

Prozessorientierte RFID-Einsatzplanung

Entwurf eines Beschreibungsmodells für RFID-Anwendungen

Günther Schub, Tobias Rbhensius

*Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V.,
RWTH Aachen*

1 Einleitung

Neben anderen Technologien wie NFC (Near Field Communication), AHN (Ad Hoc Netzen), WLAN (Wireless Local Area Network), GSM (Global System for Mobile Communications) bzw. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) oder GPS (Global Positioning System) gilt RFID als Basistechnologie auf dem Weg zum *Internet der Dinge* (Sandner et al. 2006, S. 287-289). Durch die Ausstattung von Objekten mit elektronischen, sensorischen und aktorischen Komponenten werden diese in die Lage versetzt, innerhalb vordefinierter Grenzen autonom Entscheidungen zu treffen und Aktivitäten auszulösen (Brand et al. 2009, S. 13).

Praktiker wie Wissenschaftler bescheinigen RFID ein enormes betriebswirtschaftliches Potenzial (Fleisch et al. 2002, S. 7; Hanhart et al. 2005, S. 6; Pflaum 2001, S. 229). Die große Zahl an RFID-Komponenten, Speziallösungen und Produkten ergeben sich diverse Kombinations- und Einsatzmöglichkeiten, die - verstärkt durch die hohe Innovationsgeschwindigkeit auf Anbieterseite - für Anwender nicht transparent und selbst für Fachleute kaum zu überblicken sind (Finken-zeller 2008, S. 27). Fehlendes Know-how in Bezug auf die Technologie aber auch fehlende Referenzlösungen (Reinhart et al. 2007, S. 3) und die nur unzureichend methodisch abgesicherte systematische Einsatzplanung für RFID-Anwendungen (Vojdani et al. 2006, S. 104) stehen einer weiteren Verbreitung im Weg.

Zielsetzung des vorliegenden Artikels ist daher der Entwurf eines Beschreibungsmodells für RFID-Anwendungen, das es Anwendern ermöglicht, ausgehend von den Anforderungen aus den eigenen Prozessen systematisch Einsatzmöglichkeiten von RFID zu identifizieren und die Umsetzbarkeit einer technischen Lösung zu evaluieren. Gemäß der Anwenderperspektive stehen dabei weniger die technischen Gestaltungsmerkmale (wie z. B. die Frequenz des RFID-Systems) im

Vordergrund sondern vielmehr die funktionalen Eigenschaften bzw. Leistungsmerkmale (z. B. Reichweite). Zunächst werden im zweiten Abschnitt bestehende Klassifikationen und Ordnungsschemata für RFID untersucht. Aufbauend darauf wird der Begriff *RFID-Anwendung* definiert und mit Hilfe zweier Partialmodelle - aus technischer und prozessualer Perspektive - beschrieben. Im vierten Abschnitt wird die praktische Anwendbarkeit des Modells an Hand einer Fallstudie überprüft, bevor die Ergebnisse zusammengefasst und die Weiterentwicklung des Modells diskutiert werden.

2 Stand der Forschung und Technik

RFID-Systeme bestehen gemäß Definition mindestens aus einem Transponder (häufig auch als Tag bezeichnet) und einem Schreib-Lesegerät (Reader) inklusive Antennen (Finkenzeller 2008, S. 7; Kern 2006, S. 1). Andere Autoren nennen zusätzlich ein Softwaresystem als notwendige dritte Komponente (Bartneck et al. 2008, S. 67-68). Daher ist es naheliegend, RFID-Systeme an Hand dieser technischen Komponenten und den zugehörigen Merkmalen zu beschreiben. Darüber hinaus existieren einige Klassifikationen, die RFID-Systeme nach Anwendungsgebieten bzw. Einsatzmöglichkeiten strukturieren. Im Folgenden werden einige Ansätze zur Systematisierung von RFID-Systemen dargestellt und auf ihren Beitrag zur vorliegenden Zielsetzung hin untersucht.

2.1 Technische Klassifikationen

Eine weit verbreitete Einteilung teilt RFID-Systeme nach Leistungsfähigkeit in die drei Kategorien *Low-end*, Systeme *mittlerer Leistungsfähigkeit* und *High-end* ein (Finkenzeller 2008, S. 25-27, Oertel et al. 2005, S. 33-34). Low-End-Systeme umfassen demnach elektronische Artikelsicherungssysteme („1-Bit Transponder“) und Read-only-Transponder. Systeme mittlerer Leistungsfähigkeit unterscheiden sich dadurch, dass sie einen (wieder-)beschreibbaren Speicher besitzen und Antikollisionsverfahren und kryptographische Funktionen unterstützen. Den High-end-Systemen werden üblicherweise kontaktlose Chipkarten mit Mikroprozessor und Chipkartenbetriebssystem zugerechnet. Die Klassifikation von RFID-Systemen nach Reichweite differenziert *Close-coupling*, *Remote-coupling* und *Long-range* Systeme. Die geringste Reichweite besitzen mit weniger als 1 cm die sogenannten *Close-coupling-Systeme*. Das *Remote-coupling* umfasst Reichweiten bis ungefähr 1 m und wird weiter zwischen *Proximity-* (bis ca. 15 cm) und *Vicinity-coupling-Systemen* (15-100 cm) unterteilt. Als *Long-Range-Systeme* werden alle Systeme mit Reichweiten über von deutlich über 1 m bezeichnet (Finkenzeller 2008, S. 22-23; Kern 2006; S. 48; Lampe et al. 2005; S. 77-78). Die Auto-ID Labs des MIT schlagen ein Schalenmodell vor, das die technologischen Eigenschaften von RFID-Systemen in den Mittelpunkt stellt. Dazu werden RFID-Systeme in fünf Klassen eingeteilt, in denen die

Tags mit ihren Merkmalsausprägungen in den Dimensionen Speicher, Sensoren, Energieversorgung, Bandbreite (Übertragungsgeschwindigkeit) und Verschlüsselung, aber unabhängig von der Frequenz, unterschieden werden (Sarma und Engels 2003, S. 6). Pflaum (2001, S. 124) ermittelt an Hand der Merkmale Frequenz, Wiederbeschreibbarkeit und Energieversorgung neun Produktcluster für elektronische Etiketten und Jansen et al. (2004, S.53-55) entwickeln eine Morphologie für RFID-Systeme und nutzen dazu die Dimensionen Funktionsprinzip, Beschreibbarkeit, Energieversorgung, Frequenzbereich, Reichweite, Pulkfähigkeit/Antikollision, Leistungsfähigkeit und -umfang, Form und Bauart der Datenträger, Einfluss von Metallen und Flüssigkeiten, Einfluss von Störquellen und Lebensdauer. Hassan und Chatterjee (2006, S. 184-194) entwickeln eine Taxonomie als Ordnungsrahmen für RFID-Systeme.

Es existiert eine Reihe weiterer technischer Strukturierung von RFID-Systemen, diese sind aber meist redundant zu den bereits beschriebenen Ansätzen und liefern keinen zusätzlichen Beitrag zu vorliegenden Fragestellung.

2.2 Anwendungsorientierte Klassifikationen

Entgegen den in Abschnitt 2.1 beschriebenen technisch orientierten Ansätzen, zielen die anwendungsorientierten Beschreibungen mehr auf die Einsatzmöglichkeiten bzw. den Zweck des RFID-Einsatzes. So ordnet das *RFID Reference Modell* RFID-Systeme in acht Anwendungsfelder mit steigender Komplexität ein: *Logistical Tracking & Tracing, Production, Monitoring and Maintenance, Product Safety, Quality and Information, Access Control and Tracking & Tracing of Individuals, Loyalty, Membership and Payment, eHealth Care, Sport, Leisure and Household und Public Services* (CE RFID 2007, S. 7). Zur weiteren Detaillierung werden die Anwendungsfelder in insgesamt 40 Subkategorien unterteilt (CE RFID 2007, S. 11). Tellkamp (2005, S. 319) schlägt mit *Monitoring, Positionierung, Objektinformation, Objektverfolgung* und *automatische Transaktion* fünf sogenannte *generische Ubiquitous-Computing-Anwendungen* (generische UbiComp-Anwendungen) vor, die zur Vereinfachung der Kosten- und Nutzenbewertung von RFID-Systemen beitragen sollen (Fleisch und Tellkamp 2002, S. 9). Eine vergleichbare Einteilung wählen Schoch und Strassner (2003, S. 9), die vier Basisfunktionen beim RFID-Einsatz definieren und dabei zwischen *Identifikation, Zustandsüberwachung, Ortsverfolgung* und *Notifikation* unterscheiden. Eine ähnliche Einteilung findet sich auch bei Chao et al. (2007, S.276-277), die eine Einteilung in vier die Anwendungsgebiete *Personen- und Objektidentifikation, Verfolgung von Prozessen, Authentifizierung, Autorisierung und Sicherheit* sowie *finanzielle Aufzeichnungen* vorschlagen. Strüker und Gille (2008, S. 15) berücksichtigen darüber hinaus die gekennzeichneten *Objekte*, die *Ausdehnung* der RFID-Anwendung und die betroffenen *Unternehmensbereiche*. Die gekennzeichneten Objekte werden nach den Ebenen einzelne Produkte, Handelseinheiten, logistische Einheiten, Transportbehälter, Frachtladungen und Produktions- und Wartungsgeräte unterschieden. Die Ausdehnung wird in *unternehmensintern* und *unternehmensübergreifend* unterschieden, wäh-

rend die untersuchten Unternehmensbereiche Supply Chain Management (*SCM*), Product Lifecycle Management (*PLM*) und Customer Relationship Management (*CRM*) umfassen (Strüker et al. 2008; S. 15). Auch die Liste der anwendungsbezogenen Klassifikationen lässt sich weiter fortsetzen (z. B. Curtin 2007, S. 90-91; Ngai et al. 2008).

Zusammenfassend ergibt die Literaturanalyse eine Reihe wertvoller Hinweise zur Beschreibung von RFID-Anwendungen. Allerdings fehlt es an einem Beschreibungsmodell, das die technischen Eigenschaften mit typischen Anforderungen auf Geschäftsprozessebene kombiniert und so den Anwender bei der Planung eigener Anwendungen unterstützt.

3 Beschreibungsmodell für RFID-Anwendungen

Wie in Abschnitt 2 beschrieben, besteht ein RFID-System aus einem Transponder, einer Sende- und Empfangseinheit und einer Software. Der Begriff RFID-Anwendung dagegen ist in der einschlägigen Literatur nicht definiert. Mit dem Terminus RFID-Anwendung wird in der Regel der Einsatz eines RFID-Systems in einem Prozess umschrieben (Bartneck et al. 2008, S. 66; Gross 2005, S. 2, Kern 2006, S. 95-99). Im Folgenden wird der Begriff *RFID-Anwendung* definiert, bevor zwei Teilmodelle zur Beschreibung von RFID-Anwendungen aus Anwendersicht hergeleitet werden.

3.1 Definition RFID-Anwendungen

Nach Fleisch und Tellkamp (2002, S. 6) sind UbiComp-Anwendungen als Informationssysteme zu bezeichnen. Diese dienen zur Unterstützung konkreter Aufgaben (Scheer 1992, S. 6) und bestehen „aus eine(m) abgestimmten Arrangement von personellen, organisatorischen und technischen Elementen, die dazu dienen, den Austausch der im betrieblichen Wertschöpfungsprozess verwendeten und erzeugten Güter mit Lieferanten bzw. Abnehmern zu koordinieren sowie den einzelnen Aktivitäten des Wertschöpfungsprozesses bedarfsgerecht die Informationen zur Verfügung zu stellen“ (Pfohl und Diruf 1997, S. 7). Gross (2005, S. 2) beschreibt RFID-Anwendungen als RFID-Systeme, die Geschäftsprozesse von Unternehmen unterstützen oder umsetzen. Gemäß dem Verständnis der prozessorientierten Organisationsgestaltung wird die zeitliche und logische Abfolge von Aktivitäten bzw. Arbeitsschritten als Prozess bezeichnet (Gaitanides 2007, S. 18ff; Schulte-Zurhausen 2005, S. 51). Der von dem RFID-System unterstützte Prozess ist folglich ein wesentlicher Teil einer RFID-Anwendung.

Gemäß diesen Überlegungen werden *RFID-Anwendungen* als RFID-System (bestehend aus mindestens einem Transponder, einem Schreib-Lesegerät und der zugehörigen Software) zur Unterstützung eines betrieblichen Prozesses definiert.

In den folgenden beiden Abschnitten werden dementsprechend zwei Teilmodelle - für den Prozess und die eingesetzte Technik - aus Anwendersicht entwickelt.

3.2 Teilmodell RFID-Prozess

Ein wesentliches Merkmal von RFID-Anwendungen aus Sicht des Anwenders ist die Funktionalität, die mit dem RFID-System realisiert wird. Während die reine Identifikation als Basisfunktion von RFID-Systemen bei allen Ausprägungen der *Hauptfunktion* zum Einsatz kommt im Folgenden unterschieden zwischen *Lokalisierung* im Sinne der Ortung, der *Überwachung* bzw. dem Monitoring, d. h. dem kontinuierlichen Messen und Speichern physikalischer Größen, der *Automatisierung von Transaktionen* entweder durch den Transponder oder in Abhängigkeit der Informationen darauf und der *Objektinformation* (vgl. Abschnitt 2.2).

Ein weiteres charakteristisches Prozessmerkmal ist die *Art der Objekte* (Strüker et al. 2008, S. 15). Die Objekte werden im Folgenden unterschieden nach *mobilen Objekten* (z. B. Ladungsträger, Produkte, Fahrzeuge), *immobilen Objekten* (Gebäude, Maschinen, etc.) und *Personen*.

Betrachtet man die getaggten Objekte als Teil von Geschäftsprozessen, so ergeben sich eine Reihe weiterer Merkmale, die in direktem Zusammenhang mit der Komplexität und der Leistungsfähigkeit der RFID-Anwendung. Ein wesentliches Differenzierungsmerkmal ist die *Integrationsreichweite* (Mannel 2006, S. 12-13; Strassner 2005, S. 122), d. h. die Unterscheidung zwischen *lokalen* RFID-Anwendungen, die nur von einem Unternehmen genutzt werden und *kollaborativen* Anwendungen, die von mehreren rechtlich voneinander unabhängigen Einheiten eingesetzt werden und bedingen, einen Standard zu vereinbaren und verschiedene IT-Systeme zu integrieren. Eng damit verbunden ist der *Kreislauf der Objekte*, der in der Regel in *offene* und *geschlossene* Systeme eingeteilt wird (Mannel 2006, S. 13, Strassner 2005, S. 126-127). RFID als automatische Identifikationstechnologie zielt grundsätzlich darauf ab, die Informationsverarbeitung zu automatisieren. Allerdings ist der *Automatisierungsgrad* bzw. der Grad der Arbeitsteilung zwischen Mensch und RFID-System je nach Anwendung unterschiedlich. In Anlehnung an Mertens (2007, S. 8) kann der Automatisierungsgrad in *vollautomatische* Prozesse, d. h. es ist kein menschliches Eingreifen erforderlich, und *teilautomatische* Lösungen unterteilt werden. Bezogen auf RFID-Anwendungen sind bspw. Lösungen zur Fertigungsautomatisierung im Regelfall vollautomatisch während die mobile Unterstützung in der Instandhaltung durch den Einsatz von Handhelds als teilautomatisch charakterisiert werden kann. In diesem Zusammenhang ist auch die Unterscheidung nach der Art der *Anbringung des Transponders* am Objekt sinnvoll (Hassan und Chatterjee 2006, S. 13). Aus Gründen der Anwendbarkeit wird lediglich zwischen *fest* angebrachten und *abnehmbaren* (und wieder verwendbaren) Transpondern differenziert. Als letztes Merkmal zur Beschreibung von RFID-unterstützten Prozessen wird die *Prozesscharakteristik* gewählt. Diese beschreibt den Grad der Strukturiertheit von Prozes-

sen, d. h. ob es sich um *geführte* oder *ungeführte* Prozesse handelt (Fleisch 2001, S. 182; Schuh et al. 2008; S. 30).

Tabelle 1 visualisiert das entwickelte Beschreibungsmodell mit Hilfe eines morphologischen Kastens. Die exemplarisch dargestellte Merkmalskombination ist charakteristisch für RFID-Systeme zur Unterstützung des Behältermanagements oder auch für Anwendungen in der Produktionsautomatisierung, in denen Ladungsträger mit RFID-Transpondern ausgestattet sind.

Tabelle 1: Exemplarische Merkmalskombination RFID-Prozess

Merkmal	Ausprägungen			
	Hauptfunktion	Lokalisierung	Überwachung	Automatische Transaktion
Art der Objekte	Mobile Objekte	Immobil Objekte	Personen	
Integrationsreichweite	Lokal		Kollaborativ	
Kreislauf	Geschlossen		Offen	
Automatisierungsgrad	Vollautomatisch		Teilautomatisch	
Anbringung Transponder	Fest		Abnehmbar	
Prozesscharakteristik	Strukturiert/ Geführt		Unstrukturiert/ UNGEFÜHRT	

3.3 Teilmodell RFID-Technik

Gemäß der Zielsetzung, die RFID-Anwendungen aus Anwenderperspektive zu strukturieren, werden im Folgenden die wesentlichen Leistungseigenschaften und die zu Grunde liegenden technischen Merkmale beschrieben. Zwei wesentliche Argumente sprechen dafür, von der konkreten technischen Ausprägung (z. B. Frequenz) zu abstrahieren und lediglich die resultierenden Leistungseigenschaften zu beschreiben: für den Anwender spielt weniger die technische Gestaltung der Lösung eine Rolle, sondern vielmehr die Umsetzung der Anforderungen. Außerdem birgt die direkte Kopplung an technische Merkmale das Risiko, bei technologischen Weiterentwicklung bzw. Technologiesprüngen (z. B. der deutlichen Erhöhung der Reichweite in einem Frequenzbereich), die Einteilung vollständig anpassen zu müssen. Darüber hinaus erlaubt die Adressierung der Leistungseigenschaften, verschiedene technische Merkmale und abhängige Kriterien im Sinne der Anwendbarkeit zu Oberkriterien zusammenzufassen.

Ein wichtiges Merkmal von RFID-Systemen ist zweifelsfrei die *Reichweite*, d. h. die Distanz zwischen Transponder und Lesegerät. Diese wird wesentlich durch die Frequenz und die Energieversorgung determiniert; allerdings spielen auch weitere Faktoren, wie bspw. die Bauform der Lesegeräte, die Antennengröße, Umgebungsbedingungen oder die zulässige Energie zur Erzeugung des elektromagnetischen Felds eine Rolle. Aus Anwendersicht entscheidend ist jedoch ausschließlich die tatsächlich realisierbare Entfernung. Eine mögliche Einteilung nach Reichweite

ist die Unterscheidung in Close-coupling, Remote-coupling (bzw. Proximity und Vicinity) und Long-range (vgl. Abschnitt 2.1). Close-coupling-Systeme werden in der Praxis auf Grund der hohen Kosten und der geringen Vorteile gegenüber kontaktbehafteten Chipkarten (Finkenzeller 2008, S. 274) kaum eingesetzt, deshalb können diese mit den Proximity-coupling Systemen zum Bereich *0-15 cm* zusammengefasst werden. Für Vicinity-coupling Systeme wird der Bereich *15-100 cm* übernommen und Long-range-Systeme werden der operativen Distanz von *mehr als 1 m* zugeordnet. Da die Begriffe Close- und Remote-coupling sowie Long-range direkt mit Standards (u.a. ISO/IEC 10563, ISO 14443, ISO 15693) und Frequenzbereichen assoziiert sind, werden diese Begrifflichkeiten im Folgenden nicht weiter benutzt sondern zur Beschreibung die tatsächliche Reichweite in cm angegeben.

Ein weiteres wesentliches technisches Merkmal ist die Art der *Datenhaltung*. Hier wird in der Regel zwischen *Data-on-Network* und *Data-on-Tag* unterschieden (Diekmann et al. 2007, S. 224-234). Während das Data-on-Network Konzept davon ausgeht, dass auf dem Transponder lediglich eine eindeutige nicht-veränderliche Identifikationsnummer gespeichert ist und sämtliche zugehörigen Daten in übergeordneten Systemen verwaltet und verarbeitet werden, setzt das Data-on-Tag Prinzip auf die Speicherung der Daten (z. B. Herstellungsdatum, Qualitätsparameter) direkt am Objekt. Zu Grunde liegende bzw. abhängige Merkmale sind hier insbesondere die Wiederbeschreibbarkeit, die Speicherkapazität und die Speichertechnologie. Entscheidend aus Anwenderperspektive ist hier jedoch die grundsätzliche Möglichkeit, Daten direkt am Objekt verfügbar und manipulierbar vorzuhalten, ohne über eine Anbindung an übergeordnete IT-Systeme zu verfügen oder nicht.

Eine Eigenschaft von RFID-Systemen, die diese deutlich von anderen Auto-ID-Technologien abhebt, ist die Möglichkeit, mehrere Transponder gleichzeitig zu erfassen. Diese Fähigkeit zur *Pulklesung* ermöglicht insbesondere in der Logistik erhebliche Effizienzgewinne, da Objekte nicht mehr einzeln identifiziert bzw. erfasst werden müssen, während in anderen Anwendungen gezielt einzelne Objekte (bspw. zur Identifikation des richtigen technischen Platzes in der Instandhaltung) identifiziert werden müssen. Aus Anwendersicht wird deshalb im Folgenden die *Anzahl der Objekte pro Lesevorgang* in *Einzel-* und *Pulklesung* unterschieden. Der Pulkfähigkeit liegt insbesondere der Antikollisionsmechanismus als technische Eigenschaft zu Grunde.

Über die Identifikation, das Speichern und Verändern von Daten auf dem Transponder hinaus können mit RFID-Systemen weitere Funktionalitäten realisiert werden. Wesentlich Zusatzfunktionen, die derzeit entweder bereits am Markt verfügbar sind oder prototypisch in Forschungs- und Entwicklungsvorhaben untersucht werden sind die Integration von Kryptofunktionen und die Einbettung von Sensorik (Finkenzeller 2008, S. 332-333; vom Bögel 2007, S. 165). Während Kryptofunktionen auf die Sicherheit der Daten auf dem Transponder abzielen, verfolgt die Sensorintegration das Ziel, Umgebungsdaten (z. B. Druck, Temperatur, Beschleunigung) zu erfassen. Mit Mikroprozessoren können darüber hinaus

komplexere Algorithmen auf dem Transponder realisiert werden. Während die zu Grunde liegende Technik vielfältig und komplex ist, erscheint aus Anwendersicht eine grundsätzliche Unterscheidung nach den Ausprägungen Sensorik, Kryptographie und Weitere (z. B. Mikroprozessoren) ausreichend.

Tabelle 2 stellt exemplarisch eine charakteristische Merkmalskombination für RFID-Systeme auf Basis der beschriebenen Merkmale und Ausprägungen dar. Dieses typische Profil kommt beispielsweise in einfachen Automatisierungsanwendungen zum Einsatz, wobei diese Kombination sowohl auf Low-frequency (LF) als auch mit High-frequency (HF) Komponenten realisierbar ist. Die zentrale Datenhaltung (Data-on-Network) und die einzelne Erfassung der Objekte pro Lesevorgang ermöglichen zudem den Einsatz (preiswerter) Read-only oder WORM Transponder, die nicht pulkfähig sind.

Tabelle 2: Charakteristische Merkmalskombination Technik

Merkmals	Ausprägungen		
Reichweite	0-15 cm	15-100 cm	> 1 m
Datenhaltung	Data-on-Network		Data-on-Tag
Objekte pro Lesevorgang	Einzel		Pulklesungen
Zusatzfunktionen	Keine	Sensorik	Kryptographie

4 Fallstudie RFID-basiertes Bettenmanagement

Das Universitätsklinikum Aachen ist mit knapp 45.000 stationären und über 110.000 ambulanten Patienten pro Jahr ist das Universitätsklinikum Aachen (UKA) eines der großen Krankenhäuser in Deutschland. In den 33 Kliniken und Instituten sind über 5.500 Mitarbeiter beschäftigt. Auf einer Fläche von ungefähr 200.000 m² befinden sich ca. 800 Patientenzimmer mit etwa 1.300 Patientenbetten. Innerhalb eines Pilotprojekts beim UKA wurde das Bettenmanagement der Krankenhausbetten untersucht. Diese zirkulieren sowohl im Hauptgebäude des UKA mit seiner Vielzahl an Patientenzimmern und verschiedensten Bettenstauräumen, -reinigungen und -werkstätten als auch in zwei externen Gebäuden. Derzeit werden die Betten mit einer aufgeklebten Bettensnummer (fortlaufend) und einer Prüfplakette (Monat/Jahr der letzten Wartung) gekennzeichnet. Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde auf Basis des entwickelten Modells der RFID-Einsatz geplant.

Zielsetzung des RFID-Einsatzes war zum einen, die Dokumentation der Reinigungs- und Wartungszyklen zu automatisieren. Gemäß Medizinproduktegesetz müssen Krankenhausbetten jährlich gewartet werden. Darüber hinaus sollten die Betten bezogen auf die Stationen lokalisiert werden können, die Bettenhistorie dokumentiert sowie eine Vorrangschaltung im Aufzug und ggf. auch automatische Türöffnung realisiert werden. Tabelle 3 zeigt beschreibt den Anwendungsfall mit

Hilfe des entwickelten Modells. Vorwiegende Hauptfunktion ist das automatische Verbuchen der Betten nach Verlassen der Reinigung bzw. die automatische Dokumentation der Wartung nach dem Verlassen der Bettenwerkstatt. Zusätzlich ermöglicht die Identifikation der Betten an den Stationstüren die indirekte Lokalisierung der Betten. Die Transponder sind fest an den Betten (mobile Objekte) angebracht und zirkulieren im Uniklinikum Aachen in einem geschlossenen lokalen Kreislauf in dem die Identifikation weitgehend vollautomatisch über Identifikationspunkte an Türen bzw. Durchgängen erfolgt. Die Dokumentation der Wartung erfolgt teilautomatisiert durch die beteiligten Werksattmitarbeiter unter Einsatz von mobilen RFID-Lesegeräten. Da im Vorhinein nicht klar ist, wann welche Betten wo auftauchen und diese prinzipiell im gesamten Gebäude zirkulieren, handelt es sich um einen unstrukturierten bzw. ungeführten Prozess.

Tabelle 3: Einordnung der Fallstudie in das Modell

		Ausprägungen			
	Merkmal				
Prozess	Hauptfunktion	Lokalisierung	Überwachung	Automatische Transaktion	Objektinformation
	Art der Objekte	Mobile Objekte	Immobil Objekte	Personen	
	Integrationsreichweite	Lokal		Kollaborativ	
	Kreislauf	Geschlossen		Offen	
	Automatisierungsgrad	Vollautomatisch		Teilautomatisch	
	Anbringung Transponder	Fest		Abnehmbar	
	Prozesscharakteristik	Strukturiert/ Geführt		Unstrukturiert/ Ungeführt	
Technik	Reichweite	0-15 cm	15-100 cm	> 1 m	
	Datenhaltung	Data-on-Network		Data-on-Tag	
	Objekte/Lesevorgang	Einzeln		Pulklesungen	
	Zusatzfunktionen	Keine	Sensorik	Kryptographie	

Vorwiegend

Teilweise

In Kombination mit den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Breite der Durchgänge bis zu 3 m) und der erforderlichen vollautomatischen Erkennung der Betten an den Stationstüren kommen, um eine möglichst preiswerte Lösung zu realisieren, passive UHF-Transponder zum Einsatz, die Reichweiten > 1 m ermöglichen. Da es nur eine zentrale Bettenwerksatt gibt und das gesamte Klinikum mit einem LAN vernetzt ist, besteht keine Notwendigkeit Daten direkt am Bett zu speichern. Aus diesem Grund kommt eine zentrale Datenbank gemäß dem Data-on-Network Konzept zum Einsatz, während auf dem Transponder lediglich die Identifikationsnummer des Betts gespeichert wird.

Die Einordnung des Anwendungsbeispiels in die beiden Partialmodelle belegt die grundsätzliche Anwendbarkeit. Damit wird ein Rahmen geschaffen, um RFID-

Anwendungen aus verschiedenen Bereichen einheitlich beschreiben und vergleichen zu können. Durch die konkrete Beschreibung einer großen Zahl weitere Anwendungen lassen sich daraus im nächsten Schritt typische Konfigurationen ableiten, die wiederum für die Planung herangezogen werden können.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von der Zielsetzung, ein Beschreibungsmodell zur Planung von RFID-Anwendungen aus Anwendersicht zu entwickeln, wurden in Abschnitt 2 verschiedene technische und anwendungsorientierte Einteilungen von RFID-Systemen untersucht. Aufbauend auf diesen Vorarbeiten wurden *RFID-Anwendungen* definiert als RFID-System zur Unterstützung eines betrieblichen Prozesses. Anschließend wurden zwei Partialmodelle zur Beschreibung des Prozesses und der Technik aus Anwenderperspektive entwickelt. Mit der Fallstudie zum RFID-basierten Bettenmanagement im UKA wurde die prinzipielle Anwendbarkeit der beiden Beschreibungsmodelle belegt.

Auf Basis dieser Grundlage gilt es im Rahmen weitere Forschungsaktivitäten, charakteristische und allgemeingültige Merkmalskombinationen zu ermitteln. Dazu wurden in einem ersten Schritt bereits über 100 RFID-Anwendungen in einer Datenbank gesammelt und unter Verwendung der beiden Partialmodelle beschrieben (Rhensius et al. 2008, S. 22-23; Rhensius und Deindl 2009, S. 16-30).

Die Ermittlung typischer Prozessprofile einerseits und typischer technischer Kombinationen andererseits ermöglicht dann die Ableitung *typischer RFID-Anwendungen*. So kann eine im Sinne der angewandten Wissenschaft bzw. der Praxis nützliche Unterstützung der Planung neuer RFID-Anwendungen geleistet werden. Aus wissenschaftlicher Perspektive liefert das entwickelte Modell einen Beitrag zur Strukturierung des Untersuchungsbereichs.

Literatur

- Bartneck N, Klaas V, Schönherr H (2008) Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID. Publicis Corp. Publ., Erlangen.
- Brand L, Hülser T, Grimm V, Zweck A (2009) Internet der Dinge. VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf.
- CE RFID (2007) RFID Reference Model, Coordinating European Efforts for promotion the European RFID Value Chain. <http://www.rfid-in-action.eu/rfid-referencemodel>. Abruf am 2009-09-10.
- Chao C, Yang J, Jen W (2007) Determining technology trends and forecasts of RFID. *TECHNOVATION* 27(5): 268-279.

- Curtin KR (2007) Making the 'Most' out of RFID technology. *INFORMATION TECHNOLOGY AND MANAGEMENT* 8(2): 87-110.
- Diekmann T, Melski A, Schumann M (2007) Data-on-Network vs. Data-on-Tag: Managing Data in Complex RFID Environments. *HICSS*.
- Finkenzeller K (2008) *RFID-Handbuch*. Hanser, München.
- Fleisch E (2001) Betriebswirtschaftliche Perspektiven des Ubiquitous Computing. In: Buhl HU, Huther A, Reitwiesner B (Hrsg) *Physica-Verlag, Heidelberg*.
- Fleisch E, Christ O, Dierkes M (2005) Die betriebswirtschaftliche Vision des Internet der Dinge. In: Fleisch E, Mattern F (Hrsg) *Das Internet der Dinge* Springer, Berlin.
- Fleisch E, Mattern F, Österle H (2002) Betriebliche Anwendungen mobiler Technologien: Ubiquitous Commerce. *St. Gallen*.
- Fleisch E, Tellkamp C (2002) The Financial Business Case for Ubiquitous Computing Business Applications.
- Gaitanides M (2007) *Prozessorganisation*. Vahlen, München.
- Gross S (2005) *Implementierung und Betrieb von integrierten RFID-Systemen.*, St. Gallen.
- Hanhart D, Jinschek R, Kipper U, Legner C, Österle H (2005) Mobile und Ubiquitous Computing in der Instandhaltung. *HMD - PRAXIS DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK* (244): 62-73.
- Hassan T, Chatterjee S (2006) A Taxonomy for RFID. *HICSS* 8:184b.
- Jansen R, Müller E, Mann H, Harms S, Riegel J, Finger M (2004) Integration der Transpondertechnologie zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der operativen Produktionssteuerung. *IBF, Chemnitz*.
- Kern C (2006) *Anwendung von RFID-Systemen*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Lampe M, Flörkemeier C, Haller S (2005) Einführung in die RFID-Technologie. In: Fleisch E, Mattern F (Hrsg) *Das Internet der Dinge*. Springer, Berlin.
- Mannel A (2006) *Prozessorientiertes Modell zur Bewertung der ökonomischen Auswirkungen des RFID-Einsatzes in der Logistik*. Dt. Fachverl, FaM
- Mertens P (2007) *Integrierte Informationsverarbeitung 1. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden*.
- Ngai EW, Moon KK, Riggins FJ, Yi CY (2008) RFID research: An academic literature review (1995-2005). *INT J PROD ECO* 112(2):510-520.

- Oertel B, Wölk M, Hilty L, Köhler A, Kelter H, Ullmann M, Wittmann S (2005) Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen.
- Pflaum A (2001) Transpondertechnologie und Supply-chain-Management. Dt. Verkehrs-Verl., Hamburg.
- Pfohl H, Diruf G (1997) Informationsfluß in der Logistikkette: EDI - Prozeßgestaltung - Vernetzung. Erich Schmidt, Berlin.
- Reinhart G, Ostgathe M, Wiesbeck M (2007) Process Framework for the Implementation of RFID Systems in Small and Medium-sized Enterprises.
- Rhensius T, Deindl M (2009) Metastudie RFID. In: Schuh G, Stich V (Hrsg) Forschungsinstitut für Rationalisierung e. V. (FIR), Aachen.
- Rhensius T, Dünnebacke D, Deindl M (2008) ID-Star. UDZ 2008(3): 22-24.
- Sandner U, Leimeister JM, Krcmar H (2006) Business Potentials of Ubiquitous Computing. In: Kern E (Hrsg) Managing development and application of digital technologies. Springer, New York.
- Sarma S, Engels DW (2003) On the Future of RFID Tags and Protocols.
- Scheer A (1992) Architektur integrierter Informationssysteme: Grundlagen der Unternehmensmodellierung. Springer, Budapest.
- Schoch T, Strassner M (2003) Wie smarte Dinge Prozesse unterstützen. In: Sauerburger H (Hrsg) Ubiquitous Computing. Dpunkt Verlag, Heidelberg.
- Schuh G, Gottschalk S, Pulz C (2008) Grenzen von RFID in der Produktion. INDUSTRIE MANAGEMENT 2007(23): 27-30.
- Schulte-Zurhausen M (2005) Organisation. Vahlen, München.
- Strassner M (2005) RFID im Supply Chain Management. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Strüker J, Gille D, Faupel T (2008) RFID-Report 2008. Institut für Informatik und Gesellschaft, Abt. Telematik, Freiburg, Br.
- Tellkamp C (2005) Finanzielle Bewertung von UbiComp-Anwendungen. In: Fleisch E, Mattern F (Hrsg) Das Internet der Dinge. Springer, Berlin.
- Vojdani N, Spitznagel J, Resch S (2006) Konzeption einer systematischen Identifikation und Bewertung von RFID-Einsatzpot. ZWF 101(3): 102-108.
- vom Bögel G (2007) Technologische Trends bei RFID-Systemen für den Einsatz im Internet der Dinge. In: Bullinger H, ten Hompel M (Hrsg) Internet der Dinge. Springer, New York.