

Vermessung und Visualisierung von UHF-RFID-Lesefeldern

Neuartige Methode für Vermessung und Visualisierung von Lesefeldern an RFID-Installationen zur Unterstützung von Systemintegratoren bei der Suche nach der geeigneten Konfiguration

*Dipl.-Ing. Johannes Lechner, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner
(Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München)*

Ansprechpartner:

*Johannes Lechner, wissenschaftlicher Mitarbeiter
fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner
Technische Universität München
Boltzmannstr. 15
85748 Garching bei München*

Tel: + 49.89.289.15933

Fax: + 49.89.289.15922

lechner@fml.mw.tum.de

www.fml.mw.tum.de

Beim Neuaufbau oder Umbau von RFID-Identifikationspunkten (z. B. RFID-Gate) besteht vor allem in der Logistik die Notwendigkeit, deren Konfiguration hinsichtlich der geforderten Lesequote bzw. Identifikationszuverlässigkeit zu optimieren. Kenntnisse zur räumlichen Verteilung der Feldstärke an der Installation sind bei der Bewertung und Optimierung ihrer aktuellen Konfiguration extrem hilfreich. Das Auftreten von Reflexion, Beugung und daraus resultierenden Überlagerungserscheinungen der Wellen im UHF-Bereich, hervorgerufen durch das Umfeld des Aufbaus, macht eine Bewertung des Lesefelds anhand der Kenndaten der einzelnen Komponenten äußerst schwierig. Im Forschungsprojekt RFID-MobiVis des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik wird ein System entwickelt, das durch Kombination von Tracking- und Hochfrequenzmesstechnik die Vermessung eines Lesefeldes und dessen Visualisierung ermöglicht.

Ausgangssituation beim Auf- oder Umbau von UHF-RFID-Installationen

Eine Studie des RFID-Anwenderzentrums München (www.rfid-azm.de) zeigt, dass sich viele Unternehmen wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit und zu geringer Lesesicherheit der Systeme gegen den Einsatz von RFID entscheiden. Letzteres liegt häufig an auftretenden technischen Problemen bei der Implementierung, die unter anderem auf die starken Wechselwirkungen zwischen den Installationen und deren Umgebung zurückzuführen sind.

Technische Machbarkeitsuntersuchungen können dabei helfen, die Eignung des Einsatzes von RFID im jeweiligen Anwendungsfall abzuschätzen bzw. Schwierigkeiten zu erkennen und geben zum Teil einen Aufschluss über die Ausgestaltung des RFID-Systems. Die hohe Anforderung an die Lesequote bzw. Lesesicherheit macht jedoch eine Leistungsüberprüfung der Systeme vor Inbetriebnahme unabdingbar. Hierzu existieren bereits Testverfahren, Normen und Richtlinien. Die Empfehlung der VDI-4472-10, für jedes Untersuchungsobjekt und jede Parameterkombination mindestens 100 Durchläufe zur Absicherung der Testergebnisse durchzuführen, lässt den hohen Aufwand bei derartigen Untersuchungen erahnen. Dies verleitet Systemintegratoren und Anwender häufig dazu, sich wegen des vermeintlichen Risikos gegen den Einsatz von RFID zu entscheiden.

Einer der Gründe für die Schwierigkeiten und den hohen Aufwand bei der Umsetzung von RFID-Identifikationspunkten ist das komplexe Verhalten in der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen bei UHF-RFID-Systemen. Beugungs-, Reflexions- und Absorptionserscheinungen der Wellen an bzw. von den Objekten der unmittelbaren Umgebung und der Installation selbst führen zu einem inhomogenen Lesefeld. So bilden sich oftmals Schwachstellen mit geringer Feldstärke oder auch Überreichweiten mit unerwünscht hoher Feldstärke aus, die dem Nutzer bzw. dem Systemintegrator oft verborgen bleiben (vgl. Abbildung 1)

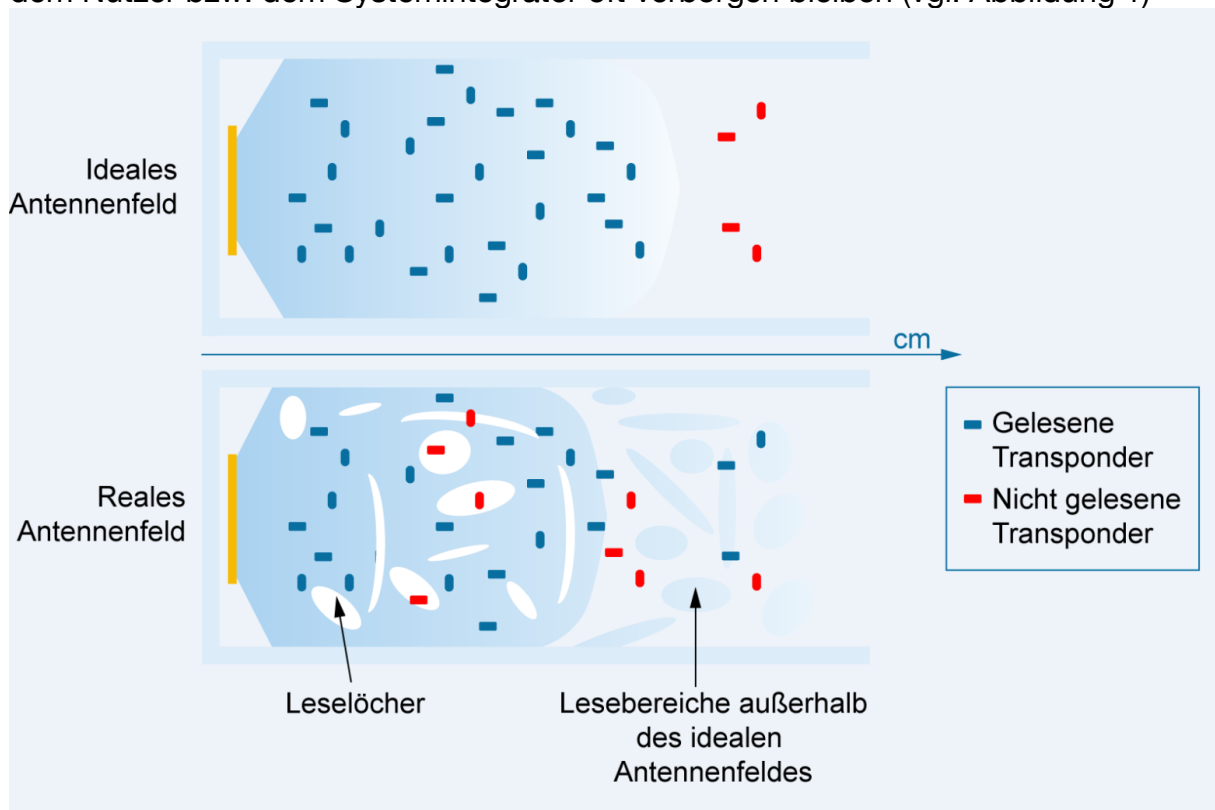


Abbildung 1: Schematische Gegenüberstellung von idealem und realem Antennenfeld

Der Systemadministrator muss derzeit, wie oben beschrieben, aufwendige Verfahren bemühen, um Problemzonen im Lesefeld zu identifizieren. Stünde ihm jedoch eine Visualisierung zur momentanen Ausprägung des Lesefeldes zur Verfügung, könnte er daraus sehr schnell die Güte der aktuellen Konfiguration der Installation feststellen und so den Prozess der Inbetriebnahme wesentlich beschleunigen. Dies

begünstigt wiederum die Wirtschaftlichkeit, da Kosten bei der Inbetriebnahme gespart werden. Ein Ansatz wäre beispielsweise die Simulation der Feldausbreitung mittels Ray-Tracing-Algorithmen. Dies bedingt jedoch die Abbildung der Installation und ihres Umfeldes in einem Simulationsmodell. Meist sind diese Simulationen nicht ohne das nötige Expertenwissen durchführbar und liefern dann eben nur ein simuliertes Bild der Realität.

Zielstellung im Forschungsprojekt MobiVis

Das Forschungsprojekt MobiVis verfolgt dagegen einen anderen Ansatz und zielt darauf ab, ein räumliches Abbild der realen Feldverteilung einer RFID-Installation unter Berücksichtigung deren Umfelds zu erzeugen. Für ein solches räumliches Abbild der Feldstärkeverteilung ist es zunächst notwendig mit Information zur Messposition behaftete Feldstärkewerte zu messen. Die Messwerte werden von einer Software weiter aufbereitet und in 3D visualisiert. Das dadurch geschaffene Bild steht somit dem Benutzer zur Bewertung der aktuellen Lesefeldausprägung an der Installation zur Verfügung.

Um tatsächlich eine Alternative zu bestehenden Methoden für die Bewertung der Lesefelder zu schaffen, sind Vorgehensweise und Hardware einfach und flexibel zu gestalten. Zudem muss der Aufbau mobil und kompakt sein, so dass die Messungen unproblematisch an realen RFID-Systemen durchgeführt und schnell Ergebnisse geliefert werden können. Ein weiterer wichtiger Faktor sind die Kosten für das zu entwickelnde System, denn die Forschung soll vor allem auch kleinen und mittleren Unternehmen helfen, schwierige Erfassungsszenarios besser beurteilen zu können. Der im Forschungsprojekt entstehende Funktionsdemonstrator zeigt somit auch einen kostengünstigen Lösungsansatz auf, der als Vorlage für eine Messsystementwicklung durch die Industrie dient.

Grundaufbau des Systems zu MobiVis

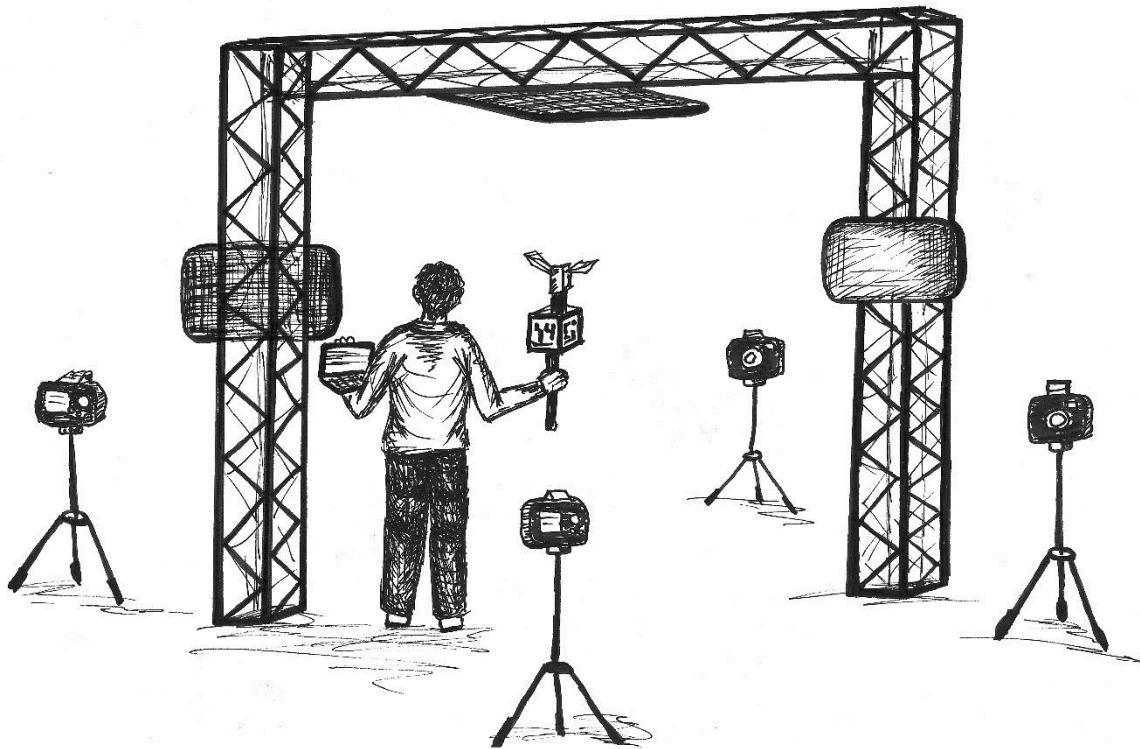


Abbildung 2: Konzeptskizze zum Grundaufbau des Funktionsdemonstrators zum Forschungsprojekt MobiVis

Das im Forschungsprojekt zu entwickelnde System basiert auf der Grundidee Hochfrequenzmesstechnik mit einem Trackingsystem zu kombinieren. Ein Trackingsystem erlaubt es, die momentane Position und Orientierung eines Objekts zu erfassen. Somit lässt sich die Bewegung dieses Objektes zeitlich nachverfolgen. Das Tracking der Hochfrequenzmesstechnik ermöglicht die gleichzeitige Erfassung von Feldstärkemesswerten und der Messposition sowie der Orientierung der Messantenne, um eine Datenbasis für eine dreidimensionale Abbildung der Feldstärkeausbreitung zu erzeugen. Die Positionierung der Messantenne erfolgt dabei manuell durch den Bediener. Dies ermöglicht einen hohen Grad an Flexibilität bei der Vermessung des elektromagnetischen Feldes der Installation (z. B. RFID-Gate) und es können sehr schnell viele Messpunkte aufgezeichnet werden. Die erfassten Messdaten werden an ein Rechensystem übergeben, das mit Hilfe einer im Projekt entwickelten Software die erfassten Daten aufbereitet und daraus eine dreidimensionale Visualisierung zum elektromagnetischen Feld erzeugt. Die Ausgabe erfolgt über eine grafische Benutzeroberfläche (GUI), welche dem Anwender auch zur Interaktion mit dem System dient.

Von State-of-the-Art zu Low-Cost

Im ersten Projekttreffen wurden bereits zusammen mit den Industriepartnern Anforderungen ermittelt und analysiert. So trugen deren Erfahrungen und Know-How dazu bei, einen Satz von Anforderungen zu spezifizieren und ein Testszenario abzuleiten. Anschließend wurden vor allem die messtechnischen Anforderungen herangezogen, um geeignete Messkomponenten für den Aufbau eines State-of-the-Art-Systems auszuwählen. Dieses System soll nämlich die Referenzmesswerte für

die Evaluierung der später entwickelten kostengünstigeren Low-Cost-Variante des Systems liefern. Die ausschlaggebende Anforderung war dabei die angestrebte Gesamtauflösung des Systems von einer Feldstärkemessung pro Kubikdezimeter bei einer maximalen Bewegung der Messsonde mit einem m/s. Dementsprechend wurde ein System bestehend aus einem Infrarot-Trackingsystem und einem Spektrumanalysator mit bikonischer Antenne aufgebaut. Diese Art von optischem Trackingsystem ermöglicht durch Nutzung von infrarotem Licht selbst bei schwankenden Lichtverhältnissen in hoher Wiederholrate stabile Werte zur Position und Orientierung (Pose) mit einer Genauigkeit im Millimeterbereich. Der zur Leistungs- bzw. Feldstärkemessung eingesetzte Spektrumanalysator gestattet eine genaue Definition des zu messenden Frequenzbands und liefert ebenso in kurzen Zeitintervallen Ergebnisse. Für eine schnelle Möglichkeit Messwerte mit dem System zu erfassen, wurde eine erste Version einer Systemsoftware erzeugt, die sich auf die Ansteuerung der Messkomponenten konzentriert und daher nur eine rudimentäre 3D-Visualisierung der Messdaten erzeugt (siehe Abbildung 3).

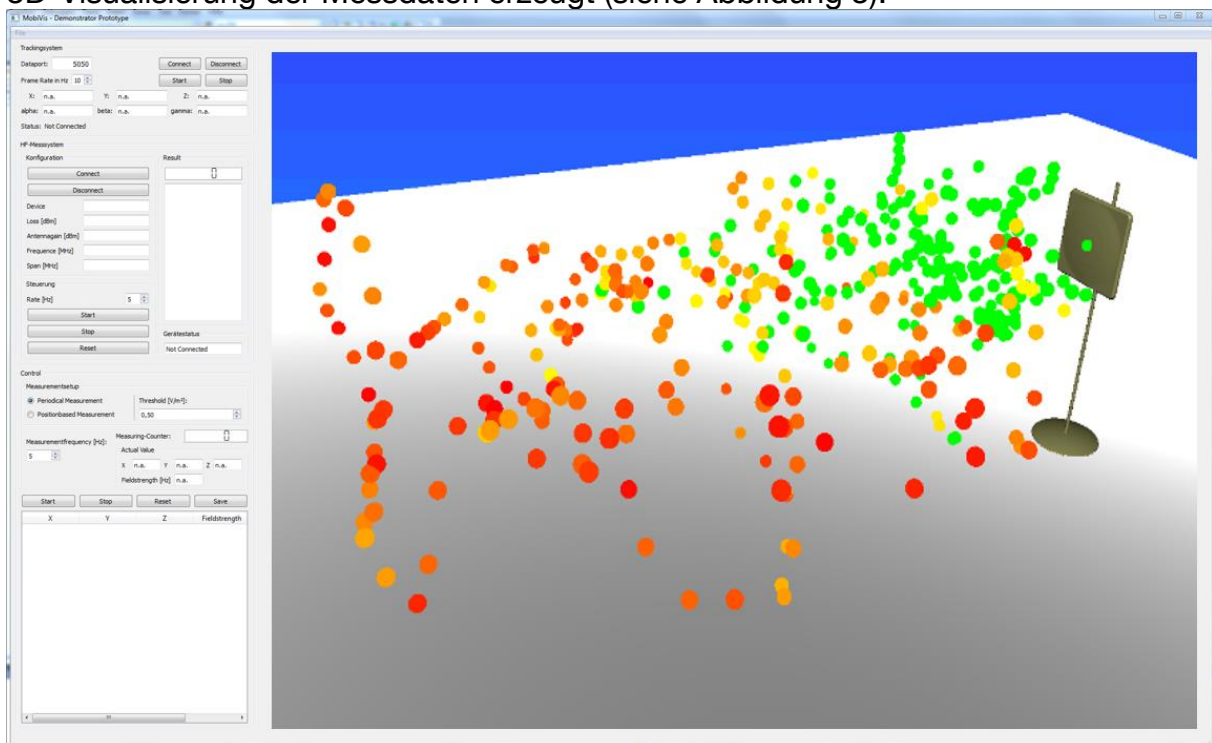


Abbildung 3: Screenshot zur Testversion der Software zur Ansteuerung der Messkomponenten mit erster Visualisierung von Ergebnissen

Beim Aufbau des Low-Cost-Systems kann nun auf den Erkenntnisgewinn bei der Umsetzung und Nutzung des State-of-the-Art-Systems zurückgegriffen werden. Nebenbei findet eine Weiterentwicklung des Softwaresystems statt. Dabei werden die mit dem State-of-the-Art-System erzeugten Messdaten als Testdaten für die Weiterentwicklung der Datenaufbereitung sowie der 3D-Visualisierung genutzt. Im Low-Cost System wird ein USB-Power-Sensor zur Feldstärkemessung verwendet. Diese Geräte können ausschließlich zur Leistungsmessung genutzt werden und sind daher wesentlich günstiger und kompakter als Spektrumanalysatoren. Dies ermöglicht nicht nur Kostenvorteile, sondern auch die gewünschte Mobilität und Flexibilität für die Messung mit dem System. Für die Beschränkung der Messung auf das UHF-RFID-Frequenzband wird ein speziell angepasster Bandpassfilter zwischen Messantenne und Power-Sensor geschaltet. Zur Erfassung der Posen im Low-Cost System kommt ein auf 2D-Markern basierendes Multikameratracking nach dem

Outside-In-Prinzip zum Einsatz. Es kann mit handelsüblichen Webcams aufgebaut werden und benötigt zur Auswertung der Bilder im Gegensatz zum Infrarot-System keinen gesonderten Rechner. Bei dieser Lösung lassen sich wiederum die Vorteile in Bezug auf Kosten und Mobilität des Aufbaus erkennen. Die Weiterentwicklung der 3D-Visualisierung betrifft nicht nur die Anzeige von Ergebnissen, sondern auch die Unterstützung des Nutzers bei der Durchführung der Messungen. Am Ende des Projektes steht die Validierung des Low-Cost-Systems sowie dessen Evaluierung gegenüber dem State-of-the-Art-System an. Dazu wird das System in der Praxis eingesetzt, indem Installationen im industriellen und speziell im logistischen Umfeld untersucht werden.

Dem Artikel muss ein Förderhinweis mit folgendem Wortlaut (am Besten als Fußnote) beigefügt werden.

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 13790 N/1 der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.