmstadt, Shaker Verlag, Aachen, Dissertation, 2010
- [2] Kreger, Michael: IT-gestützte Instandhaltung von Brandschutzeinrichtungen – mittels BIM und Indoor-Navigation. In: Hegemann, F.; Kropp, C.; Rahm, T.; Szczesny, K. (Hrsg.): Tagungsband Forum Bauinformatik 2012. Bochum, 26.–28. September 2012, Europäischer Universitätsverlag, S. 183–190, 2012
- [3] Rüppel, Uwe; Stübbe, Kai Marcus: BIM based Indoor-Emergency-Navigation – System for Complex Buildings. In: Tsinghua Science and Technology Journal, Tsinghua University, Vol. 13, No. S1, S. 362–367, Peking, China, 2008
- [4] Rüppel, Uwe; Stübbe, Kai Marcus; Zwinger, Uwe: RFID-Wartungs-Leitsystem Brandschutz. Forschungsbericht. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, April 2012
- [5] Zwinger, Uwe; Wagner, Steffi; Kortmann, Jan; Meins-Becker, Anica; Kelm, Agnes; Laußat, Lars; Bredehorn, Jens: Nutzung von BIM und RFID im Bauwesen. In: Kreger, M.; Irmeler, R. (Hrsg.): Tagungsband Forum Bauinformatik 2014. Darmstadt, 24.–26. September 2014, Shaker Verlag, S. 107–117, 2014
- [6] Li, Nan; Becerik-Gerber, Burcin: Performance-based evaluation of RFID-based indoor location sensing solutions for the built environment. In: Advanced Engineering Informatics. Volume 25, Issue 3, S. 535–546, 2011
- [7] Luo, Xiaowei; O'Brien, William J.; Julien, Christine L.: Comparative evaluation of Received Signal-Strength Index (RSSI) based indoor localization techniques for construction jobsites. In: Advanced Engineering Informatics. Volume 25, Issue 2, S. 355–363, 2011
- [8] Puscher, Frank: Leuchtfener an der Decke – Wie Nahfunktechnik ortsbezogene Dienste aufs Smartphone bringt. Fachzeitschrift c't, Heft 12, S. 140–143, 2014
- [9] Akula, Manu; Dong, Suyang; Kamat, Vineet R.; Ojeda, Lauro; Borrell, Adam; Borenstein, Johann: Integration of infrastructure based positioning systems and inertial navigation for ubiquitous context-aware engineering applications. In: Advanced Engineering Informatics. Volume 25, Issue 4, S. 640–655, 2011
- [10] Kramer, Andre: Orientierung im Innern – Lokalisierung und Navigation in öffentlichen Gebäuden. Fachzeitschrift c't, Heft 12, S. 135–138, 2014