

„Theoretische Ansatzpunkte und Konzeption zur Einführung von RFID am  
Beispiel der Bibliothek der Fachhochschule Brandenburg“

**DIPLOMARBEIT**

zur Erlangung des Grades eines Diplom-Wirtschaftsinformatikers (FH) des  
Fachbereichs Wirtschaft der Fachhochschule Brandenburg

vorgelegt von:

Vorname: Thomas  
geb. am: 13.09.1976

Name: Rosenfeld  
in: Brandenburg an der Havel

Erster Referent: Prof. Dr. oec. habil. Falko Ihme  
Zweiter Referent: Dr. Birgit Zänker

Brandenburg an der Havel, 2005-Juni-22

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Verzeichnis der Abkürzungen	IV
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	VII
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ziel der Arbeit	3
1.2 Vorgehensweise	3
<b>2. Was ist Ubiquitous Computing?</b>	<b>4</b>
2.1 Mark Weisers Vision des Ubiquitous Computing	4
2.2 Aktuelle Trends des Ubiquitous Computing	5
2.3 Technologien des Ubiquitous Computing	7
2.3.1 Drahtlose Sensornetze	7
2.3.2 Radio Frequency Identification – RFID	8
<b>3. Beschreibung der RFID-Technologie</b>	<b>9</b>
3.1 Historie des RFID	9
3.2 Bestandteile eines RFID-Systems	16
3.3 Unterscheidungsmerkmale von RFID-Systemen	17
3.3.1 Grundsätzliche Unterscheidungsmerkmale	17
3.3.2 Bauformen von Transpondern	19
3.3.3 Frequenz, Reichweite und Kopplung	21
3.4 Funkzulassungsvorschriften, Normung	23
3.5 Datensicherheit	27

<b>4.</b>	<b>RFID-Systeme für Bibliotheken</b>	<b>29</b>
4.1	Allgemeines	29
4.2	Anforderungen von Bibliotheken an RFID-Systeme	30
4.2.1	Pulkverarbeitung	31
4.2.2	Übertragung auf Distanzen	32
4.2.3	Veränderbarkeit der Daten	32
4.3	Komponenten	33
4.3.1	Etikett	33
4.3.2	Lesegeräte	35
4.3.3	Anwendungsserver und Bibliothekssoftware	37
4.4	Einsatzmöglichkeiten	38
4.4.1	Verbuchung: Ausleihe von Medien	38
4.4.2	Verbuchung: Rückgabe von Medien	39
4.4.3	Diebstahlsicherung	39
4.4.4	Revision der Bücher	40
4.4.5	Ortung von Medien	40
4.5	Vorteile eines RFID-Systems für Bibliotheken	41
<b>5.</b>	<b>Kostenbetrachtung</b>	<b>43</b>
5.1	Marktübersicht	43
5.2	Bestandserhebung der Bibliothek der Fachhochschule Brandenburg	48
5.3	Vergleich der Bibliothekssysteme	49
5.4	Handlungsempfehlung und Ausblick	54
	Literaturverzeichnis	VIII
	Ehrenwörtliche Erklärung	XI

**Verzeichnis der Abkürzungen**

Abb.	Abbildungen
ABI-Technik	Archiv-, Bibliotheks- und Informationswesen- Technik
ANSI	American National Standards Institute
Auto-ID	Automatische Identifizierung
bit.	Binary digit
bspw.	Beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Centimeter
CE	Communauté Européene
CEPT	Conférence Européene des Postes et Télécommunication
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
EAN-Code	European Article Number
EC-Karten	Electronic Cash-Karten
EG	Europäische Gemeinschaft
EKZ	ekz.bibliotheksservice GmbH
E-Mail	Elektronische Mail
EM-Diebstahlsicherung	Elektromagnetische Diebstahlsicherung
engl.	englisch
EPC	Elektronischer Productcode
ERC	European Radiocommunications Committee
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
Fa.	Firma
FDX	full-duplex
ff.	fortfolgende
FHB	Fachhochschule Brandenburg
FN	Fussnote
GHz	GigaHerz

GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GMD	Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH
HDX	half-duple
HF-Feld	Hochfrequenz-Feld
HMD	Handbuch der maschinellen Datenverarbeitung
Hrsg.	Herausgeber
Inc.	Incorporation
inkl.	inklusive
ISM	Industrial-Scientific-Medical
ISO	International Organization for Standardization
k.A.	keine Angaben
Kap.	Kapitel
Kg	Kilogramm
kHz	KiloHerz
LMS	Library Management System
lt.	Laut
m	Meter
max.	Maximal
MHz	MegaHerz
MIT	Massachusetts Institut of Technology
mm	Millimeter
MwSt	Mehrwertsteuer
NCIP	NISO Circulation Interchange Protocol
NISO	National Information Standards Organization
Nr.	Nummer
OCR	Optical Charakter Reader
o.g.	oben genannt
OPAC	Online Public Access Catalogue
PC	Personal Computer
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
RFID	Radio-Frequenz-Identifikation
S.	Seite

sec.	Sekunde
SB-Ausleihe	Selbstbedienungs-Ausleihe
SEQ	sequenzielle Systeme
SIP 2	Standard Interchange Protocol Version 2
SLNP	Simple Library Network Protocol
sog.	so genannt
Std.	Stunde
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem
UHF	Ultrahochfrequenz
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
vgl.	vergleiche
WLAN	Wireless Local Area Network
www	world wide web
XML	Extensible Markup Language
z.B.	zum Beispiel
3M	Minnesota Mining and Manufacturing Company

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

### Abbildungen

Abb. 1:	Barcode	9
Abb. 2:	EAN-Code	10
Abb. 3:	Chipkarte	12
Abb. 4:	Lesegerät und Transponder	16
Abb. 5:	Glastransponder	19
Abb. 6:	Smart Labels	20
Abb. 7:	Besucherkreislauf in der Bibliothek	30
Abb. 8:	Buch-Etikett	34
Abb. 9:	CD-Etikett	34
Abb. 10:	Lesegerät mit großer Reichweite als Ein-/ Ausgangsschleuse	35
Abb. 11:	Lesegerät mit mittlerer Reichweite (rechts) und Übertragungseinheit (links)	36
Abb. 12:	Digitaler Bibliotheks-Assistent mit geringer Reichweite	37
Abb. 13:	RFID-Installationen in Europa	53

### Tabellen

Tab. 1:	Vergleich verschiedener Identifikationssysteme	15
Tab. 2:	Übersicht über verschiedene RFID-Systeme und deren Einsatzgebiete	26
Tab. 3:	Vorteile eines RFID-Systems	41
Tab. 4:	Vergleich zweier RFID-Anbieter für Bibliotheken	47
Tab. 5:	Aufwand des Personals der Fachhochschulbibliothek	49
Tab. 6:	Statische Verfahren	50
Tab. 7:	Kostenvergleich beider Systeme	51



## 1. Einleitung

Mehr als 10 Jahre, nachdem Mark Weiser<sup>1</sup> den Begriff des „Ubiquitous Computing“ geprägt hat, scheint es, dass seine Visionen von der „Allgegenwart des Computers“ durch die Wirklichkeit eingeholt werden. Computer gehören nicht mehr nur unverzichtbar zum Alltag; sie dienen zunehmend dem Menschen unsichtbar und unaufdringlich im Hintergrund.<sup>2</sup>

In diesem Zusammenhang gewinnt die Informations- und Kommunikationstechnologie an Bedeutung. Veränderungen beispielsweise durch PCs, Faxgeräte, Mobiltelefone und Internet haben in der Vergangenheit nicht nur in Unternehmen, sondern auch in privaten Haushalten Einzug gehalten. Nie zuvor in der Geschichte war die Kommunikation von Menschen und der Zugang zu Informationen so einfach wie heute.

Ubiquitous Computing ist der Trend, die Dinge intelligent zu machen, so dass wir künftig nicht nur mit anderen Menschen, sondern auch mit den Dingen kommunizieren können.<sup>3</sup>

Um Routineaufgaben weitestgehend zu automatisieren, steht seit einigen Jahren eine Technologie zur Verfügung, die Radio-Frequenz-Identifikation (RFID). Sie wird bereits in vielen Bereichen zur automatischen Identifikation eingesetzt; bspw. beim Skifahren am Lift oder als Wegfahrsperre im Auto.

RFID ist eine Technologie zur eindeutigen und kontaktlosen Identifizierung von Objekten jeglicher Art. Sie ermöglicht eine schnelle und automatische Datenerfassung mittels Radiowellen. Die RFID-Technik erschließt im Bereich Logistik, Materialverwaltung, Industrie-Automaten, Service und Identifikation neue praktische Anwendungsgebiete und ersetzt dabei altbekannte Eigenschaften des Barcodes oder der optischen Erkennung von Objekten.

Die Aktualität des Themas hält zunehmend auch in Bibliotheken Einzug. Effizienzsteigerung und Kostenreduzierung sind zentrale Schlagwörter; Automatisierung und Selbstbedienung tragen verstärkt zu diesen Zielen bei. Der Vorteil der RFID-Technologie: Beim Entleih- und

---

<sup>1</sup> Mark Weiser (1952-1999†) - Wissenschaftler am Xerox Palo Research Center in Palo Alto, California

<sup>2</sup> Mattern, Friedmann, Total Vernetzt, Springer Verlag, Berlin, 2003, Vorwort

<sup>3</sup> Mörike, Michael, Einwurf, Sauerburger, Heinz (Hrsg.), Editorial zu HMD 229, S. 3, Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag, Heidelberg, 2003

Rückgabevorgang werden mehrere Bücher zeitgleich erfasst. Bisher musste jedes Etikett im Innenbuchdeckel einzeln ausgelesen werden. Zeiteinsparungen ergeben sich auch bei der Aufnahme neu angekaufter Medien. Anstatt zweier Informationsträger, nämlich dem Barcode für die Verbuchung und dem elektromagnetischen Sicherungsstreifen für die Diebstahlsicherung, wird nur der Funkchip mit den Daten beschrieben.

Wesentliches Resultat: Mehr Ressourcen zur Bewältigung der beständig steigenden Anforderungen an Beratung und Service.

## 1.1 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, die Aktualität des Themas „Ubiquitous Computing“ aufzugreifen. Interessenten soll dabei die Möglichkeit gegeben werden, sich mit dem Thema auseinander zu setzen.

In einer wettbewerbsorientierten Umwelt bedürfen auch Hochschulen einer grundlegenden Handlungsorientierung. Im Falle der Fachhochschule Brandenburg an der Havel sollen im Bereich der Hochschulbibliothek Problemlösungsansätze zur Entscheidungsfindung bei der Einführung einer Bibliotheksautomatisierung aufgezeigt werden.

## 1.2 Vorgehensweise

Nach Einführung in das Thema „Ubiquitous Computing“ werden zunächst die für den weiteren Verlauf der Arbeit notwendigen Grundlagen erarbeitet. Dabei handelt es sich um grundsätzliche begriffliche und inhaltliche Erläuterungen zum Thema.

Darauf aufbauend wird ein Überblick über die RFID-Technologie gegeben. Einen besonderen Schwerpunkt stellt der Bereich der Unterscheidungsmerkmale dar.

Im Anschluss daran werden RFID-Systeme und deren Einsatzmöglichkeiten für Bibliotheken betrachtet. Am Beispiel der Fachhochschule Brandenburg an der Havel wird diesbezüglich eine Kostenbetrachtung vorgenommen.

Handlungsempfehlungen runden meine Arbeit ab.

### **Materialbasis**

Die Aktualität des Themas „Ubiquitous Computing“ wurde bereits bei der Literatursuche deutlich. Dennoch gelang es mir, die in Deutschland veröffentlichten einschlägigen Publikationen zu ermitteln (z.B. Finkenzeller 2002, Britzelmaier 2002, Mattern 2003, Sauerburger 2003). Diese Grundlagenliteratur wurde durch fachspezifische Veröffentlichungen von Kern 2002-2004, Römer 2003, Wegner 2004 und Lindl 2003 ergänzt.

## 2. Was ist Ubiquitous Computing?

### 2.1 Mark Weisers Vision des Ubiquitous Computing

“As technology becomes more embedded and invisible, it calms our lives by removing the annoyances... The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.” Mark Weiser (1952-1999†)<sup>4</sup>

Der Begriff „Ubiquitous Computing“ wurde bereits Anfang der 90er Jahre geprägt und von Mark Weiser in seinem Beitrag: „The computer for the 21st century“ beschrieben.<sup>5</sup> Weiser, damals leitender Wissenschaftler am renommierten Forschungszentrum von XEROX in Palo Alto (Kalifornien), propagierte in seinem Artikel den allgegenwärtigen Computer, der unsichtbar und unaufdringlich den Menschen bei seinen Tätigkeiten unterstützt und ihn von Routineaufgaben weitestgehend befreit. Dabei sieht er die Technik als pures Mittel zum Zweck, die in den Schatten tritt, um eine Fokussierung auf das Wesentliche an sich zu ermöglichen - der PC, ein heute weit verbreitetes universelles Werkzeug, sei für diesen Zweck ungeeignet, da dieser aufgrund seiner Komplexität und Vielfältigkeit die Konzentration des Anwenders zu sehr auf sich ziehe. Nach Weisers Überzeugung sollte der Computer als Gerät an sich verschwinden, seine informationsverarbeitende Funktionalität jedoch erhalten bleiben und überall verfügbar sein.<sup>6</sup>

Seine Gedanken und Visionen wurden zu jener Zeit als Schwärmereien, fern der Realität und als technische Utopie belächelt. Seine Vorstellungen von immer kleineren, leichteren, einfacher zu handhabenden und mobilen Computern, welche uns unsichtbar umgeben und miteinander kommunizieren, machten ihn mit Recht zum Vater des Ubiquitous Computing.<sup>7</sup>

Technologische Entwicklungen und Fortschritte in der Mikroelektronik sowie Kommunikationstechnik haben bislang einen Entwicklungsstatus erreicht, an dem es möglich

---

<sup>4</sup> Mattern, Friedmann, 2003, S. 3

<sup>5</sup> Internetzugriff am 2004-11-08

<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>

<sup>6</sup> Mattern, Friedmann, 2003, S. 3

<sup>7</sup> Sauerburger, Heinz, Editorial, HMD 229, 2003, S. 1

geworden ist, kleinste Systeme und Sensoren in Dinge des Alltags zu integrieren und ihnen somit zu einem - intelligenten - besser gesagt „smarten“ Verhalten zu verhelfen.<sup>8</sup>

Diverse Prototypen befinden sich in ersten Testphasen oder sind bereits erfolgreich implementiert. Die künftigen Auswirkungen für eine derartige tief greifende Einbindung modernster Informationstechnologie in unser alltägliches Leben können nur schwer abgeschätzt werden: Wenn „smarte“ Gegenstände des Alltags zumeist in autonomer Weise Informationen austauschen, Zugriff auf beliebige Ressourcen im Internet haben und dadurch Menschen bei der Bewältigung ihrer Aufgaben auf eine neue, intuitive Art unterstützen, dann dürfte dies jedenfalls zu größeren wirtschaftlichen und sozialen Konsequenzen führen und letztendlich vielleicht sogar eine politische Diskussion entfachen.

## 2.2 Aktuelle Trends des Ubiquitous Computing

Die Vision des Ubiquitous Computing sieht vor, Alltagsdinge mit Hilfe eingebauter Sensoren und Prozessoren „smart“ werden zu lassen, so dass diese miteinander kommunizieren können.

Noch befinden wir uns in der Ära des „personal computing“ (PC), in der das Internet - das Netz an sich - die entscheidende Rolle spielt. Der Computer wird oftmals nur deshalb angeschafft, weil der Zugang zum World Wide Web (WWW) eine derartige Anziehungskraft auf viele Menschen ausübt, an die vor wenigen Jahren niemand zu denken gewagt hatte. Der PC wird zu einem Teil der Netzperipherie degradiert; er hat seine dominante Rolle längst verloren.

Auch die Wandlung des Internets ist in vollem Gange. Zu Beginn der 80er Jahre wurde das Internet hauptsächlich für die Kommunikation von Mensch zu Mensch genutzt (E-Mail). Die 90ziger Jahre brachten den Wandel mit dem WWW; es bildete sich eine vollkommen andere Nutzungsform heraus: mit Hilfe eines Web-Browsers änderte sich die Form der Kommunikation des Menschen mit dem Computer. Auf der einen Seite befanden sich nun Mensch und Web-Browser, auf der anderen Seite die Maschinen in Form von WWW-

---

<sup>8</sup> Langheinrich, Marc; Mattern, Friedmann, Digitalisierung des Alltags. Was ist Pervasive Computing?, Politik und Zeitgeschichte, Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.), Bonn, Oktober 2003, Nr. 42 und Fleisch, Edgar; Mattern, Friedmann; Billinger, Stephan, Betriebswirtschaftliche Applikationen des Ubiquitous Computing in Sauerburger, Heinz (Hrsg.), HMD 229, Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag, Heidelberg, 2003, S. 5-15

Servern. Damit einher ging eine Vervielfachung des Datenverkehrs; die Voraussetzung für eine schnelle Kommerzialisierung und Popularisierung des Internets war somit gegeben.

Gegenwärtig stehen vor allem die mobilen „Internet Appliances“ (Hilfsmittel und Services, die durch das Internet zur Verfügung gestellt werden) im Fokus des Interesses. Diese verhelfen dem Internet über seine klassische Domäne hinaus. Die Wandlung vom statischen in das drahtlose mobile Netz scheint sich zu vollziehen.

Immer mehr Anwendungen zielen darauf, eine neue Dienstqualität für den Nutzer zu erzeugen. Aktuelle Beispiele seien die Mobilgeräte, wie Smartphones oder Fotohandys. Auch die neuen drahtlosen Übertragungstechniken, wie Bluetooth oder WLAN (Wireless Local Area Network), die sich in den letzten Jahren zur Freude vieler Unternehmen weit verbreitet haben, spiegeln den gesellschaftlichen Trend deutlich wieder.<sup>9</sup>

Indes zeichnet sich ein weiterer Qualitätssprung ab: Wir sind dabei, die zukünftige Kommunikation zwischen Maschine und Maschine abwickeln zu lassen. Der Weg zum allgegenwärtigen - ubiquitären - Informationszugang wird sich - geebnet auch durch den zukünftigen Mobilfunkstandard UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) - fortsetzen.

Klassische Anwendungen wie E-Mail und WWW werden sicher weiter Bestand haben. Dennoch wird die Dominanz wohl den untereinander kommunizierenden Maschinen zufallen. Erste Anzeichen dafür sind neue Infrastrukturdienste und Kommunikationsprotokolle, die Web-Informationen maschinenlesbar machen, wie bspw. XML (Extensible Markup Language), Web-Services und „semantic-Web“.

Von dieser Entwicklung werden sich vor allem die in Alltagsgegenstände integrierten Sensoren und Prozessoren abheben. Diese „smarten“ Dinge werden - im Verbund mit den aufkommenden neuen technischen Möglichkeiten der Datenkommunikation - miteinander kommunizieren. Darüber hinaus bietet sie die Möglichkeit, ihre ermittelten Sensorwerte autorisierten Dritten weiterzugeben. Eine „Verlängerung des Internets“ bis in die letzten Alltagsgegenstände steht bevor! Neil Gershenfeld vom Media Lab des MIT (Massachusetts Institute of Technology) formulierte dies wie folgt: „Es kommt mir so vor, als sei das rasante

---

<sup>9</sup> Mattern, Friedmann, 2003, S. 2

Wachstum des WWW nur der Zündfunke einer viel gewaltigeren Explosion gewesen. Sie wird losbrechen, sobald die Dinge das Internet nutzen.<sup>10</sup>

## 2.3 Technologien des Ubiquitous Computing

### 2.3.1 Drahtlose Sensornetze

Sensoren, Prozessoren, drahtlose Kommunikationseinheiten sowie autarke Energiequellen werden zunehmend in Sensorknoten auf kleinstem Raum integriert. Netze aus vielen solchen Knoten erlauben eine weiträumige Beobachtung von Phänomenen der realen Welt mit großer Genauigkeit; die physischen Prozesse bleiben dabei größtenteils unbeeinflusst.

Sensornetze sollen in unterschiedlichen Anwendungen einen großen Nutzen bringen: Biologen wollen bspw. das Verhalten von Tieren in ihrem natürlichen Lebensraum detaillierter erforschen; Umweltforscher erhoffen sich umfassendere und genauere Möglichkeiten zur Überwachung von Verschmutzungen in Luft und Wasser; nicht zuletzt haben Militärs ein besonderes Interesse an der Überwachung von unzugänglichem Gebiet.<sup>11</sup>

Betrachtet man die Verwendung von Sensornetzen, stellt man einen Paradigmenwechsel in der Art der Datenerfassung fest: Wurden die Daten früher für die Verarbeitung manuell eingegeben, so geschieht dies jetzt durch den Einsatz entsprechender Sensorik automatisch, online und in Realzeit. Folglich kann eine derartige Datenerfassung in viel größerem Umfang geschehen, als das bisher möglich war, wodurch eine neue Qualität von Resultaten entsteht. Dazu sendet die Umwelt ununterbrochen eine Vielzahl unterschiedlichster Signale, die durch Sensoren erfasst werden können. Hierbei kann es sich bspw. um Temperatur-, Fingerabdruck-, Geschwindigkeits- oder Helligkeitssensoren handeln.<sup>12</sup>

Aus den Anforderungen an einzelne Sensorknoten bzw. an ein Sensornetz als Ganzes ergibt sich eine Vielzahl von konzeptionellen und technischen Herausforderungen. So sollen die individuellen Sensorknoten möglichst klein, langlebig, billig und robust gegenüber Umwelteinflüssen sein. Die beschränkte Größe führt zu knappen Energieressourcen. Um

---

<sup>10</sup> Mattern, Friedmann, 2003, S. 3

<sup>11</sup> Mattern, Friedmann; Römer, Kay, Drahtlose Sensornetze, Springer-Verlag GmbH, Informatik- Spektrum, Juni 2003, Vol. 26, Nr. 3, S. 191

<sup>12</sup> Mattern, Friedmann; Römer, Kay, 2003, S. 192 - 193

dennoch Langlebigkeit zu garantieren, müssen nicht nur Hardware und Software konsequent auf Energieeffizienz hin optimiert werden. Auch müssen auf kleinstem Raum effiziente Techniken zur Energiespeicherung oder -gewinnung untergebracht werden können.

Zur Realisierung des Ubiquitous Computing stellen Sensornetze eines der wichtigsten Instrumentarien dar.

### 2.3.2 Radio Frequency Identifikation

Radio Frequency Identifikation (RFID - engl.: Funk-Erkennung) ist eine Methode, um Daten berührungslos und ohne Sichtkontakt lesen und speichern zu können. RFID wird als Oberbegriff für die komplette technische Infrastruktur verwendet. Sie umfasst:

- den Transponder (auch RFID-Etikett, -Chip oder -Tag genannt),
- die Sende-Empfangs-Einheit (auch Reader genannt) und
- die Integration mit Servern, Diensten und sonstigen Systemen wie z.B. Kassensystemen oder Warenwirtschaftssystemen.

RFID-Transponder werden heutzutage zur Bestandskontrolle in Leihbüchereien verwendet. Dabei sind bereits einige RFID-Lesegeräte in der Lage, spezielle RFID-Transponder stapelweise und kontaktlos lesen zu können. Das bedeutet etwa bei der Entleihe und Rückgabe, dass die Bücher nicht einzeln aufgelegt und gescannt werden müssen. An den Türen befinden sich Sicherheitsschranken, diese kontrollieren die korrekte Entleihe.

Eine andere weit verbreitete Anwendung ist die Tierkennzeichnung mit RFID-Transpondern statt sichtbarer Markierungen wie Brandzeichen oder Tätowierungen. Damit können Eigentümer von verloren gegangenen oder ausgesetzten Tieren ermittelt werden.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Internetzugriff am 2005-01-13  
<http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>



### 3. Beschreibung der Technologien des Ubiquitous Computing

#### 3.1 Historie des RFID

In den letzten Jahren haben in Dienstleistungsbereichen, in der Beschaffungs- und Distributionslogistik sowie in Produktionsbetrieben automatische Identifikationsverfahren (Auto-ID) große Verbreitung gefunden. Aufgabe und Ziel der Auto-ID ist die Bereitstellung von Informationen zu Personen, Tieren, Gütern und Waren.<sup>14</sup>

Im nachfolgenden möchte ich einen Überblick über diverse Auto-ID-Systeme geben, die als verwandte oder benachbarte Systeme zur RFID angesehen werden.

Barcodes (Strichcodes) haben sich seit 1974 gegenüber anderen Identifikationssystemen durchgesetzt.<sup>15</sup> Zu Beginn der 90er Jahre konnte für Barcode-Systeme ein Umsatzvolumen von rund 1,5 Mrd. Euro im westeuropäischen Raum verzeichnet werden.<sup>16</sup>

Der Barcode ist ein maschinell lesbarer Binärcode aus einem Feld von parallel angeordneten Strichen und Trennlücken. Diese stellen Elemente von Daten dar, die auf ein zugehöriges Zeichen verweisen. Die Sequenz aus breiten und schmalen Strichen kann numerisch oder alphanumerisch interpretiert werden. Die Ablesung erfolgt durch optische Laserabtastung der Elemente.<sup>17</sup>

Abbildung 1: Barcode<sup>18</sup>



Barcodes werden vorwiegend im Handel verwendet (Verpackung = Datenträger). Der meist verbreitete Barcode ist der EAN-Code (European Article Number), welcher bereits 1976 für die Belange des Lebensmittelhandels konzipiert wurde.

---

<sup>14</sup> Schoch, Thomas; Strasser, Martin, Wie smarte Dinge Prozesse unterstützen, HMD 229, S. 24

<sup>15</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
<http://www.wikipedia.de/wiki/Barcode/Strichcode>

<sup>16</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
[http://www.glossar.de/glossar/z\\_barcode.htm](http://www.glossar.de/glossar/z_barcode.htm)

<sup>17</sup> Finkenzeller, Klaus, RFID-Handbuch, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Carl Hanser Verlag, München Wien, 2002, S. 1 ff.

<sup>18</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
<http://www.will-software.com/infos/barsoft.htm>

Der EAN-Code besteht aus einem zweistelligen Länderkennzeichen, einer fünfstelligen Betriebsnummer des Herstellers (national vergeben), einer fünfstelligen Artikelnummer sowie einer Prüfziffer.<sup>19</sup>

Abb. 2: EAN-Code<sup>20</sup>



Die Vorteile des Barcodes liegen im hohen Grad der Standardisierung, der relativ niedrigen Kosten, der hohen Akzeptanz bei den Nutzern sowie der guten Integration. Nachteilig kann sich hingegen auswirken, dass der Barcode eine direkte Sichtverbindung erfordert, anfällig gegen Verschmutzungen und unflexibel hinsichtlich nachträglicher Änderungen ist. Umprogrammierungen sind hierbei nicht mehr möglich. Darüber hinaus ist die Datendichte beim Barcode gering.

Bereits in den 60er Jahren begann der Einsatz von Klarschriftlesern (Optical Character Recognition = OCR). Dazu wurden spezielle Schrifttypen entwickelt, die sowohl von Menschen als auch von Maschinen gelesen werden können. Vorteil der OCR-Systeme liegt in einer hohen Informationsdichte begründet. Darüber hinaus ist die Möglichkeit gegeben, im Notfall (oder einfach zur Kontrolle) die Daten ebenso visuell erfassen zu können.

Einsatzgebiete für OCR liegen gegenwärtig in der Produktion, in Dienstleistungs- und Verwaltungsbereichen. OCR bietet eine wesentliche Unterstützung bei der Umwandlung von gedruckten Dokumenten in editierbare Texte. Es vereinfacht die Verarbeitung von Büchern, Zeitungen, Magazinen, Geschäftsberichten, Tabellen und anderen gedruckten Dokumenten, da diese nicht mehr mühsam abgetippt werden müssen.

Dennoch wird eine flächendeckende Verbreitung von OCR-Systemen - bedingt durch hohe Preise sowie komplizierte Lesegeräte - nicht gewährleistet.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup> Gablers Wirtschaftslexikon, C-F, S. 1334

<sup>20</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
<http://www.dataident.de/index.php?id=39&type=1>

<sup>21</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Texterkennung>

Im Zusammenhang mit Identifikationssystemen werden auch biometrische Verfahren eingesetzt, mit deren Hilfe man Personen durch den Vergleich von unverwechselbaren und individuellen Körpermerkmalen eindeutig identifizieren kann:

Beim System der Sprachidentifizierung spricht der Benutzer in ein Mikrofon, das mit einem Computer verbunden ist. Das gesprochene Signal wird digitalisiert und von der Identifizierungssoftware ausgewertet, d.h. die Sprachmerkmale der sprechenden Person werden mit einem vorliegenden Referenzmuster überprüft. Bei gleichem Muster kann somit ein „Vorgang“ ausgelöst werden - bspw. „Tür öffnen“.<sup>22</sup>

Eine Stimme kann jedoch je nach physischem und psychischem Zustand einer Person sehr unterschiedlich ausfallen. Wird die Toleranz dieses Systems deshalb zu hoch angesetzt, leidet die Sicherheit beträchtlich.<sup>23</sup>

Bei der Personenidentifikation mittels Fingerabdruckverfahren (auch Daktyloskopiesystem genannt) - bekannt aus der Kriminalistik - geht es um den Vergleich der Papillaren und Hautleisten der Fingerspitzen bzw. Fingerkuppen. Dabei berechnet das System aus dem eingelesenen Muster einen Datensatz und vergleicht diesen mit einem gespeicherten Referenzmuster. Moderne Fingerabdruck-ID-Systeme brauchen weniger als eine halbe Sekunde zur Erkennung und Prüfung eines Fingerabdruckes. Das System kann weiterhin erkennen, ob ein lebender Finger vorgelegt wird.<sup>24</sup>

Dieses Verfahren weist sehr viele unterscheidbare Merkmale auf und bietet deshalb ebenfalls Sicherheiten in der Größenordnung von 1 zu 1.000.000. Dass Fingerabdrücke individuell und unverwechselbar sind, weiß die Polizei seit über 100 Jahren - daher genießt dieses Verfahren bezüglich Sicherheit in weiten Kreisen großes Vertrauen. Leider bestehen gerade durch die scheinbare Nähe zur polizeilichen Identifikation noch Hemmungen, ein derartiges Verfahren in breiten Kreisen anzuwenden.<sup>25</sup>

Beide Verfahren eignen sich nicht für Bibliotheken, da es sehr zeitaufwendig wäre, alle Daten von den Personen zu speichern. Die Anschaffungskosten für solch einen Einsatz sind sehr hoch.

---

<sup>22</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 3 ff.

<sup>23</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,

[http://www.ifi.unizh.ch/ikm/Vorlesungen/Sem\\_Sich01/Pilarski2.pdf](http://www.ifi.unizh.ch/ikm/Vorlesungen/Sem_Sich01/Pilarski2.pdf)

<sup>24</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 4 und Internetzugriff am 2005-01-10,

<http://de.wikipedia.org/wiki/Fingerabdruck>

<sup>25</sup> Internetzugriff am 2005-12-12,

<http://www.hda.de>

Die Chipkarte ist eine Plastikkarte im Scheckkartenformat, in die ein Mikroprozessor und ein Speicher integriert sind. Die Kommunikation erfolgt über eine Schnittstelle, die den Datenaustausch mit einem entsprechenden Schreib-Lesegerät erlaubt. Chipkarten gewinnen derzeit durch die Nutzung als Telefonkarten (seit 1984) und elektronische Geldbörse an Bedeutung.<sup>26</sup>

Nach dem Innenleben der Chipkarten werden zwischen zwei Grundtypen unterschieden: Speicher- und Mikroprozessorkarte. Speicherkarten sind meist nur für eine Spezifikation optimiert. Daher werden sie häufig in preissensitiven Massenanwendungen eingesetzt. Ein Beispiel dafür ist die Versichertenkarte der gesetzlichen Krankenkassen. Mikroprozessorkarten hingegen sind flexibel. Moderne Chipkartenbetriebssysteme ermöglichen es hierbei, unterschiedliche Anwendungen in einer einzigen Karte zu integrieren. Karten dieser Art werden bei sehr sicherheitsintensiven Anwendungen eingesetzt. Ein Beispiel hierfür sind Chipkarten für Handys oder die Electronic Cash-Karten (EC-Karten).<sup>27</sup>

Abb. 3: Chipkarte<sup>28</sup>



Vorteilhaft ist zu erwähnen, dass die in den Chipkarten gespeicherten Daten gegen unerwünschte (Lese-) Zugriffe und Manipulationen geschützt werden können. Chipkarten machen nahezu alle Dienstleistungen, die mit Informations- und Geldtransaktionen verbunden sind, einfacher, sicherer und billiger. Der Chipkartenmarkt stellt einen der am schnellsten wachsenden Mikroelektronik-Teilmärkte dar.<sup>29</sup>

Wesentlicher Nachteil der kontaktbehafteten Chipkarten ist die Anfälligkeit der Kontakte für Verschleiß, Korrosion und Verschmutzung. Häufig benutzte Lesegeräte stellen zudem einen

<sup>26</sup> Gabler Wirtschaftslexikon, S. 112

<sup>27</sup> Nicklous, Scott Martin; Welsch, Martin, Intelligente Etiketten, HMD 229, S. 82

<sup>28</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Chipkarte>

<sup>29</sup> Internetzugriff am 2005-01-10,  
<http://www.computec.ch/dokumente/authentifizierung/chipkarten/chipkarten.html>

hohen Kostenfaktor durch Ausfall dar. Frei zugängliche Lesegeräte wie Telefonhäuschen können darüber hinaus nicht gegen Sabotage geschützt werden.<sup>30</sup>

RFID-Systeme sind den zuvor beschriebenen Chipkarten ähnlich. Die Daten werden ebenso auf einen elektronischen Datenträger - dem Transponder<sup>31</sup> - gespeichert. Die Energieversorgung des Datenträgers sowie der Datenaustausch zwischen Datenträger und Lesegerät erfolgt dagegen unter Verwendung magnetischer oder elektromagnetischer Felder. Die technischen Verfahren hierzu stammen aus der Funk- und Radartechnik. Die Bezeichnung RFID steht deshalb für Radio-Frequency-Identification (Identifikation durch Radiowellen). Aktuelles Beispiel für die Eroberung neuer Massenmärkte mittels RFID-Systeme ist der Einsatz kontaktloser Chipkarten als Ticket für den öffentlichen Nahverkehr.<sup>32</sup>

Vorteile der RFID-Systeme liegen darin begründet:

- Kontaktlose Identifikation (auch ohne Sichtkontakt möglich)
- Beliebiges Lesen und Beschreiben des Speichers
- Identifizierung in weniger als einer Sekunde
- Resistent gegen Umwelteinflüsse
- Form und Größe des Transponders sind beliebig anpassbar
- Hohe Sicherheit durch Kopierschutz/Verschlüsselung.<sup>33</sup>

Zu den Problemen der RFID-Technologie zählt die Tatsache, dass der Standardisierungsgrad bisher relativ gering ist, die Akzeptanz bei den Nutzern ungewiss und eine angeregte Diskussion hinsichtlich des Datenschutzes bei Endverbrauchern im Gange ist (Stichwort „gläserner Kunde“). Eine Herausforderung stellt die Realisierung der Verknüpfung mit bestehenden EDV-Systemen und -Strukturen dar.

Ein großer Nachteil von RFID-Etiketten sind die Kosten. Während ein Barcode in einem Buch mit Magnetstreifen nur 0,05 – 0,10 € kostet, liegt der Preis für ein Etikett bis zu 1,- € höher. Durch die ständige Weiterentwicklung und die Nachfrage wird sich die Preisschere verringern. Erst bei sinkenden Preisen wird RFID für Bibliotheken interessant.

---

<sup>30</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 5

<sup>31</sup> wird in Kapitel 3.2 erläutert

<sup>32</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 1-7

<sup>33</sup> Internetzugriff am 2005-05-27,

[http://www.seeburger.com/info/de/index3.php?mk=pl\\_rfid\\_allgemein&url=info](http://www.seeburger.com/info/de/index3.php?mk=pl_rfid_allgemein&url=info)

Ein Vergleich zwischen den aufgeführten Identifikationssystemen stellt die Stärken und Schwächen von RFID zu anderen Systemen dar. Hier zeigt sich die enge Verwandtschaft zwischen kontaktbehafteter Chipkarte und RFID-Systemen. Jedoch werden bei Letzteren alle Nachteile bezüglich der störanfälligen Kontaktierung vermieden.

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Identifikationssysteme<sup>34</sup>

Parameter	Barcode	OCR	Spracherkennung	Biometrie	Chipkarte	RFID-System
Typische Datenmenge/Byte	1 ~ 100	1 ~ 100	-	-	16 ~ 64 k	16 ~ 64 k
Datendichte	gering	gering	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch
Maschinenlesbarkeit	gut	gut	aufwendig	aufwendig	gut	gut
Lesbarkeit durch Personen	bedingt	einfach	schwer	schwer	unmöglich	unmöglich
Einfluss von Nässe und Schmutz	sehr stark	sehr stark	-	-	möglich	kein Einfluss
Einfluss von Abdeckung	totaler Ausfall	totaler Ausfall	-	möglich	-	kein Einfluss
Einfluss von Richtung und Lage	gering	gering	-	-	eine Steckrichtung	kein Einfluss
Abnutzung, Verschleiss	bedingt	bedingt	-	-	Kontakte	kein Einfluss
Anschaffungskosten Elektronik	sehr gering	mittel	sehr hoch	sehr hoch	gering	mittel
Betriebskosten	gering	gering	keine	keine	unmöglich	unmöglich
unbefugbares Kopieren/Ändern	leicht	leicht	möglich (Tonband)	unmöglich	unmöglich	unmöglich
Lesegeschwindigkeit	gering ~ 4 s	gering ~ 3 s	sehr gering > 5 s	sehr gering > 5..10 s	gering ~ 4 s	sehr schnell ~ 0,5 s
max. Entfernung	0 .. 50 cm	< 1 cm	0 .. 50 cm	direkter Kontakt	direkter Kontakt	0 .. 5 m

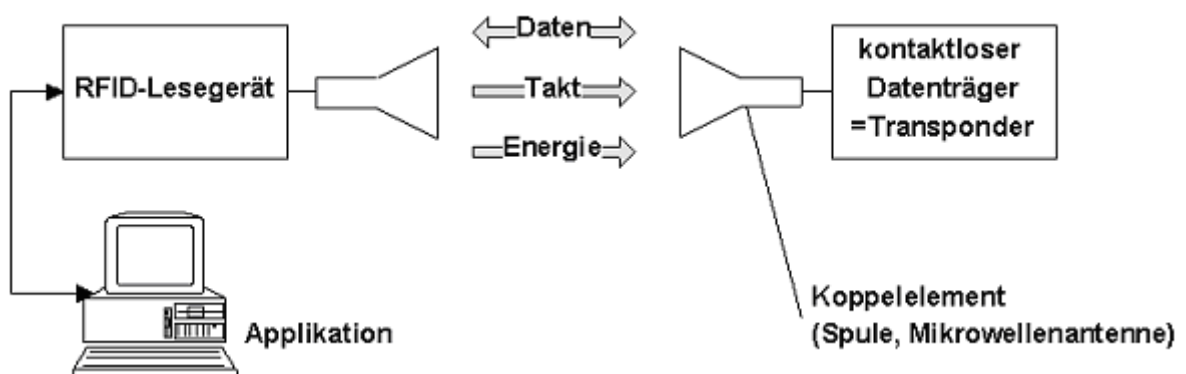
<sup>34</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 8

### 3.2 Bestandteile eines RFID-Systems

Ein RFID-System besteht aus zwei Komponenten:

- dem Transponder - dieser wird an den zu identifizierenden Objekten angebracht;
- dem Erfassungs-/Lesegerät - dieses ist je nach Ausführung und eingesetzter Technologie als Lese- oder Schreib/Lese-Einheit erhältlich.

Abb. 4: Lesegerät und Transponder<sup>35</sup>



Das Lesegerät setzt sich aus einem Hochfrequenzmodul (Sender und Empfänger), einer Kontrolleinheit sowie einem Koppellement zum Transponder zusammen. Des Weiteren verfügen viele Lesegeräte über eine zusätzliche Schnittstelle, um die erhaltenen Daten an ein anderes System (PC, Automatensteuerung...) weiterzugeben.

Der Transponder - eigentlicher Datenträger eines RFID-Systems - besteht gewöhnlich aus einem Koppellement (Spule, Antenne) sowie einem elektronischen Mikrochip. Da dieser in der Regel keine eigene Spannungsversorgung hat, verhält er sich außerhalb des Ansprechbereichs des Lesegerätes vollkommen passiv. Aktiviert wird er erst innerhalb des Ansprechbereichs. Hierbei wird die benötigte Energie durch die Koppelinheit (kontaktlos) zum Transponder übertragen.<sup>36</sup>

Eine direkte Sichtverbindung zwischen Lesegerät und Transponder ist ebenso wie eine bestimmte Ausrichtung von Transponder und Lesegerät zueinander in den meisten Fällen nicht erforderlich.<sup>37</sup>

<sup>35</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 7

<sup>36</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 7

<sup>37</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 7-8



Der Datenträger ist unempfindlich gegen Rauch, Dampf, Flüssigkeiten, diversen Säuren, Verschmutzungen, Beschädigungen, Kälte (-273 °C) und Hitze (1000 °C). Die Lebensdauer eines Transponders ist nahezu unbegrenzt, wenn er keine interne Batterie hat. Außerdem ist er beliebig oft wieder verwendbar.<sup>38</sup>

### 3.3 Unterscheidungsmerkmale von RFID-Systemen

#### 3.3.1 Grundsätzliche Unterscheidungsmerkmale

Um einen Überblick über die vorhandenen RFID-Systeme zu erhalten, ist es sinnvoll, Unterscheidungsmerkmale aufzuzeigen.

Hinsichtlich der Betriebsart werden grundsätzlich zwei Verfahren unterschieden: Voll- (full-duplex, FDX) und Halbduplex-Systeme (half-duplex, HDX), sowie sequenzielle Systeme (SEQ).

Beim Voll- und Halbduplexverfahren wird die Antwort des Transponders bei eingeschaltetem HF-Feld des Lesegerätes übertragen. Bei sequenziellen Verfahren hingegen wird das Feld des Lesegerätes in regelmäßigen Abständen für kurze Zeit ausgeschaltet, d.h. der Transponder erkennt die entstehenden Lücken und benutzt diese zur Datenübertragung. Nachteil dieses Verfahrens liegt im Ausfall der Energieversorgung des Transponders während der Sendepausen des Lesegerätes; ein Ausgleich hierbei erfolgt über den Einbau einer zusätzlichen Energiequelle (Batterie).<sup>39</sup>

Die Datenmenge, die von Transpondern übertragen werden kann, reicht von wenigen Bytes bis hin zu mehreren Kilobytes. Ausnahme bilden die so genannten 1-bit-Transponder: dem Lesegerät werden zwei Zustände übermittelt - „Transponder im Feld“ - oder - „Transponder nicht im Feld“ -. 1-bit-Transponder werden für einfache Überwachungs- und Signalisierungsaufgaben eingesetzt. Aufgrund geringer Herstellkosten dieser Transponder (es wird kein elektronischer Chip benötigt), werden sie in großen Stückzahlen zur Diebstahlsicherung von Waren in Kaufhäusern eingesetzt.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> Internetzugriff am 2004-11-18,  
<http://www.glossar.de>

<sup>39</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 11

<sup>40</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 12

Ein weiterer Unterscheidungspunkt von RFID-Systemen ist die Beschreibbarkeit des Transponders mit Daten. Bei relativ einfachen Systemen wird der Datensatz des Transponders, oftmals eine einfache (Serien-) Nummer, bereits zum Zeitpunkt der Chipherstellung aufgebracht. Dieser kann im Nachhinein nicht verändert werden. Im Gegensatz dazu können beschreibbare Transponder mit Hilfe des Lesegerätes mit Daten beschrieben werden.<sup>41</sup>

RFID-Systeme werden darüber hinaus anhand der Energieversorgung der Transponder unterschieden. Passive Transponder besitzen keine eigene Energieversorgung. Die gesamte Energie zum Betreiben passiver Transponder muss daher dem (elektrischen/magnetischen) Feld des Lesegerätes entnommen werden. Aktive Transponder wiederum besitzen eine eigene Batterie. Diese stellt die Energie zum Betrieb des Mikrochips ganz oder zumindest teilweise zur Verfügung.<sup>42</sup>

Eines der wichtigsten Merkmale von RFID-Systemen ist die Betriebsfrequenz und die daraus resultierende Reichweite des Systems. Als Betriebsfrequenz eines RFID-Systems wird dabei die Frequenz bezeichnet, auf der das Lesegerät sendet. Die Sendefrequenz des Transponders bleibt unberücksichtigt. In den meisten Fällen entspricht sie der Sendefrequenz des Lesegerätes. Generell werden folgende von RFID-Systemen genutzte Sendefrequenzen unterschieden:

- Low Frequency (30 kiloHerz (kHz) - 300 kHz) (geringer Abstand)
- High Frequency bzw. Radio Frequency (3 MegaHerz (MHz) - 30MHz) (bis 1 Meter (m))
- Ultra High Frequency (300 MHz - 3 GigaHerz (GHz)) (2 bis 19 m) und
- Mikrowellen (>3GHz).<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 12-13

<sup>42</sup> Internetzugriff am 2005-02-13,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>

<sup>43</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 13

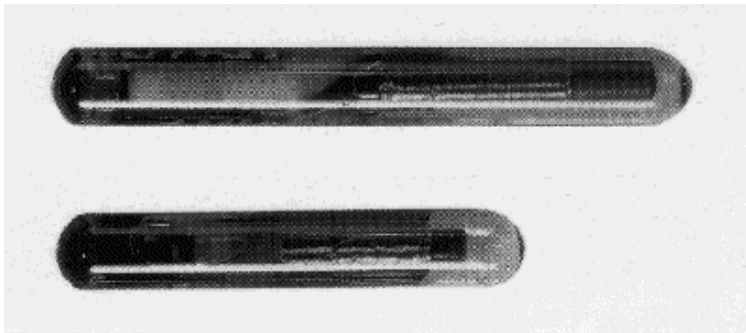
### 3.3.2 Bauformen von Transpondern

RFID-Transponder werden in den unterschiedlichsten, auf die jeweiligen Bedürfnisse des Anwenders angepassten Bauformen angeboten. Aus der Vielfalt heraus möchte ich nachfolgend einen Überblick über die wichtigsten Bauformen von Transpondern geben.

Häufigste Bauform sind die so genannten Disks (Münzen). Hierbei befinden sich die Transponder in einem runden Spritzgussgehäuse (alternativ: Polystyrol), mit Durchmessern von wenigen Millimetern bis zu 10 cm.

Zur Identifizierung von Tieren dienen Glastransponder. Die Transponder, mit einer Länge von 10, 20 oder 30 mm, werden unter der Haut des Tieres platziert. Auf einem Träger befinden sich ein montierter Mikrochip sowie ein Chipkondensator zur Glättung der gewonnenen Versorgungsspannung. Die Transponderspule wird aus einem 0,03 mm dicken Draht auf einen Ferritkern gewickelt.<sup>44</sup>

Abb. 5: Glastransponder<sup>45</sup>



Für Anwendungen mit außerordentlich hohen mechanischen Anforderungen wurde das Plastikgehäuse entwickelt. Dieses Gehäuse wird gern in andere Bauformen integriert, z.B. in Autoschlüssel für elektronische Wegfahrsperrern. Das Plastikgehäuse ähnelt dem Aufbau eines Glastransponders; hat aber durch die längere Spule eine größere Funktionsreichweite. Weitere

<sup>44</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 14-15, Internetzugriff am 2005-02-13, <http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>

<sup>45</sup> Internetzugriff am 2004-12-20 <http://www.texasinstrument.de>

Vorteile liegen in der Aufnahmefähigkeit von größeren Mikrochips sowie der hohen Belastungsfähigkeit gegenüber mechanischen Vibrationen.<sup>46</sup>

Für Türschließsysteme mit extrem hohen Sicherheitsanforderungen, aber auch für Anwendungen der Wegfahrsperrung, werden Transponder ebenso in mechanische Schlüssel integriert. Als Ausgangsbasis dient hier in der Regel ein Transponder im Plasticpackage, welcher in den Schlüsselknopf eingespritzt wird.<sup>47</sup>

Neben der Uhr mit integriertem Transponder als kontaktlose Zutrittsberechtigung hat sich in der Vergangenheit auch der so genannte „Smart Label“ - eine papierdünne Transponderbauform - durchgesetzt. Bekannt unter anderem vom fliegen werden diese flexiblen Selbstklebelabel bspw. am Fluggepäck angebracht. Die Transponderspule wird hierbei auf eine nur 0,1 mm dicke Plastikfolie mit Siebdruck oder Ätztechnik aufgetragen. Dabei wird die Folie meist mit einer Papierschicht laminiert und auf der Rückseite mit einem Kleber versehen. Als Hybridsystem können die Klebeetiketten im Nachhinein einfach bedruckt werden, so dass zudem die gespeicherten Daten mit Hilfe eines zusätzlichen Barcodes auf der Vorderseite leicht verknüpft werden können.<sup>48</sup>

Abb. 6: Smart Labels<sup>49</sup>



Bei RFID-Systemen erlangen kontaktlose RFID-Chipkarten eine immer größer werdende Bedeutung. Die Bauform aller ID- und Chipkarten ist in DIN 7810 geregelt - danach ist die

<sup>46</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 14-15,  
Internetzugriff am 2005-02-13,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>

<sup>47</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 17

<sup>48</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 18,  
Internetzugriff am 2005-02-13,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>

<sup>49</sup> Internetzugriff am 2004-12-20,  
<http://www.halbach.com/rfid/e5de.html>

Abmessung einer Chipkarte mit 85,46 mm x 53,92 mm x 0,76 mm (+/- Toleranzen) festgelegt.

Vorteil dieser weit verbreiteten Sonderbauform des Transponders besteht in der großen Spulenfläche, wodurch sich bei den Chipkarten hohe Reichweiten ergeben. Eine besondere Herausforderung für die Herstellung dieser Chipkarten stellt jedoch die geforderte Dicke von 0,76 mm dar, denn hierdurch werden die möglichen Abmessungen von Transponderspulen und Chipmodul stark eingeschränkt.<sup>50</sup>

### 3.3.3 Frequenz, Reichweite und Kopplung

Bedeutende Kriterien zur Unterscheidung von RFID-Systemen sind die Betriebsfrequenz des Lesegerätes, das physikalische Kopplungsverfahren sowie die Reichweite des Systems.

RFID-Systeme werden wie bereits beschrieben auf unterschiedlichen Frequenzen (Langwelle - Mikrowellenbereich) betrieben. Bei der physikalischen Kopplung kommen elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (Radiowellen im klassischen Sinne) zum Einsatz. Die erzielbare Reichweite der Systeme variiert schließlich von wenigen mm bis hin zu 15 m und mehr.

RFID-Systeme mit sehr kleinen Reichweiten (bis zu 1 cm) werden als Close-coupling-Systeme bezeichnet. Hierbei müssen die Transponder zum Betrieb in ein Lesegerät eingesteckt oder auf einer dafür vorhergesehenen Oberfläche positioniert werden. Zur Kopplung verwenden diese Systeme sowohl elektrische als auch magnetische Felder. Da zum Betrieb der Transponder keine Felder abgestrahlt werden müssen, können Close-coupling-Systeme theoretisch auf beliebigen Frequenzen betrieben werden (zwischen DC und 30 MHz). Dies ermöglicht die Bereitstellung größerer Energiemengen.

Close-coupling-Systeme werden überwiegend in Anwendungen mit großen Sicherheitsanforderungen eingesetzt, die keine großen Reichweiten erfordern - Beispiele hierfür sind elektronische Türschließenanlagen oder kontaktlose Chipkartensysteme mit Zahlungsfunktionen.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 18-21

<sup>51</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 22

RFID-Systeme mit Schreib- und Lesereichweiten bis zu 1m bezeichnet man als Remote-coupling-Systeme. Nahezu allen dieser Systeme ist eine induktive (magnetische) Kopplung gemeinsam - in der Praxis werden sie ebenso als induktive Funkanlagen benannt. Wenige Systeme bestehen daneben mit kapazitiver (elektrischer) Kopplung. Der weitaus größte Teil verkaufter RFID-Systeme (mindestens 90%) arbeitet nach dem Prinzip der induktiven Kopplung.

Für diverse Standardanwendungen wie kontaktlose Chipkarten oder Tier-Identifikationen gibt es ferner eine Reihe von Normen<sup>52</sup>, welche die technischen Parameter der Transponder und Lesegeräte regeln. Remote-coupling-Systeme können auf Sendefrequenzen unter 135 kHz oder 13,56 MHz betrieben werden.<sup>53</sup>

Als Long-range-Systeme werden RFID-Systeme mit Reichweiten deutlich über 1m bezeichnet. Diese Systeme arbeiten ausschließlich mit elektromagnetischen Wellen im UHF und Mikrowellenbereich. Die vorwiegende Mehrheit dieser Systeme wird nach ihrem physikalischen Funktionsprinzip als Backscatter-System bezeichnet. Mit passiven (batterielosen) Backscatter-Transpondern können heutzutage Reichweiten bis zu 3 m gewonnen werden. Aktive (mit Batterie) Backscatter-Transponder erzielen dagegen Reichweiten bis zu 15m und mehr. Hierbei dient die Batterie einzig der Versorgung des Mikrochips sowie dem Erhalt der gespeicherten Daten. Die Energie des elektromagnetischen Feldes wird ausschließlich zur Datenübertragung zwischen Transponder und Lesegerät eingesetzt.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> ISO 14443 - kontaktlose Chipkarten; ISO 15693 - Smart Label

<sup>53</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 22-23

<sup>54</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 23

### 3.4 Funkzulassungsvorschriften

Wie zuvor erwähnt, erzeugen und strahlen RFID-Systeme elektromagnetische Wellen ab. Sie werden rechtlich als Funkanlagen betrachtet. Andere Funkdienste wie Ton- und Fernsehgrundfunk, mobile Funkdienste (Polizei, Sicherheitsdienste etc.), Flugdienst oder mobile Telefone dürfen durch den RFID-Betrieb nicht beeinträchtigt werden. Aus diesem Grunde kann die Arbeitsfrequenz für ein RFID-System nicht beliebig frei gewählt werden.

Grundsätzlich können nur Frequenzbereiche benutzt werden, die speziell für industrielle, wissenschaftliche oder medizinische Anwendungen freigehalten wurden. Hierbei handelt es sich um **Industrial-Scientific-Medical-Frequenzbereiche (ISM)**<sup>55</sup>, die weltweit verfügbar sind.

Die Nutzung der Frequenzbereiche ist lizenzfrei möglich; für ihre Nutzung müssen keine Gebühren entrichtet werden. Dieser Umstand ermöglicht es den Herstellern, relativ preiswerte drahtlose Geräte wie z.B. Funk-Kopfhörer, -Thermometer, -Alarmanlagen oder -Lichtschalter auf den Markt zu bringen.

Der Nachteil besteht darin, dass inzwischen einige Frequenzbereiche wie das 433-MHz-Band sowie das 2400-MHz-Band sehr stark genutzt sind und es somit zu Störungen zwischen den einzelnen Geräten kommen kann.

Bekannte ISM-Frequenzbänder sind bspw:

- 13,5-kHz-Band                      Funketiketten (Smart Tags)
- 40,6-MHz-Band                     Modellbau-Fernsteuerungen
- 433-MHz-Band                      Funk-Thermometer
- 433-MHz-Band                      Funk-Schalter, wie z.B. Autoschlüssel
- 868-MHz-Band                      Funk-Kopfhörer
- 2400-MHz-Band                     Drahtlose Videokameras
- 2400-MHz-Band                     WLAN (nach IEEE 802.11b / IEEE 802.11g)
- 2400-MHz-Band                     Bluetooth<sup>56</sup>

---

<sup>55</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 165

<sup>56</sup> Internetzugriff am 2005-02-14,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_Scientific\\_and\\_Medical](http://de.wikipedia.org/wiki/Industrial_Scientific_and_Medical)

Neben diesen ISM-Frequenzen ist ferner der gesamte Frequenzbereich unter 135 kHz für RFID-Systeme geeignet.

Grundlage nationaler Regulierungsvorschriften für Funkanlagen in Europa bilden die Empfehlungen des European Radiocommunications Committee (ERC).<sup>57</sup> Für RFID-Systeme kommt dabei die ERC 70-03 (Short Range Devices)<sup>58</sup> zur Geltung.

In diesem Zusammenhang beschlossen bereits im Oktober 1997 44 Mitgliedstaaten der CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunication)<sup>59</sup> ein Harmonisierungsdokument, wonach nationale Regulierungen für Short Range Devices durch harmonisierte europäische Regulierungen abgelöst werden.<sup>60</sup>

Die ERC 70-03 definiert u.a. Frequenzbänder und Leistungspegel. So werden bspw. Frequenzbereiche und zugelassene Sendeleistungen für Short Range Devices in unterschiedlichen Anwendungen wie Eisenbahnverkehr, Verkehrstelematik, Fahrzeugidentifikation, induktive Funkanlagen und RFID-Systeme beschrieben.

In allen Mitgliedstaaten der EU, einschließlich den Mitgliedstaaten der CEPT, welche die EU-Richtlinie 1999/5/EG („Richtlinie für Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen“) anwenden, können Short Range Devices ohne weitere Genehmigung in Betrieb genommen werden, sofern diese mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet werden und nationale Restriktionen der Regulierung in den jeweiligen Mitgliedstaaten nicht verletzen.<sup>61</sup>

Seit Sommer 2000 wird in der Bundesrepublik Deutschland die Zulassung von RFID-Systemen durch zwei Verfügungen (RegTP-61-00, RegTP-73-00) der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) geregelt.

In diesem Zusammenhang sei ebenso die Erarbeitung von Normen bezüglich RFID-Systemen erwähnt. Diese obliegt den technischen Komitees der ISO. Die ISO ist eine weltweite

---

<sup>57</sup> Das ERC setzt sich aus Vertretern der für das Funkwesen zuständigen Behörden aller Mitgliedstaaten der CEPT zusammen.

<sup>58</sup> Short Range Devices sind eine weitere Bezeichnung für induktive Funkanlagen mit einer durchschnittlichen Reichweite von 1 m.

<sup>59</sup> Europäisches Gremium zur Festlegung von Normen für die Telekommunikation.

<sup>60</sup> Internetzugriff am 2005-02-13,  
<http://www.ero.dk/documentation/docs/doc98/official/pdf/REC7003E.PDF>

<sup>61</sup> Internetzugriff am 2005-01-25,  
<http://europa.eu.int/comm/enterprise/-newapproach/legislation/guide/legislation.htm> und  
[http://europa.eu.int/comm/enterprise/electr\\_equipment/emc/faq.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/electr_equipment/emc/faq.htm)



Vereinigung nationaler Normungsinstitute, wie DIN (Deutschland) oder ANSI (USA). Normen werden temporär dem technischen Stand angepasst und unterliegen somit Änderungen.

Die nachstehende Tabelle gibt zusammenfassend eine Übersicht über die verschiedenen RFID-Systeme und ihre Einsatzgebiete:

Tab. 2: Übersicht über verschiedene RFID-Systeme und deren Einsatzgebiete<sup>62</sup>

RFID-Systeme				
	Niederfrequenz 125 kHz - 135 kHz	Hochfrequenz 13,56 MHz	Ultrahochfrequenz 860 MHz - 960 MHz	Mirkowelle 3 GHz
Energieversorgung	Passiv	Passiv	Passiv und Aktiv	Passiv und Aktiv
Datenspeicherung	Read Only / Read Write	Fast ausschliesslich Read / Write	Read Only / Read Write	Read Only / Read Write
Speicherkapazität	bis 2 kBit	bis 2 kBit	bis 256 kBit bei aktiven Systemen	bis 256 kBit bei aktiven Systemen
Reichweiten	weniger als 1 m	max. 1,70 m	max. ca. 6 m (passiv) max. 100 m (aktiv)	max. ca. 6 m (passiv) max. 100 m (aktiv)
Pulkfähigkeit	Technisch möglich, selten realisiert	Möglich	Möglich	Möglich
Übertragungsraten	Niedrig	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Normen	ISO 11785, ISO 18000-2	ISO 14443, ISO 15963, ISO 18000-3	ISO 18000-6, EPC Global Class 0,1	ISO 18000-4
Bauformen	Disc, Glasröhrchen, Stick, Nagelform, Coin, Karte	Label, Coin, Karte, Disc	Label, Kunststoff-Gehäuse	Label, Kunststoff-Gehäuse
Einsatzgebiete	Abfallentsorgung, Tieridentifikation, Wegfahrsperre, Ticket, Zutrittskontrolle	Bibliotheken-systeme, Zutrittskontrolle, Ticketing	Mauterfassung, Zufahrtskontrolle, Lagerplatzidentifikation	Mauterfassung, Zufahrtskontrolle, Lagerplatzidentifikation

<sup>62</sup> Internetzugriff am 2005-01-23

[http://www.elog-center.de/service/downloads/broschueren/RFID\\_Broschuere\\_02112004.pdf](http://www.elog-center.de/service/downloads/broschueren/RFID_Broschuere_02112004.pdf)

### 3.5 Sicherheit

RFID-Systeme werden in Zukunft verstärkt in sicherheitsrelevanten Anwendungen (Zutrittssysteme, Ticketing, Kleingeldbörse) eingesetzt. Hierbei muss immer mit potenziellen Angriffen gerechnet werden, bei denen versucht wird, RFID-Systeme „zu überlisten“ und sich damit unerlaubten Zutritt zu Gebäuden oder einen unbezahlten Zugriff auf Dienstleistungen zu verschaffen.<sup>63</sup>

In Bezug auf sicherheitsrelevante RFID-Systeme müssen grundlegende Angriffsversuche abgewehrt werden:

- unberechtigtes Auslesen eines Datenträgers zum Vervielfältigen und/oder Verändern der Daten;
- Einbringen eines applikationsfremden Datenträgers in den Lesebereich eines Lesegerätes mit dem Ziel, unbefugten Zutritt oder Leistungen zu erlangen;
- Abhören der Funkverbindung und Wiedervorspielen der Daten zum Zwecke der Vortäuschung eines realen Datenträgers.<sup>64</sup>

Die Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder fordern Hersteller von RFID-Systemen, die Produzenten von RFID gekennzeichneten Waren und den Handel auf:

- RFID-Etiketten so zu gestalten, dass eine Löschung der Daten auf den RFID-Chips einschließlich der aufgebrachtene eindeutigen Seriennummer oder ihre problemlose Entfernung von den Produkten möglich ist,
- in RFID-Chips wirksame Blockierungsmechanismen vorzuhalten, so dass anonymes Kaufen weiterhin möglich ist,
- die Systeme so zu gestalten, dass es nicht möglich ist, über Hintergrundsysteme unbemerkt und ungewollt Profile von Kundinnen und Kunden zu erstellen.

Sollen RFIDs in Identifikationssystemen wie Ausweisen, Geldkarten oder als Echtheitsmerkmal bspw. in Geldscheinen eingesetzt werden, sollte dies nur erfolgen, wenn zuvor Technikfolgenabschätzungen vorgenommen werden, d.h. Risiken und Nutzen müssen

---

<sup>63</sup> Kuri, Jürgen, Im Fadenkreuz - Datenschutz und RFID, c't 6/ 2004, S. 135

<sup>64</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 225

gegeneinander abgewogen werden. Hierbei sollte ausdrücklich nur die Technik eingesetzt werden, die durch ihre Merkmale die Anonymität oder Nichtverfolgbarkeit der Personen am meisten schützt und demzufolge die Furcht vor permanenter Überwachung und Kontrolle nimmt.

Nur durch einen transparenten Umgang mit der RFID-Technologie können auch zukünftig die in den Datenschutzgesetzen geforderte Zweckbindung, Datensparsamkeit und Vertraulichkeit bei personenbezogenen Daten sichergestellt werden. Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung muss auch beim Einsatz von miniaturisierten und in Produkte oder Identifikationssysteme eingebetteten IT-Systemen gewährleistet bleiben.<sup>65</sup>

---

<sup>65</sup> Internetzugriff am 2005-05-28,  
[http://www.lfd.nrw.de/pressestelle/download/dsb\\_2005.pdf](http://www.lfd.nrw.de/pressestelle/download/dsb_2005.pdf)

## 4. RFID-Systeme für Bibliotheken

### 4.1 Allgemeines

Bei einem RFID-System (siehe Kap. 3) werden die Daten auf einen elektronischen Datenträger - dem Transponder - gespeichert. Die Energieversorgung des Datenträgers erfolgt unter Verwendung magnetischer oder elektromagnetischer Felder. RFID-Systeme bestehen immer aus den zwei Teilen: Transponder und Erfassungs- oder Lesegerät. Der Transponder befindet sich am zu identifizierenden Objekt, das Lesegerät ist zumeist stationär an der Stelle, an der die Identifikation stattfinden soll, positioniert.<sup>66</sup>

Transponder gibt es in vielen verschiedenen Bauformen. In Bibliotheken werden sie als Etiketten verwendet. Ein RFID-Etikett, auch als „Smart Label“ bezeichnet, besteht aus vier Teilen:

- dem Chip, auf dem Informationen über das Objekt, an dem das RFID-Etikett befestigt ist, gespeichert sind<sup>67</sup>,
- der Antenne, die auf einer Folie aufgebracht ist sowie
- dem Obermaterial aus Papier oder Kunststoff und
- dem Untermaterial, dem sog. Releas-Liner.

Bei dem RFID-System mit Etiketten handelt es sich um eine so genannte induktive Funkanlage, die mindestens 90% aller RFID-Systeme ausmacht.<sup>68</sup> Der Transponder einer induktiven Funkanlage besitzt keine eigene Energieversorgung, sondern er wird vom Lesegerät durch induktive Kopplung mit Energie versorgt. Außerhalb des Ansprechbereichs eines Lesegerätes verhält sich der Transponder passiv. Er sendet erst dann Informationen aus, wenn er in den Ansprechbereich gelangt. Erst die Energieversorgung durch induktive Kopplung macht Transponder in Form von RFID-Etiketten für Bibliotheken langfristig nutzbar. Transponderetiketten, die mit Batterien ausgestattet wären, wären aufgrund ihrer begrenzten Lebensdauer nicht einsetzbar und dementsprechend auch zu preisintensiv.<sup>69</sup> Daher muss das Lesegerät an eine Energieversorgung angeschlossen sein. Des weiteren besitzt es

---

<sup>66</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 6 ff und Kern, Christian, Radio-Frequenz-Identifikation zur Sicherung und Verbuchung von Medien in Bibliotheken, Verlag Neuer Merkur GmbH, ABI-Technik, 22 (2002) H. 3, S. 249

<sup>67</sup> Niesner, Stefan: Bestandsrevision mit dem Lesestift - RFID-Systeme zur Medienidentifikation in Bibliotheken, BUB Forum für Bibliotheken, Bock + HERCHEN Verlag, Heft 3, März 2004, S. 216

<sup>68</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 22

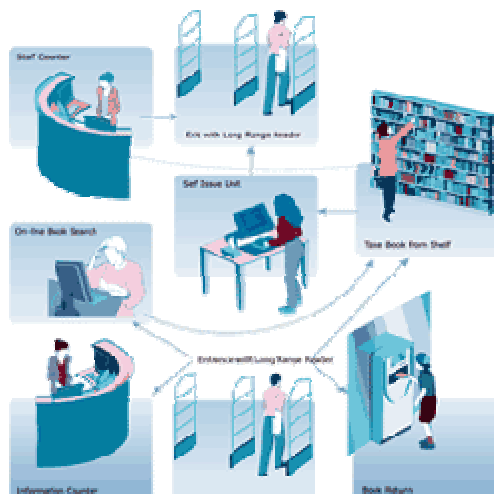
<sup>69</sup> Kern, Christian, RFID erschafft keinen Gläsernen Leser, Verlag Neuer Merkur GmbH, ABI-Technik, 24 (2004) H. 3, S. 226

eine Schnittstelle, um die erhaltenen Daten an ein anderes System (PC) weiterzuleiten bzw. um Daten aus diesem System an den Transponder zu übermitteln.<sup>70</sup> Diese Übermittlung erfolgt allgemein durch Wellen auf Frequenzen von 135 kHz bis 5,8 GHz. Für RFID-Etiketten wird eine Frequenz von 13,56 MHz verwendet. Die Wellen dieser Frequenz haben je nach Stärke und Bauart des Lesegerätes eine Reichweite von bis zu einem Meter, ihre maximale Reichweite beträgt 3,5 m.<sup>71</sup>

#### 4.2 Anforderungen von Bibliotheken an RFID-Systeme

Nachfolgend wird ein RFID-System in einer Bibliothek anhand der Nachverfolgung des „Besucherweges“ aus Sicht des Besuchers dargestellt, um anschließend die erforderlichen technischen Voraussetzungen des o.g. Systems näher zu erläutern.

Abb. 7: Besucherkreislauf in der Bibliothek<sup>72</sup>



Der „Besucherweg“ beginnt mit dem Betreten der Bibliothek durch die Sicherungsschranke, die ebenso als Ausgang dient. Der Bibliotheksbesucher hat verschiedene Möglichkeiten, die Bibliothek zu nutzen - er wird im häufigsten Fall direkt zum Bücherregal bzw. zur Buchrückgabe gehen oder einen OPAC-Platz benutzen.

Hat sich der Besucher für die Ausleihe eines Buches entschieden, entnimmt er das Buch aus dem Regal und geht entweder zum Selbstverbuchungs- oder zum Personalverbuchungsplatz.

<sup>70</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 7

<sup>71</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 71

<sup>72</sup> Internetzugriff am 2005-01-24

<http://www.bibliotheca-rfid.com/index.php?nav=29,36>

Am Selbstverbuchungsplatz ist ein RFID-Lesegerät integriert. Mit Hilfe seiner Benutzerkarte kann sich der Besucher anmelden. Danach legt er das Buch auf die Selbstverbuchungsstation. Es findet nun eine Freischaltung der RFID-Chips statt; es wird von „in der Bibliothek“ auf „ausgeliehen“ programmiert.

Wer die Selbstverbuchung nicht in Anspruch nehmen will, kann seine Bücher an der Personalthek verbuchen lassen. Geht der Benutzer danach durch den Durchgangsleser am Ausgang, wird kein Alarm ausgelöst. Dies bedeutet jedoch für den umgekehrten Fall, d.h. sofern eine ordnungsgemäße Buchverbuchung nicht stattfand, dass ein Alarmsignal ertönt.<sup>73</sup>

#### 4.2.1 Pulkverarbeitung

Ein RFID-Lesegerät ist aufgrund seiner Antikollisionsfunktion (oder Pulkfähigkeit) in der Lage, mehrere in seinem Ansprechbereich befindliche Transponder gleichzeitig zu erfassen und dabei unabhängig voneinander zu lesen oder zu beschreiben.<sup>74</sup>

Bisher war es problematisch, wenn sich mehrere RFID-Etiketten gleichzeitig im Lesebereich befanden und ihre Identifikationsnummer an das Lesegerät gesendet wurde. Da alle Etiketten eines bestimmten Typs im selben Frequenzbereich senden, überlagerten sich deren Signale und das Lesegerät konnte keines der Etiketten identifizieren (sog. Kollision). Ein Lesegerät muss daher mit einem Selektionsverfahren dafür sorgen, dass die Etiketten ihre Informationen einzeln senden. Für Anwendungsfälle, bei denen sich die Anwesenheit mehrerer RFID-Etiketten nicht ausschließen lässt oder bei denen dies sogar erwünscht ist (Pulkerkennung), kommen Antikollisionsverfahren<sup>75</sup> zur Anwendung.

Die Eigenschaft der Pulkverarbeitung ermöglicht es in Bibliotheken, mehrere Medien oder alle Teile eines Medienpaketes zu ein- und demselben Zeitpunkt zu verbuchen.

---

<sup>73</sup> Kern, Christian, 2002, S. 249 - 250

<sup>74</sup> Internetzugriff am 2005-01-27,  
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/51303>

<sup>75</sup> In der Praxis werden hauptsächlich das transpondergesteuerte Aloha-Verfahren, das leserätgesteuerte Tree-Walking-Verfahren sowie das Frequenzmultiplex-Verfahren angewendet. Hersteller von RFID-Systemen geben nicht preis, mit welchen Verfahren gearbeitet wird.

#### 4.2.2 Übertragung auf Distanzen

Die Daten in einem RFID-System können aus der Distanz gelesen werden. Zwischen dem Transponder und dem Lesegerät ist keine direkte Sichtverbindung erforderlich, da sich die Daten durch nichtmetallische Materialien hindurch übertragen lassen.<sup>76</sup> Diese Eigenschaft hat zur Folge, dass bei einer Verbuchung von Material, Medienpakete oder Bücher mit Medienbeilagen nicht mehr geöffnet werden müssen. Ebenso kann eine Revision<sup>77</sup> durchgeführt werden, ohne dass die Medien aus dem Regal herauszunehmen sind. Es ist außerdem möglich, Lesegeräte unter dem Tisch zu montieren, um die Präsenznutzung zu messen.

Nachteilig zu erwähnen ist, dass die Kommunikation zwischen Lesegerät und Transponder erschwert werden kann, wenn das Magnetfeld des Lesegeräts durch die Verwendung von Metall stark gehemmt wird.<sup>78</sup> Somit kann ein Transponder in der Weise abgeschirmt werden, indem das Objekt, an oder in welchem er sich befindet, bspw. mit Aluminiumfolie umwickelt wird.

#### 4.2.3 Veränderbarkeit der Daten

Es ist möglich, sowohl Daten aus dem Chip auszulesen, als auch Daten auf ihn zu schreiben. Welche Daten auf dem Chip enthalten sind und welche davon verändert werden können und welche nicht, hängt vom jeweiligen Datenmodell ab. Durch die Speicherkapazität des Chips existiert eine physikalische Obergrenze. Sowohl Datenmodell als auch Speicherkapazität variieren je nach Hersteller.

In Bibliotheken ist diese Eigenschaft für die Diebstahlsicherung unentbehrlich, weil bei dieser ein bestimmtes Bit (Sicherungsbit) auf dem Chip aktiviert oder deaktiviert werden muss. Für eine Verwendung innerhalb des Geschäftsgangs oder der Medien-Verwertungskette wird ebenfalls ein wiederbeschreibbarer Chip benötigt.

---

<sup>76</sup> Kern, Christian, 2002, S. 249

<sup>77</sup> Revision, lt. Duden: Durchsicht bzw. Prüfung

<sup>78</sup> Finkenzeller, Klaus, 2002, S. 113



## 4.3 Komponenten

Ein RFID-System besteht aus:

- den Etiketten als Informationsträgern,
- verschiedenen Typen von Lesegeräten, die nach Reichweite und Funktion unterschieden werden können sowie
- einem Anwendungsserver oder „Application Server“.<sup>79</sup>

### 4.3.1 Etikett

Hauptbestandteil des vorgestellten RFID-Systems bildet das RFID-Etikett. Es enthält neben dem Chip eine speziell abgestimmte Aluminiumantenne, um Radiowellen auszusenden und dabei eine möglichst große Lesereichweite zu erzielen. Die Eignung dieses RFID-Etiketts für die Bibliotheksanwendung hängt maßgeblich von der Auswahl der Antenne und die Art der Aufbringung des Chips ab.

RFID-Etiketten können nicht nur auf Bücher, sondern auf sämtliche Medien wie Zeitschriften, Musikkassetten, Videos, CD's<sup>80</sup>, DVD's etc. angebracht werden. Zu berücksichtigen ist, dass auf zusätzliche magnetisierbare Elemente (wie bspw. der Sicherungstreifen, der sich früher auf der CD-Hülle befand) verzichtet wird. Dieser Verzicht hat zur Folge, dass Videos nicht unbeabsichtigt entmagnetisiert werden.<sup>81</sup> RFID-Etiketten können bereits vor dem Erwerb durch die Bibliothek in oder an einem Medium angebracht werden.

---

<sup>79</sup> Internetzugriff am 2005-01-24

<http://www.bibliotheca-rfid.com/index.php?nav=29,36>

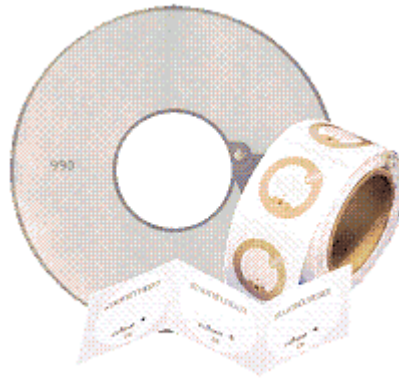
<sup>80</sup> vgl. FN 68

<sup>81</sup> Kern, Christian, 2002, S. 254 u. Holt, Glen E.: Selbstbedienung in der hybriden Bibliothek, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, 2002, S. 29

Abb. 8: Buch-Etikett<sup>82</sup>



Abb. 9: CD-Etikett<sup>83</sup>



Die Unbrauchbarkeit von solchen RFID-Etiketten kann in zwei Fällen eintreten: Zum einen kann die Antenne zerschnitten und zum anderen der Chip zerstört werden. Zur Lösung des Problems kann man das Etikett durch den Einband oder einen Aufkleber abdecken. Bei RFID-Etiketten der ersten Generation, die eine veraltete Methode des Bonding (Verbinden des Chips mit der Antenne) benutzen, kann die Position des Chips sehr leicht an einer kleinen Erhöhung festgestellt werden. Dadurch ist der Chip gegenüber direktem Druck sehr empfindlich. Beim Einwurf in eine Buchklappe kann es passieren, dass der Chip oder das Bonding zerstört werden. Dies ist in geringerem Maße auch noch für Etiketten späterer Generation der Fall. Das Innenleben des Etiketts ist klar zu erkennen, so dass die Position des Chips auch ohne Erhöhung relativ einfach zu orten ist. Ein potenzieller Dieb könnte somit den Chip durch punktuellen Druck eventuell mit Hilfe eines Gegenstandes zerstören.<sup>84</sup>

<sup>82</sup> Internetzugriff am 2005-02-03

<http://www.ekz.de/rfid.htm>

<sup>83</sup> Heutige Ansicht einer mit einem RFID-Etikett versehenen CD.

Internetzugriff am 2005-02-03

<http://www.bibliotheca-rfid.com/index.php?nav=29,83>

<sup>84</sup> Kern, Christian, 2002, S. 253

#### 4.3.2 Lesegerät

Im Rahmen der Nutzung von RFID-Systemen in Bibliotheken, werden unterschiedliche Lesegeräte für verschiedene Aufgabengebiete eingesetzt. Ein RFID-Lesegerät besteht aus einer Antenne zum Senden und Empfangen der Radiosignale und einer Übertragungseinheit, für die Verarbeitung der Signale. Eine Unterteilung der unterschiedlichen Lesegeräte wird aufgrund der Reichweite ihres Lesefeldes vorgenommen. Es gibt:

- Lesegeräte mit großer Reichweite (ca. 45 cm),
- Lesegeräte mit mittlerer Reichweite (ca. 30 cm) und
- Lesegeräte mit geringer Reichweite (ca. 10 cm).<sup>85</sup>

Das Lesegerät mit großer Reichweite wird in Bibliotheken als Ein- bzw. Ausgangsschleuse (siehe Abb. 10) eingesetzt. Diese besteht aus zwei oder mehr parallel zueinander ausgerichteten Antennen, die im Boden fest verankert sind. Aufgrund der hohen Lesereichweite können alle Medien ermittelt werden, die mit einem Chip etikettiert sind und nicht korrekt ausgebucht wurden.<sup>86</sup> Der Durchgangsleser übt folglich die Funktion der Diebstahlsicherung aus.

Abb. 10: Lesegerät mit großer Reichweite als Ein- bzw. Ausgangsschleuse<sup>87</sup>



Die Antenne des Lesegerätes mit mittlerer Reichweite ist flach und etwa so groß wie ein Blatt Papier im Format DIN A4 (siehe Abb. 11). In Bibliotheken wird dieses Gerät für Personal-

---

<sup>85</sup> Kern, Christian, 2002, S. 249

<sup>86</sup> Kern, Christian, 2002, S. 252

<sup>87</sup> Internetzugriff am 2005-02-03  
<http://www.ekz.de/rfid.htm>

und Selbstverbuchungsplätze sowie in Medienrückgabeautomaten und Mediensortieranlagen eingesetzt.

Abb. 11: Lesegerät mit mittlerer Reichweite (rechts) und Übertragungseinheit (links)<sup>88</sup>



Eine spezielle Einsatzform für das Lesegerät mittlerer Reichweite ist die Einarbeitungsstation. Sie dient sowohl dem Umeticketieren von Medien, die bereits im Bestand der Bibliothek vorhanden sind, als auch dem erstmaligen Kennzeichnen von Medien mit RFID-Etiketten. Die Ausstattung der bestehenden Bücher kann stationär oder auch mobil, mittels eines Rollwagens, der zwischen den Regalen hindurch gefahren wird und sämtliche erforderlichen Teile für die Etikettierung enthält, vorgenommen werden.<sup>89</sup> Bei der Erstausrüstung der Medien kann ein RFID-Drucker als technisches Hilfsmittel verwendet werden. Dieser enthält zusätzlich zum Druckwerk ein RFID-Lesegerät. Seine wichtigste Aufgabe ist es, das RFID-Etikett auf sein Funktionieren zu überprüfen. Außerdem kann mit dem Druckwerk ein zusätzlicher Strichcode oder ein Bibliothekslogo auf das RFID-Etikett gedruckt werden.<sup>90</sup> Wird ein solcher Drucker verwendet, ist der Bezug der Etiketten von einem Dienstleistungsunternehmen nicht mehr erforderlich.

Das Lesegerät mit geringer Reichweite (siehe Abb. 12) wird in Bibliotheken als mobiles Handlesegerät bei der Revision eingesetzt. Die Antenne ist an einen Handheld-PC angeschlossen, mit dessen Hilfe Daten gesammelt und geprüft werden können.

---

<sup>88</sup> Internetzugriff am 2005-02-09  
<http://www.bibliotheca-rfid.com/index.php?nav=29,99>

<sup>89</sup> Kern, Christian, 2002, S. 252 - 253

<sup>90</sup> Kern, Christian, 2002, S. 253

Abb. 12: Digitaler Bibliotheks-Assistent mit geringer Reichweite<sup>91</sup>



#### 4.3.3 Anwendungsserver und Bibliothekssoftware

Es ist notwendig, die Komponenten des RFID-Systems an die Bibliothekssoftware anzubinden, da zwischen der Datenbank der Bibliothekssoftware und den RFID-Etiketten Daten ausgetauscht werden müssen. Dieser Austausch erfolgt über eines der folgenden, auf TCP/IP basierenden Protokolle:

- SIP2 (Standard Interchange Protocol Version 2, entwickelt von 3M Inc.),
- SLNP (Simple Library Network Protocol, entwickelt von der Sisis Informationssysteme GmbH) und
- NCIP (NISO Circulation Interchange Protocol, entwickelt von der NISO).<sup>92</sup>

Zum Austausch von Daten kommuniziert die Bibliothekssoftware entweder direkt oder indirekt über einen Anwendungsserver mit dem RFID-System. Bei einer direkten Kommunikation ist es erforderlich, die Bibliothekssoftware an die Gegebenheiten des RFID-Systems anzupassen. Die Software muss also umprogrammiert werden. Über einen Anwendungsserver erfolgt die indirekte Kommunikation mit einer speziellen, auf diesem Server laufenden Software. Diese kann während eines Ausfalls der Bibliothekssoftware als Zwischenspeicher für die Verbuchungsvorgänge dienen.<sup>93</sup>

<sup>91</sup> Internetzugriff am 2005-02-09  
<http://cms.3m.com/cms/DE/de/2-115/cecRkFP/view.jhtml>

<sup>92</sup> Kern, Christian, 2002, S. 250

<sup>93</sup> Internetzugriff am 2005-02-09  
<http://www.bibliotheca-rfid.com/>

#### 4.4 Einsatzmöglichkeiten in Bibliotheken

Das RFID-System findet in Bibliotheken Anwendung. Es gibt verschiedene Einsatzmöglichkeiten:

- bei der Verbuchung (Ausleihe und Rückgabe) von Medien,
- als Diebstahlsicherung,
- in der Revision,
- bei der Ortung von Medien.

##### 4.4.1 Verbuchung: Ausleihe von Medien

Nachdem ein Benutzer die von ihm gewünschten Medien ausgewählt hat, hat er nun die Möglichkeit, diese in Form einer Personal- oder aber Selbstverbuchung auszuleihen. Bei beiden Formen der Ausleihe werden nicht nur die ausgeliehenen Medien auf dem Konto des Benutzers vermerkt, sondern auch der Chip auf dem RFID-Etikett durch Deaktivieren seines Sicherheitsbits frei geschaltet. Anschließend verlässt der Benutzer die Bibliothek und passiert dabei die Ein- bzw. Ausgangsschleuse. Diese gibt ein Alarmsignal ab, wenn ein Medium nicht korrekt verbucht wurde.<sup>94</sup>

Durch RFID wird die Selbstverbuchung dahingehend vereinfacht, dass es dem Benutzer möglich ist, nahezu alle Medien selbst zu verbuchen. Grundsätzliches Problem bei der Selbstverbuchung ist die Übertragung der Verantwortung sowohl für Ausleihe als auch Deaktivierung der Diebstahlsicherung an den Benutzer. Das entscheidende Element für eine sichere Selbstverbuchung ist daher der PC, der zusätzlich zur Ausführung der eigentlichen Verbuchung noch die Aufgabe hat, den Kunden durch den Verbuchungsprozess zu leiten.

Möchte ein Benutzer seine Medien nicht selbst verbuchen, kann er die Personalverbuchung in Anspruch nehmen. Deren Prinzip ist der Selbstverbuchung ähnlich, jedoch sind Zusatzfunktionen, die über eine Eingabemaske gesteuert werden, wie bspw. Verlängerung, Kontoeinsicht oder Bezahlen von Gebühren erforderlich, die das Selbstverbuchungsgerät nicht anbietet.<sup>95</sup>

---

<sup>94</sup> Kern, Christian, 2002, S. 250

<sup>95</sup> Kern, Christian, 2002, S. 252

#### 4.4.2 Verbuchung: Rückgabe von Medien

Die Rückgabe von Medien kann über Personal- oder Selbstverbuchung, Rückgabeautomaten mit einer optional nachgeschalteten Sortieranlage oder dezentral verteilte Rückgabestationen erfolgen. Personal- und Selbstverbuchung funktionieren genau wie bei der Ausleihe und werden daher an dieser Stelle nicht näher beschrieben.<sup>96</sup> Vielmehr soll das Funktionieren eines Rückgabeautomaten dargestellt werden.

Der für den Benutzer sichtbare Teil eines Rückgabeautomaten besteht aus einem Schlitz, vergleichbar mit dem eines Briefkastens. Dieser Schlitz sollte so angebracht sein, dass er von außen und damit auch außerhalb der Öffnungszeiten zugänglich ist.<sup>97</sup> Ein integriertes RFID-Lesegerät mit mittlerer Reichweite überprüft zunächst die Zugehörigkeit des eingeworfenen Mediums zur Bibliothek. Nach Annahme gelangt das Medium entweder direkt in einen oder mehrere Transportbehälter oder in eine Sortieranlage. Diese besteht aus einem Förderband an dessen Ende sich ein Roboterarm befindet, der die Medien je nach Kategorie in verschiedene Boxen sortiert.<sup>98</sup> Vorteil ist allerdings, dass der Nutzer für diese Form der Rückgabe eine Quittung erhält. Diese Form der Rückgabe führt dazu, dass ein eiliger Besucher das Gebäude nicht mehr betreten muss, sondern die Rückgabe von außen vornehmen kann.

#### 4.4.3 Diebstahlsicherung

Bisher waren die Systeme der Diebstahlsicherung und der Medienidentifikation dadurch getrennt, dass ein zusätzliches Sicherungselement für die Diebstahlsicherung erforderlich war. Ein RFID-System vereint Diebstahlsicherung und Medienidentifikation in einem einzigen Etikett. Wie bei einem herkömmlichen Diebstahlsicherungssystem reagiert auch bei RFID-Systemen die Ein- bzw. Ausgangsschleuse mit einem Alarmsignal, wenn ein nicht verbuchtes Medium hindurch getragen wird. Dies ist durch die Wiederbeschreibbarkeit des Chips möglich. Auf ihm kann ein bestimmtes Bit (Sicherungsbit) aktiviert oder deaktiviert werden.<sup>99</sup>

---

<sup>96</sup> Kern, Christian, 2002, S. 253

<sup>97</sup> Weiss, Rolf; Kern, Christian: Zentrale und dezentrale Positionierung der Funktionseinheiten in der Bibliothek-Raumplanung für die Integration von RFID, In: ABI-Technik, 24 (2004) H. 2, S. 137

<sup>98</sup> Internetzugriff am 2005-02-10,

<http://cms.3m.com/cms/DE/de/2-37/ciuzzFB/viewimage.jhtml> und

<http://cms.3m.com/cms/DE/de/2-37/cilRRFK/viewimage.jhtml>

<sup>99</sup> Kern, Christian, 2002, S. 250

Ein Vorteil gegenüber einer herkömmlichen elektromagnetischen (EM-) Diebstahlsicherung ist, dass ein RFID-System registrieren kann, welche Medien entwendet worden sind. Von Nachteil ist, dass bei hinreichender krimineller Energie potenzieller Diebe ein Entwenden von Medien durch Abschirmung des RFID-Etiketts mit Aluminiumfolie möglich ist.

#### 4.4.4 Revision der Bücher

In der Vergangenheit konnte in den Bibliotheken eine Inventur nur erfolgen, wenn diese für Tage oder Wochen geschlossen wurde. Durch eine Einführung eines RFID-Systems ist es möglich, eine Bestandsaufnahme der Medien durchzuführen, ohne diese auch nur aus dem Regal entnehmen zu müssen. Dies ermöglicht die Eigenschaft des o.g. Systems der Übertragbarkeit der Daten auf Distanz. Dies führt dazu, dass die Revision nun wesentlich schneller erfolgen und zudem die Mitarbeit von mehreren Angestellten unterbleiben kann.<sup>100</sup>

Während der Revision wird das mobile Handlesegerät am Regal entlang geführt. Es registriert die Medien, die sich in dem Regal befinden. Durch einen zeitverzögerten oder zeitgleichen Abgleich mit der Datenbank der Bibliothekssoftware kann festgestellt werden, welche Medien fehlen, falsch eingestellt sind oder nicht korrekt zurückgebucht wurden.<sup>101</sup>

Der Vorteil, dass die Medien bei der Revision im Regal verbleiben können, ist allerdings auch mit Nachteil für die Zustandskontrolle der Medien zu sehen. Beim Entlangführen des Handlesegerätes am Regal wird eine eventuell vorliegende Beschädigung der Medien meist übersehen.

#### 4.4.5 Ortung von Medien

Mittels RFID-Technologie besteht die Möglichkeit, Medien an ihrem jeweiligen Standplatz zu orten. Erforderlich wäre die Anbringung von Lesegeräten an sämtlichen Bücherregalen und Lesetischen, so dass jedes mit einem batterielosen Sender („Smart Label“) versehene Buch aufgespürt werden kann.

---

<sup>100</sup> Vatikanische Bibliothek setzt auf Mikrochip - RFID verwaltet Bibliothek mit 2 Mio. Büchern, Verlag Neuer Merkur GmbH, ABI-Technik, 24 (2004) H. 3, S. 228

<sup>101</sup> Kern, Christian, 2002, S. 250



Dieses „Sm@rt Library“ genannte Verfahren wurde 2001 vom GMD-Institut (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH) für Sichere Telekooperation auf der Computermesse CeBIT vorgeführt.<sup>102</sup> Bei entsprechenden Recherchen fanden sich keine Hinweise darauf, dass dieses Verfahren der GMD in einer realen Bibliotheksumgebung getestet und eingesetzt wird. Daher muss auch diese sinnvoll erscheinende Einsatzmöglichkeit als derzeit nicht praktikabel angesehen werden.

#### 4.5 Vorteile eines RFID-Systems für Bibliotheken

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Einführung eines RFID-Systems in Bibliotheken vielfältige Vorteile für Benutzer und Personal mit sich bringt.

Tab. 3: Vorteile eines RFID-Systems

Vorteile für	
Benutzer	Personal
schnelle und komfortable Selbstverbuchung	schnelle und komfortable Verbuchung
keine Wartezeiten bei der Ausleihe	elegante Mediensicherung
Buchrückgabe jederzeit und an verschiedenen Orten	beschleunigte Medienflüsse
neue Serviceangebote durch das Bibliothekspersonal	Erhöhung des Medienumsatzes
	einfache Inventur
	Entlastung der Mitarbeiter
	neue Serviceangebote
	Erhöhung der Kundenzufriedenheit

Wegen seiner Eigenschaft der Pulkverarbeitung verringert sich bei Einsatz eines RFID-Systems die zeitliche Dauer der Verbuchungsvorgänge. Dadurch werden lange Warteschlangen an der Theke vermieden, was sich positiv auf die Benutzerzufriedenheit auswirkt.

Durch die zusätzlichen Möglichkeiten bei der Selbstverbuchung und die Einführung von Rückgabeautomaten werden dem Personal Routinearbeiten bei der Verbuchung abgenommen,

<sup>102</sup> Internetzugriff am 2005-02-12  
<http://www.zdnet.de/news/hardware/0,39023109,2054576,00.htm?l>

wodurch es seine Beratungstätigkeit verstärken kann. Dies wirkt sich ebenfalls positiv auf die Benutzerzufriedenheit aus.

Darüber hinaus scheint mit einem RFID-System eine regelmäßig stattfindende Revision in dem Bereich des Machbaren zu rücken. Diese ist leichter und rascher durchführbar als die bisherigen Methoden.<sup>103</sup>

---

<sup>103</sup> Kern, Christian, 2002, S. 250

## 5. Kostenbetrachtung

### 5.1 Marktübersicht

Ziel dieses Kapitels ist es, die von den Herstellern derzeit auf dem Markt angebotenen RFID-Komplett-Systeme für Bibliotheken darzustellen. Es wird überprüft, welche aufgezeigten Einsatzmöglichkeiten für RFID-Systeme (Kap. 4.3) von den Herstellern bereits umgesetzt werden.

Zu einem Komplett-System gehören folgende Mindestkomponenten:

- RFID-Etiketten (vgl. Kap. 4.3.1);
- ein Lesegerät mit großer Reichweite (vgl. Kap. 4.3.2) in Form einer Ein- bzw. Ausgangsschleuse;
- ein Lesegerät mit mittlerer Reichweite (vgl. Kap. 4.3.2) in Form
  - eines Personalverbuchungsplatzes und
  - einer Einarbeitungsstation einschließlich eines RFID-Druckers.

Weitere, optionale Komponenten sind:

- ein Lesegerät mit mittlerer Reichweite (vgl. Kap. 4.3.2) in Form
  - eines Selbstverbuchungsplatzes,
  - eines Medienrückgabeautomaten mit optional angeschlossener Mediensortieranlage sowie
- ein Lesegerät mit geringer Reichweite (vgl. Kap. 4.3.2) in Form eines mobilen Handlesegerätes.<sup>104</sup>

Die für die Darstellung in Betracht gezogenen Hersteller wurden aufgrund ihrer Erwähnung in der allgemeinen Literatur ausgewählt. Nach schriftlicher Kontaktaufnahme mit insgesamt vier RFID-System-Anbietern haben mir lediglich zwei Unternehmen Informationsmaterial zugesandt, wobei nur ein Unternehmen Preisauskünfte erteilte.

---

<sup>104</sup> Internetzugriff am 2005-02-15,  
<http://www.bibliotheca-rfid.com/index.php?nav=29,31>

Die Bibliotheca RFID Library Systems AG ist Spezialist in der Entwicklung, in der Herstellung und im Marketing von Soft- und Hardware, die speziell für die Automatisierung und Mediensicherung in Bibliotheken zugeschnitten ist. Unter den europäischen Anbietern von RFID-Bibliothekssystemen ist Bibliotheca RFID Library Systems Marktführer. Das Schweizer Unternehmen mit Sitz in Zug/Schweiz und Philadelphia/USA wurde im Jahr 2000 gegründet, um sich ausschließlich auf die Bedürfnisse der Bibliotheksbranche zu konzentrieren. Kerngeschäft ist das BiblioChip® RFID Library System. Es besteht aus den Hauptkomponenten:

- RFID-Etiketten

Die von Bibliotheca hergestellten RFID-Etiketten werden von verschiedenen Herstellern wie Infineon, Philips oder Texas Instruments vertrieben. Diese Eigenschaft, zwischen den RFID-Etiketten wählen zu können, erscheint im Interesse der Bibliotheken, da so keine Abhängigkeit von einem Hersteller entsteht. Die Speicherkapazität der Chips beträgt zwischen 512 bits und 2 kibits.

- Durchgangsleser

Der Durchgangsleser ermittelt alle Medien und kontrolliert die korrekte Verbuchung.

- Selbstverbuchungsstation

Die Selbstverbuchungsstation dient zur Medien-Ausleihe mit den Funktionen Stapelverarbeitung, Verlängerung, Gebührenanzeige mit Belegdrucker.

- Thekenverbuchung/Personalarbeitsplatz

Der Personalarbeitsplatz dient zur Verbuchung und zur Einarbeitung neuer Medien.

Darüber hinaus gibt es wesentliche Zusatzkomponenten:

- RFID-Printer

- Rückgabesystem

Die Medienrückgabe ermöglicht dem Besucher, seine Medien auch außerhalb der Öffnungszeiten zurück zu geben.

- Bestandskontrolle - mobiles Handlesegerät

Hierbei handelt es sich um einen Handleser (inklusive PalmTop-Computer) zur Erfassung des gesamten Medienbestandes im Regal (z.B. Inventur, Bestandskontrolle).

Bibliotheca RFID hat für den Vertrieb seines RFID-Systems mehrere Vertriebspartner. Einer dieser Partner ist die ekz.bibliotheksservice GmbH (EKZ) aus Reutlingen. Im Februar 2003 hat die EKZ mit Bibliotheca RFID unter dem Namen BiblioChip eine Allianz gebildet, um der wachsenden Nachfrage gerecht zu werden. Beide Softwarepakete wurden vereint und bieten seitdem ein grösstmögliches Leistungspotenzial.<sup>105</sup>

Die Firma 3M Inc. wurde 1902 in Two Harbours im US-Bundesstaat Minnesota unter dem Namen „Minnesota Mining and Manufacturing Company“ gegründet. Heute stellt 3M mehrere tausend verschiedene Produkte her. In über 60 Ländern sind Tochterfirmen oder Vertretungen angesiedelt. 3M ist weltweit ein führender Anbieter von Diebstahlsicherungssystemen für Bibliotheken.

Eine Lösung für alle Anwendungen - Sicherung, Selbstverbuchung und Medienmanagement mit nur einem RFID-Etikett - bietet das RFID-System namens „RFID Only - RFID mit integrierter Sicherung“.

- Digitales Identifizierungs-Etikett D8

Das RFID-Etikett wurde von Texas Instruments mit einer Speicherkapazität von 256 Bit hergestellt. Er ist wiederbeschreibbar, verfügt aber über keinen Sicherheitsbit, da bei diesem System weiterhin eine herkömmliche Mediensicherung (elektromagnetisch) eingesetzt wird. Hierbei werden die Metallstreifen (so genannte „Tattle Tapes“) im Buchrücken oder zwischen den Seiten eines Buches angebracht. Diese lösen im magnetisierten Zustand einen Alarm aus. Um diesen zu verhindern, muss der Metallstreifen entschert werden.

Die Weiterverwendung von Tattle Tapes begründet 3M folgendermaßen:

- Die Bibliotheken hätten in ihre bisherige Mediensicherungstechnologie investiert. Diese Investitionen sollten erhalten bleiben.
- Ein RFID-Etikett habe nicht das Sicherheitsniveau eines Tattle Tapes und könne zu leicht durch Metall abgeschirmt werden; bereits einfache Haushalts-/Aluminiumfolie reiche dazu aus.

---

<sup>105</sup> Wegner, Britta, Mediensicherung in Bibliotheken, BibSpider, Berlin, 2004, S. 45  
Internetzugriff am 2005-05-31,  
<http://www.bibliotheca-rfid.com/index.php?lang=de&nav=2>

Der Vorteil dieses Systems besteht darin, parallel zum RFID-System Barcodes einsetzen zu können. Dadurch können Bibliotheken selbst entscheiden, ob sie einen Teil- oder aber den Komplettbestand mit RFID-Etiketten versehen.

- Personalarbeitsplatz Modell 895

Der Personalarbeitsplatz verbucht sowohl Medien, die mit Barcodes ausgestattet sind, als auch solche, die über RFID-Etiketten verfügen.

- Selbstverbuchungs-System Modell 8210

Der Selbstverbuchungsplatz vereinfacht Ausleih- und Rückgabe-Prozess um ein Vielfaches. Er ist zur Verbuchung von mit RFID-Etiketten und Barcodes ausgestatteten Medien geeignet.

- Konvertierungsstation Modell 811/ RFID- Drucker

Der Drucker stellt RFID-Etiketten her, programmiert und beschreibt das RFID-Etikett mit Informationen. Er besteht aus Touch-Screen-Bildschirm, optischem Barcode-Scanner und RFID-Lesegerät.

- Sicherungssystem Serie 8800/ Durchgangsleser

Der Durchgangsleser dient zur Sicherung aller gekennzeichneten Medien.

- Digitaler Bibliotheks-Assistent/ Handlesegerät

Das Handlesegerät sucht nach vermissten und verstellten Medien. Es speichert Informationen von mehr als einer Million Medien.<sup>106</sup>

Für alle dargestellten RFID-Systemkomponenten existieren auf dem Markt bereits unterschiedliche Lösungen für das individuelle Anforderungsprofil einer Bibliothek. Als entscheidendes Ergebnis lässt sich festhalten: Gewinner sind Anbieter, die Komplettsysteme aus einer Hand anbieten. Je besser die Abstimmung der Komponenten untereinander, desto reibungsloser ist der Ablauf.

Zusammenfassend werden nachfolgend wesentliche Unterscheidungsmerkmale beider RFID-Anbieter für Bibliotheken aufgezeigt.

---

<sup>106</sup> Wegner, Britta, 2004, S. 43-44,  
Internetzugriff am 2005-05-31,  
<http://cms.3m.com/cms/DE/de/2-115/cFzFrFY/view.jhtml>

Tab. 4: Vergleich zweier RFID-Anbieter für Bibliotheken

Hersteller	Bibliotheca	3M
Systemname	BiblioChip	Digital Materials Flow Management
Diebstahlsicherung	Sicherungsbit	indirekt (Tattle Tape)
zusätzlicher Strichcode	ja	ja
<b>RFID-Etiketten</b>		
Hersteller	Lucatron	keine Angaben (k.A.)
Medientypen	Alle	Alle
Chiphersteller	Infineon, Phillips, Texas Instruments	Texas Instruments
Speicherkapazität	812 bit - 2 kilobits	256 bit
Antikollision	ja	k.A.
Garantie Zeit	k.A.	Lebensdauer des Mediums
Garantie Schreibzyklen	100.000	k.A.
Garantie Lesungen	k.A.	k.A.
<b>Übertragung zur Biblio-Software</b>		
Verfahren	direkt	direkt
<b>Handlesegerät</b>		
Gewicht	2,5 Kg	0,7 Kg (incl. Koffer 5 Kg)
Betriebszeit	4 Stunden (Dauerbetrieb)	4 Std.
Lesebereich	ca. 10 cm	k.A.
Lesegeschwindigkeit	1m in 10 sec. (ca. 5 Transponder)	k.A.
<b>Selbstverbuchungsstation</b>		
Bildschirm	Touchscreen, 15"	Touchscreen
Stapelverarbeitung	bis 8 Medien	k.A.
Lesereichweite	30 cm bis 40 cm	k.A.
Barcodeleser	Integriert	Integriert
Belegdrucker	Separat	k.A.
<b>Rückgabestation</b>		
Lesebereich	bis 14 cm	k.A.
Lesegeschwindigkeit in der Stunde	840 Medien	k.A.
Datenübertragung	via LAN	k.A.
<b>Sonstiges</b>		
Vertrieb	weltweit	weltweit
wichtige Partner	EKZ	
Installationen (Stand: Dez. 2004)	32	> 90

## 5.2 Bestandserhebung der Bibliothek der Fachhochschule Brandenburg

Unter den Gesichtspunkten von Effizienzsteigerung, Kostenreduzierung, Automatisierung und Selbstbedienung kommt die RFID-Technologie zunehmend in Bibliotheken zum Einsatz. In diesem Zusammenhang wurde das derzeit angewendete Bibliothekssystem der Fachhochschule Brandenburg mit einem RFID-System verglichen. Vorab wurde eine Datenerhebung der Hochschulbibliothek mit Stand: 31.12.2004 durchgeführt.<sup>107</sup>

Die Fachhochschule Brandenburg wurde im April 1992 gegründet. Sie umfasst derzeit mehr als 2.300 Studenten. Für die drei Fachbereiche Technik, Wirtschaft sowie Informatik und Medien ist der schnelle Zugang zu Informationen zwingend notwendig.

### Bestandserhebung der FHB-Bibliothek:

- Bücher und gebundene Zeitschriften:	85.899
- sonstige nicht elektronische Medien:	2.914
- jährlicher Zuwachs:	ca. 3.000
- digitale Medien:	825
- eingetragene Benutzer:	4.084
- neue Studenten/Jahr:	ca. 600/Jahr
- externe Nutzer:	ca. 200/Jahr
- Ausleihungen 2004:	94.373
- Selbstbedienungs-Ausleihe 2004 (SB-Ausleihe):	ca. 900
- Library Management System (LMS):	SISIS SunRise A 20
- Selbstverbuchungssystem:	Walter Heutz
- Überwachungssystem:	Sensormatic
- Wartungskosten:	SISIS = ca. 5.000 EUR/Jahr (Wartungsvertrag läuft aber unabhängig vom Sicherungssystem)

---

<sup>107</sup> Die Daten wurden mir von Frau Dr. Birgit Zänker (Bibliotheksleiterin) im März/April 2005 zur Verfügung gestellt.



- Anschaffungskosten

Buchsicherung:	9.458,18 EUR
Selbstverbuchungssystem:	22.159,25 EUR
Scanneraufsätze:	488,82 EUR

- Materialkosten

Etiketten für Medien	22,47 EUR/3.300 Stk.
Benutzerausweise:	ca. 270 EUR/1.000 Stk.
Sicherungsetiketten für Bücher und Videos:	0,17 EUR/Stk.
Sicherungsetiketten für CD/DVD:	0,56 EUR/Stk.

### 5.3 Vergleich der Bibliothekssysteme

Hauptaugenmerk von RFID-Systemen in Bibliotheken liegt in der Selbstverbuchung der Medien. Daher scheint es notwendig, zu analysieren, wie häufig die SB-Ausleihe gegenüber der herkömmlichen Thekenausleihe in der Fachhochschule Brandenburg derzeit genutzt wird.

Tab. 5: Aufwand des Personals der Fachhochschulbibliothek

	Fachhochschule Brandenburg - Bibliothek
SB- Ausleihe	ja
Technik	Barcode
Ausleihe in 2004	94.373
SB-Ausleihe	900
% SB-Ausleihe	< 1%
Mitarbeiter	2
Öffnungszeiten in 2004	2600 Stunden

Hierbei wird deutlich, dass die Selbstverbuchung mit weniger als 1% der Gesamtausleihen kaum genutzt wird. Dabei kann gerade die Selbstverbuchung dazu beitragen, Bibliotheksmitarbeiter von zeitraubenden Routineaufgaben zu befreien und somit für neue Aufgaben einzusetzen.

Selbstverbuchung mittels RFID-Etiketten hätte den Vorteil, mehrere Medien in einem einzigen Vorgang zu verbuchen und dabei gleichzeitig die Deaktivierung der

Diebstahlsicherung vorzunehmen. Kombinierte Medien könnten bearbeitet werden, ohne klären zu müssen, wo sich die Kennung für jedes der Elemente befindet.

Vor dem Hintergrund einer Kostenbetrachtung mittels statischer Verfahren werden zwei Methoden dargestellt. Statische Verfahren sind Verfahren der Durchschnittsrechnung. Der konkrete zeitliche Anfall der Zahlungen wird nicht berücksichtigt.<sup>108</sup>

Tab. 6: Statische Verfahren<sup>109</sup>

Statische Verfahren	Rechengröße	Anzahl der Planungsperioden
Kostenvergleichsrechnung	Kosten	eine
Gewinnvergleichsrechnung	Kosten und Leistungen	eine
Rentabilitätsvergleichsrechnung	Kosten und Leistungen	eine
Amortisationsrechnung	Einzahlungen und Auszahlungen	mehrere, maximal n

Die Kostenvergleichsrechnung ist ein statisches Verfahren der Investitionsrechnung und dient zum Vergleich mehrerer Investitionsalternativen. Zur Herbeiführung einer Entscheidungsfindung hinsichtlich der Umstellung des jetzigen Bibliothekssystems auf ein RFID-System der Firma Bibliotheca werden nachfolgend die Gesamtkosten ermittelt.

---

<sup>108</sup> Wöhe, Günter, Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 21. neubearbeitete Auflage, Verlag Franz Vahlen, München, 2002, S. 610

<sup>109</sup> Wöhe, Günter, 2002, S. 611

Tab. 7: Kostenvergleich beider Systeme

Kosten inkl. MwSt	bestehendes System - FHB	Neues System - Fa. Bibliotheca
Buchsicherungsanlage (inkl. Durchgangsleser)	9.458,18 €	- €
Selbstverbuchungsplatz (1 Pl.)	22.159,25 €	- €
RFID-Selbstverbuchungsplatz (2 Pl.)	- €	21.634,00 €
RFID-Durchgangsleser	- €	13.572,00 €
Lese-/Schreibeinheit (2 St.)	- €	4.292,00 €
Medien Rückgabestation	- €	40.600,00 €
Handleser	- €	8.096,80 €
Etiketten (90.000 St.)	711,08 €	- €
Sicherungsetiketten für CD/DVD (1.000 St.)	649,60 €	- €
Sicherungsetiketten für Bücher (90.000 St.)	17.748,00 €	- €
RFID-Etiketten für Medien (90.000 St.)	- €	54.288,00 €
RFID-Etiketten für CD/DVD (1.000 St.)	- €	1.450,00 €
Benutzerausweis (5.000 St.)	1.566,00 €	- €
Scanneraufsatz	488,82 €	- €
Lizenzen	- €	4.854,60 €
Support	5.000,00 €	5.700,24 €
Gesamtkosten	57.780,93 €	154.487,64 €

Das RFID-System ist im Verhältnis zum bestehenden Bibliothekssystem der FHB deutlich teurer. Fehlende spezifische Einzelkomponenten der RFID-Technologie lassen die Kosten in die Höhe steigen. So ist bspw. der Durchgangsleser des herkömmlichen Systems nicht mit einem RFID-System kompatibel und müsste demzufolge neu angeschafft werden.

Stellt sich nun die Frage, ob sich langfristig gesehen der Einsatz eines neuen Systems rechtfertigen würde. Dazu dient die Amortisationsrechnung. Die Amortisationsrechnung ermittelt den Zeitraum, innerhalb dessen eine einmalige Investition durch die erzielten Erträge zurückgezahlt wird (Pay-Off-Periode). Im Wesentlichen ergibt sich die Amortisationsdauer in Jahren als Verhältnis des eingesetzten Kapitals zum jährlichen Gewinn. Eine Investition bzw. ein Projekt ist dann wirtschaftlich zulässig, wenn seine Amortisationsdauer niedriger als der

geforderte Wert ist. Bei der Entscheidung zwischen verschiedenen Szenarien ist das Szenario mit der niedrigsten Amortisationsdauer zu bevorzugen.<sup>110</sup>

Amortisationsberechnung: bestehendes System - FHB

Kennzahlen

Kosten für eine Personalstelle (Bibliotheksassistent)	25.000,00 € pro Jahr
Einsparungspotenzial je Personalarbeitsplatz	0,0 Personalstellen
	= <u>0,00 € pro Jahr</u>
Einsparungspotenzial je Selbstverbucher	0,3 Personalstellen
	= <u>7.500,00 € pro Jahr</u>

Investition

Hardwareanteil	32.106,25 €
Softwareanpassung/ Installation/ Schulung/ Fracht	950,00 €
Etikettenanteil	19.108,68 €
<b>Kosten</b>	<b>52.164,93 €</b>
Einsparungspotenzial an der Personalverbuchung	- €
Einsparungspotenzial durch Selbstverbuchung	7.500,00 €
Zusatzkosten Lizenz/Service-Wartungs- Vertrag	- €
<b>Kosten</b>	<b>7.500,00 €</b>
<b>Armortisation der Investition nach Jahren</b>	<b>6,96</b>

<sup>110</sup> Wöhe, Günter, 2002, S. 614

Amortisationsberechnung: neues System - Fa. Bibliotheca

Kennzahlen

Kosten für eine Personalstelle (Bibliotheksassistent)	25.000,00 € pro Jahr
Einsparungspotenzial je Personalarbeitsplatz	0,3 Personalstellen
	= <u>7.500,00 € pro Jahr</u>
Einsparungspotenzial je Selbstverbucher	0,7 Personalstellen
	= <u>17.500,00 € pro Jahr</u>

Investition

Hardwareanteil	88.194,80 €
Softwareanpassung/ Installation/ Schulung/ Fracht	8.816,00 €
Etikettenanteil	55.738,00 €
<b>Kosten</b>	<b>152.748,80 €</b>
Einsparungspotenzial an der Personalverbuchung	7.500,00 €
Einsparungspotenzial durch Selbstverbuchung (2 Pl.)	35.000,00 €
Zusatzkosten Lizenz/Service-Wartungs-Vertrag	10.554,84 €
<b>Kosten</b>	<b>31.945,16 €</b>
Armortisation der Investition nach Jahren	4,78

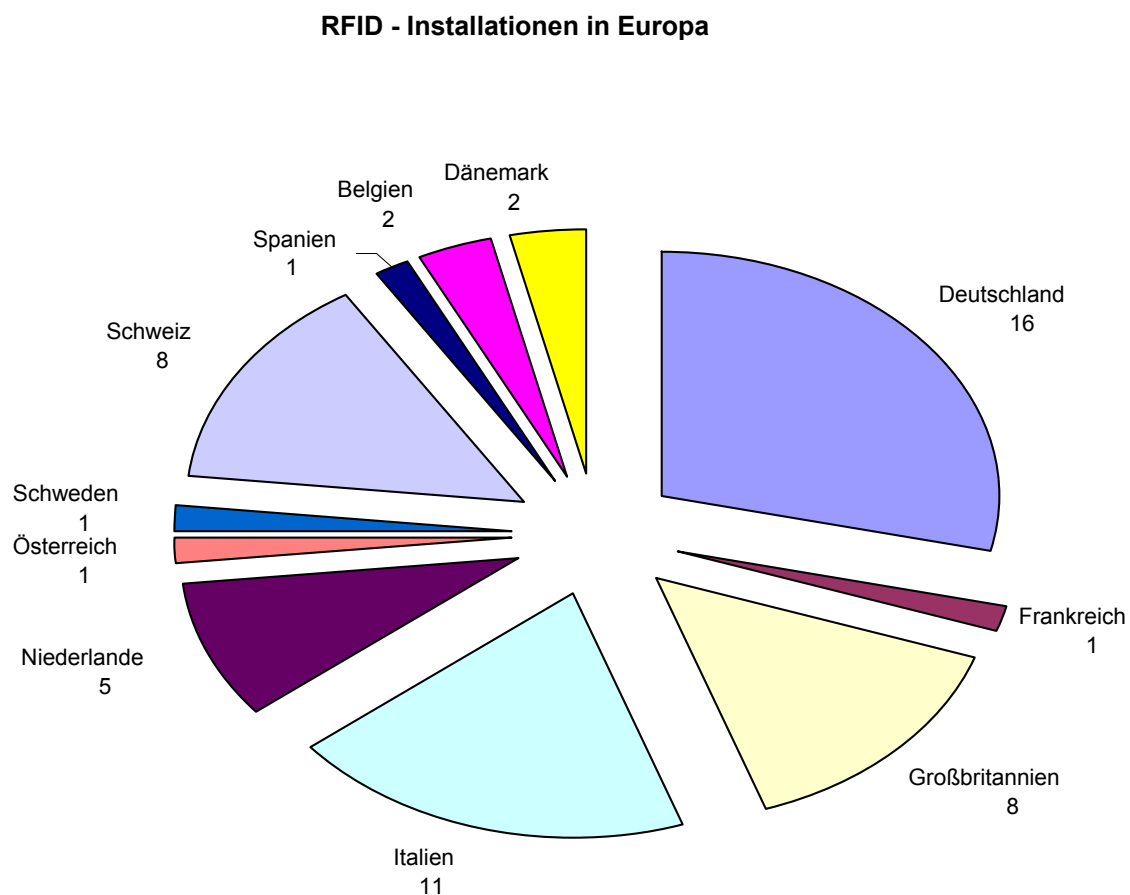
Trotz höherer Gesamtkosten der RFID-Technologie ist Einsparungspotenzial sowohl bei der Personal- als auch bei der Selbstverbuchung vorhanden. Wesentlicher Vorteil: Im Gegensatz zum bestehenden System der FHB bietet das RFID-System der Fa. Bibliotheca **z w e i** Selbstverbuchungsplätze, die in der Anschaffung um rund 500,00 € günstiger sind als **e i n** Selbstverbuchungsplatz des herkömmlichen Systems. Nach 4,78 Jahren ist die Investition der modernen RFID-Technologie im Hochschulbereich amortisiert. Im Vergleich zum bestehenden Bibliothekssystem liegt die Amortisationsdauer mit knapp 7 Jahren deutlich höher.

Im Hinblick auf die Kostenbetrachtung ist langfristig gesehen der Einsatz von RFID für Bibliotheken lohnenswert.

## 5.4 Handlungsempfehlung und Ausblick

In über 50 Bibliotheken in Europa wird die moderne RFID-Technik bereits eingesetzt. Mit 16 RFID-Installationen 2004 ist Deutschland Vorreiter auf dem europäischen Markt. Mit dieser Technik ist es möglich, in Bibliotheken Standort und Wege der Medien zu verfolgen, z.B. bei Ausleihe, Rückgabe, Standortwechsel, Zeitschriftenumlauf, Medienbearbeitung, Buchsicherung und vieles andere mehr.

Abb. 13: RFID-Installationen in Europa: Stand 2004<sup>111</sup>



RFID ist eine zukunftsorientierte Technologie, welche speziell in Bibliotheken ein großes Potenzial für Weiterentwicklungen bietet. Gerade in den Bereichen der Mediensicherung und Ausleihverwaltung wird RFID als zukunftsfähige Lösung angesehen.

<sup>111</sup> Wegner, Britta, 2004, S. 36

Die RFID-Technologie bringt wesentliche Vorteile wie Beschleunigung und Automatisierung der Verbuchungsprozesse durch Selbstverbuchungssysteme und automatische Buchrückgabe. RFID bietet nicht nur eine Verbesserung des Service durch Entlastung des Personals, eine Erhöhung der Mediensicherheit durch Diebstahlschutz und Einsparung von Verlustkosten sowie Zeitersparnisse bei der Verbuchung von Medienstapeln. Auch werden eine beschleunigte Einarbeitung von Neuanschaffungen, vereinfachte Inventuren mit Hilfe von Handlesegeräten sowie eine effektive Bestandskontrolle, Identifizierung und Medienerfassung in Sekundenschnelle gewährleistet.

Hierbei sollten die freigesetzten Kapazitäten des Bibliothekspersonals nicht als „Personalkürzung“ verstanden werden. Vielmehr sollte dies als eine Verbesserung des Service am Kunden betrachtet werden - damit einhergehend als eine Steigerung der Qualität.

Trotz sinkender Etikettenpreise (2001 lagen die Kosten pro Buchetikett bei 1,10 € - 2005 bei 0,52 €<sup>112</sup>) bleiben die Investitionskosten für die Zusatzgeräte ein Kritikpunkt. Erst wenn die RFID-Etikettentechnik sich weiterentwickelt und die Nachfrage steigt, wird sich die Preisschere verringern. Bei sinkenden Preisen wird RFID für die Bibliotheken interessanter.

Der jährliche Schwund an Büchern durch Diebstahl stellt einen beachtlichen Kostenfaktor dar. Dahingehend ist RFID eine zuverlässige Sicherungslösung für verschiedene Medien.

Hinsichtlich der Kundenorientierung ist eine Rund-um-die-Uhr-Ausleihe unabhängig von den Öffnungszeiten mit der RFID-Technologie gegeben. Die Umsetzung sei dahingestellt - doch das Potenzial ist da.

Durch die Einführung von gültigen Standards, sinkenden Preisen und dem steigenden Bewusstsein nach mehr Sicherheit stehen dieser Technik alle Wachstumschancen offen.

Der gesteigerte Wettbewerb im Bildungssektor wird zukünftig eine stärkere Differenzierung zwischen einzelnen Bildungsinstitutionen nötig machen. Ein besonderes Profil der Aufgabenwahrnehmung, damit verbunden besondere Leistungen der Hochschulen stehen dabei im Vordergrund. Fachhochschulen der Zukunft müssen neue Aktivitäten entfalten sowie die Effizienz bisheriger Maßnahmen kritisch hinterfragen - dies gilt auch für die Hochschulbibliothek.

---

<sup>112</sup> Preise von Bibliotheca, Stand: Mai 2005

**Literaturverzeichnis**

- Finkenzeller, Klaus** RFID-Handbuch,  
3. aktualisierte und erweiterte Auflage,  
Carl Hanser Verlag, München Wien, 2002
- Fleisch, Edgar**  
**Mattern, Friedmann**  
**Billinger, Stephan** Betriebswirtschaftliche Applikationen des  
Ubiquitous Computing  
In: Sauerburger, Heinz (Hrsg.), HMD 229,  
Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag,  
Heidelberg, 2003, S. 5-15
- Gablers** Wirtschaftslexikon, C-F, S. 1334
- Holt, Glen E.** Selbstbedienung in der hybriden Bibliothek,  
Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, 2002
- Kern, Christian** Radio-Frequenz-Identifikation zur Sicherung und  
Verbuchung von Medien in Bibliotheken,  
Verlag Neuer Merkur GmbH,  
ABI-Technik, 22 (2002) H. 3, S. 249
- Kern, Christian** RFID erschafft keinen Gläsernen Leser,  
Verlag Neuer Merkur GmbH,  
ABI-Technik, 24 (2004) H. 3
- Kuri, Jürgen** Im Fadenkreuz - Datenschutz und RFID, c't 6/  
2004, S. 135
- Langheinrich, Marc**  
**Mattern, Friedmann** Digitalisierung des Alltags. Was ist Pervasive  
Computing? Politik und Zeitgeschichte,  
Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.),  
Bonn, Oktober 2003, Nr. 42



- Mattern, Friedmann** Total Vernetzt, Springer Verlag, Berlin, 2003
- Mattern, Friedmann**  
**Römer, Kay** Drahtlose Sensornetze,  
Springer-Verlag GmbH, Informatik-Spektrum,  
Juni 2003, Vol. 26, Nr. 3, S. 191
- Mörike, Michael** Einwurf  
In: Sauerburger, Heinz (Hrsg.), HMD 229, S. 3,  
Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag,  
Heidelberg, 2003
- Nicklous, Scott Martin**  
**Welsch, Martin** Intelligente Etiketten  
In: Sauerburger, Heinz (Hrsg.), HMD 229, S. 82,  
Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag,  
Heidelberg, 2003
- Niesner, Stefan** Bestandsrevision mit dem Lesestift - RFID -  
Systeme zur Medienidentifikation in  
Bibliotheken, BUB Forum für Bibliotheken,  
Bock + HERCHEN Verlag, Heft 3, März 2004, S.  
216
- Sauerburger, Heinz** Editorial  
In: Sauerburger, Heinz (Hrsg.), HMD 229, S. 1,  
Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag,  
Heidelberg, 2003
- Schoch, Thomas**  
**Strasser, Martin** Wie smarte Dinge Prozesse unterstützen  
In: Sauerburger, Heinz (Hrsg.), HMD 229, S. 24,  
Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt.verlag,  
Heidelberg, 2003

**Wegner, Britta**

Mediensicherung in Bibliotheken,  
BibSpider, Berlin, 2004

**Weiss, Rolf**

**Kern, Christian**

Zentrale und dezentrale Positionierung der  
Funktionseinheiten in der Bibliothek-  
Raumplanung für die Integration von RFID,  
In: ABI-Technik, 24 (2004) H. 2, S. 137

**Wöhe, Günter**

Einführung in die Allgemeine  
Betriebswirtschaftslehre, 21. neubearbeitete  
Auflage, Verlag Franz Vahlen, München, 2002

**ohne Autor**

Vatikanische Bibliothek setzt auf Mikrochip -  
RFID verwaltet Bibliothek mit 2 Mio. Büchern,  
Verlag Neuer Merkur GmbH, ABI-Technik, 24  
(2004) H. 3, S. 228

**Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Brandenburg an der Havel, 2005-Juni-17

Unterschrift