



FAKULTÄT FÜR **INFORMATIK**

# Bedienungsoptimierung einer RFID-Applikation und deren User Interfaces

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

**Magister der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften**

im Rahmen des Studiums

**Informatikmanagement**

eingereicht von

**Helmut Stüber**

Matrikelnummer 0326727

an der  
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung:  
Betreuerin: Univ.Prof. Dr. Ina Wagner  
Mitwirkung: Dr. Christof Peter

Wien, am 27.07.2009

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Verfasser)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Betreuerin)

## A) ERKLÄRUNG ZUR VERFASSUNG DER ARBEIT

Helmut Stüber  
In Gruben 2  
2120 Wolkersdorf

„Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.“

Wolkersdorf, am \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Unterschrift Verfasser*

## B) KURZFASSUNG

Im Rahmen des von der EU mitfinanzierten „Bridge-Projektes“ betreibt die Firma RF-IT Solutions zurzeit in Graz eine Studie in einem „Northland Professional – Outdoor Equipment and Fashion“ – Shop. Dort werden RFID-Tags zur Beschleunigung der Inventur und zur Diebstahlsicherung verwendet. Die Mitarbeiter dieses Shops müssen hierbei ein Graphical User Interface bedienen, um unter Anderem Gründe für das Auslösen des Diebstahl-Alarms festzustellen und um RFID-Etiketten zu drucken. Das Hauptaugenmerk dieser Diplomarbeit ist die Bedienungsoptimierung der im Northland-Shop in Verwendung stehenden RFID-Applikation und deren User Interfaces.

Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet:

Welche Probleme entstehen bei der Verwendung einer RFID-Applikation und deren User Interfaces jetzt und in naher Zukunft bzw. welche Verbesserungen und Weiterentwicklungen sind noch möglich?

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden folgende Methoden eingesetzt:

- Einschlägige Fachliteratur durchsuchen (Bibliotheken, Digital Libraries,...)
- Marktrecherche über RFID-Produkte und -Anwendungen
- Beobachtungsstudie über die Verwendung der RFID-Applikation
- Qualitative Interviews:
  - Labormitarbeiter von RF-IT Solutions über bereits bestehende RFID-Projekte
  - Mitarbeiter des „Northland Professional“ - Shops in Graz
- Untersuchung von bereits bestehenden Projekten und Studien von RF-IT Solutions
- Erstellung von Mock-Ups
- Präsentation der entwickelten Verbesserungsmöglichkeiten mittels Mock-Ups

Diese Diplomarbeit veranschaulicht, welche RFID-Applikationen es mit User Interfaces bereits gibt, welche Verbesserungen man am Produkt erbringen kann und auch die Veränderungen für die Anwender, die durch diese Verbesserungen entstehen.

## C) ABSTRACT

Supported by the EU sponsored “Bridge-Project” the Company RF-IT Solutions conducts a study in a “Northland-Professional - Outdoor Equipment and Fashion” – Shop in Graz. There they use RFID-Tags to accelerate the inventory-process combined with an anti-theft protection device in the RFID-Tag. The staff use a graphical User Interface. There they can print RFID-Stickers and name the reason of releasing the anti-theft alarm. The main focus of this Master-Thesis is the enhancement of this RFID-Application to make this application better and easier to use for the staff.

The research question of this diploma thesis is:

Which problems appear using an RFID-Application and their User Interfaces now and in the near future and what upgrades and improvements for this application are possible?

The following scientific methods are used in this Master-Thesis:

- Looking for corresponding technical and scientific literature (Libraries, Digital Libraries, ...)
- Market-Research of RFID-Products und RFID-Applications (Internet, Newspapers, Digital Libraries,...)
- Observation about the use of RFID-User Interfaces of the „Northland Professional – Outdoor Equipment and Fashion“ – Shops in Graz
- Qualitative interviews with:
  - Laboratory staff of RF-IT Solutions about existing projects
  - The staff of „Northland Professional“ – Shop in Graz
- Analyses of existing projects und studies of RF-IT Solutions and other companies
- Creation of Mock-Ups
- Presentation of Improvements with the created Mock-Ups

The result of this Master-Thesis shows which RFID-applications with user-interfaces already exist and which improvements are possible at this project. In addition it shows the changes for the staff and the changes result from the improvements to this project.

## D) UNTERSTÜTZUNG UND DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen Firmen und Personen danken die mich unterstützt haben:

- Besonders hervorheben möchte ich meinen technischen Betreuer Dr. Christof Peter und der Firma RF-IT Solutions, die es mir überhaupt erst ermöglicht haben, diese Diplomarbeit in dieser Art und Weise durchzuführen. Auch mit Projekten und technischen Informationen sind mir die Mitarbeiter von RF-IT Solutions helfend zur Seite gestanden.
- Weiters möchte ich mich bei der Firma Intermec für die Bereitstellung eines Bildarchives des RFID und Barcode Scanners herzlichst bedanken. Dadurch wurde eine realitätsgetreue Vorführung im Shop möglich.
- Für die Preisinformation von RFID-Tags möchte ich mich bei Amos Technologies Inc. und SYNOMETRIX Integrated Technologies bedanken.
- Dass mich meine Eltern und meine Schwester bei meinem Studium unterstützt haben, möchte ich an dieser Stelle erwähnen. Auch für das Korrekturlesen dieser Arbeit möchte ich ihnen herzlich danken.
- Univ.Prof. Dr. Ina Wagner möchte ich für die freundliche Unterstützung und Betreuung danken.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>9</b>
1.1	GESCHICHTE VON RFID.....	10
1.2	DER AUFBAU EINER RFID-APPLIKATION .....	11
1.3	RFID-TECHNOLOGIEN UND DEREN FREQUENZEN .....	12
1.3.1	<i>Kopplungen .....</i>	<i>13</i>
<b>2</b>	<b>RFID MARKT &amp; ANWENDUNGSBEREICHE .....</b>	<b>14</b>
2.1	PHARMAZIE & MEDIZIN.....	14
2.2	TRACKING & MANAGEMENT .....	15
2.3	KFZ-TECHNOLOGIE.....	15
2.4	PERSONENIDENTIFIKATION .....	16
2.5	ARCHIVIERUNG & KONSUMGÜTER .....	17
2.6	ZUKUNFTSMÖGLICHKEITEN IM OPERATIONSSAAL .....	18
2.7	INNOVATIONEN .....	19
2.8	RFID SENSOR-NETZWERKE (RSNs).....	20
2.8.1	<i>Anwendungen von RFID Sensor Netzwerken.....</i>	<i>20</i>
<b>3</b>	<b>RFID SECURITY.....</b>	<b>22</b>
3.1	BEFÜRCHTUNGEN UND VERWECHSLUNGEN .....	22
3.2	BEDROHUNG DER PRIVATSPHÄRE .....	22
3.3	KRITIK AN RFID .....	23
3.4	DATENSCHUTZ-MÖGLICHKEITEN.....	24
3.5	DATENDIEBSTAHL & SICHERHEIT .....	25
3.6	SICHERHEIT VON RFID-KOMMUNIKATION IN LOGISTIKKETTEN.....	25
<b>4</b>	<b>WISSENSCHAFTLICHE RFID-STUDIEN.....</b>	<b>27</b>
4.1	UNWISSENHEIT ÜBER RFID .....	27
4.1.1	<i>Verwechslungen .....</i>	<i>27</i>
4.1.2	<i>Informationsquellen .....</i>	<i>28</i>
4.2	INVENTURVERBESSERUNG .....	28
4.3	RFID IM WARENLAGER .....	29
4.3.1	<i>Lagerablauf ohne RFID .....</i>	<i>29</i>
4.3.2	<i>Lagerablauf mit RFID.....</i>	<i>30</i>

4.4	ENTWICKLUNG EINER LERNUMGEBUNG IM FREIEN.....	31
4.4.1	<i>Das RFID-Lernsystem.....</i>	<i>31</i>
4.4.2	<i>Konkreter Lernversuch.....</i>	<i>32</i>
4.4.3	<i>Lernverbesserungen.....</i>	<i>32</i>
<b>5</b>	<b>EMPIRISCHE METHODEN.....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>RFID - USER INTERFACES &amp; USABILITY.....</b>	<b>35</b>
6.1	RFID ANWENDUNGEN MIT USER INTERFACES.....	35
6.1.1	<i>RFID Evaluation Kit.....</i>	<i>35</i>
6.1.2	<i>Post-Logistiksystem.....</i>	<i>36</i>
6.2	WO BENÖTIGT MAN EIN USER INTERFACE?.....	36
6.3	USER-SICHTWEISEN.....	36
6.3.1	<i>Schwierigkeiten der Entwickler &amp; User.....</i>	<i>37</i>
6.3.2	<i>Spezielle RFID-Applikationen mit User Interfaces.....</i>	<i>38</i>
<b>7</b>	<b>DIE UNTERSUCHTE RFID-APPLIKATION.....</b>	<b>41</b>
7.1	STRUKTUR & AUFBAU.....	41
7.2	DAS RFID-ETIKETT.....	42
7.3	DIE USER INTERFACES.....	42
7.3.1	<i>User Interface zum Artikel verwalten.....</i>	<i>42</i>
7.3.2	<i>User Interface für Entwendung.....</i>	<i>43</i>
7.4	VORTEILE DURCH DIE VERWENDUNG VON RFID.....	43
7.5	AUFNAHME EINES ARTIKELS IN DAS SYSTEM.....	44
7.6	ALARMMELDUNG EINER ENTWENDUNG.....	44
7.7	VERKAUF EINES ARTIKELS.....	44
7.8	ANWENDUNGSSCHWIERIGKEITEN.....	45
<b>8</b>	<b>ÄHNLICHE RFID-APPLIKATIONEN.....</b>	<b>47</b>
8.1	KARSTADT-PROJEKT.....	47
8.1.1	<i>Lagerstandort-Umbuchung.....</i>	<i>47</i>
8.1.2	<i>Preisänderung von Artikeln.....</i>	<i>48</i>
8.1.3	<i>Schwierigkeiten bei der Bedienung &amp; Verwaltung.....</i>	<i>48</i>
8.2	SEIDENSTICKER-PROJEKT.....	49
8.2.1	<i>Bedienung der Applikationen.....</i>	<i>49</i>
8.2.2	<i>Schwierigkeiten bei diesem Projekt.....</i>	<i>50</i>

8.3	ÄHNLICHKEITEN ZUM NORTHLAND-SHOP .....	50
8.3.1	<i>Vorteile im Gegensatz zum Northland-Shop</i> .....	51
<b>9</b>	<b>MÖGLICHKEITEN FÜR DEN NORTHLAND-SHOP</b> .....	<b>52</b>
9.1	VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN .....	52
9.1.1	<i>Integration eines all-in-one Handscanners</i> .....	52
9.1.2	<i>Aufnehmen der Artikel in die Datenbank</i> .....	55
9.1.3	<i>Diebstahlschutz</i> .....	56
9.1.4	<i>Alarmmeldung bei Beförderung eines Artikels durch den Eingang</i> .....	59
9.1.5	<i>Verkauf eines Artikels</i> .....	61
9.2	PRÄSENTIERTE VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN .....	62
9.3	ZUKÜNFTIGE MÖGLICHKEITEN MIT RFID .....	64
9.3.1	<i>Aufnahme neuer Artikel</i> .....	64
9.3.2	<i>Beim Einkauf für den Kunden</i> .....	64
9.3.3	<i>Automatisches Objektortungssystem „Sherlock“</i> .....	65
9.3.4	<i>Möglichkeiten für die Mitarbeiter im Northland-Shop</i> .....	67
9.3.5	<i>Möglichkeiten für die Geschäftsleitung des Northland-Shops</i> .....	68
<b>10</b>	<b>UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</b> .....	<b>69</b>
10.1.1	<i>RFID-Tag</i> .....	69
10.1.2	<i>Scanner</i> .....	69
10.1.3	<i>Diebstahlmeldung bzw. Meldung bei Beförderung durch den Ausgang</i> .....	70
10.2	AUSWIRKUNGEN DER VERBESSERUNGEN .....	70
10.2.1	<i>Für die Angestellten</i> .....	70
10.2.2	<i>Für das Unternehmen</i> .....	71
<b>11</b>	<b>LITERATURVERWEISE</b> .....	<b>72</b>
11.1	ABBILDUNGSQUELLEN .....	74

# 1 EINLEITUNG

RFID ist die Abkürzung für „Radio Frequency Identification“. Die Definition laut Brockhaus lautet: „RFID [Abk. für Radio Frequency Identification, dt. »Radiofrequenzidentifikation«], Verfahren zum kontaktlosen Lesen gespeicherter Daten, etwa ...“<sup>1</sup> Diese Definition trifft auch den Sinn und die Funktionsweise dieser Technologie sehr gut.

Die der Diplomarbeit zugrunde liegende Forschungsfrage lautet:

Welche Probleme entstehen bei der Verwendung einer RFID-Applikation und deren User Interfaces jetzt und in naher Zukunft bzw. welche Verbesserungen und Weiterentwicklungen sind noch möglich?

Aufgrund des großen Interesses an neuer Technologie, im Speziellen an RFID-Technologie, die erst vor ein paar Jahren eingeführt wurde und somit in einer ständigen Veränderungs- bzw. Entwicklungsphase steht, wurde dieses Gebiet Thema der Diplomarbeit. Weiters ist es sehr spannend, bereits bestehende RFID-Applikationen sowohl von der User-Seite, als auch von der Hersteller-Seite aus zu analysieren und Verbesserungsmöglichkeiten zu finden.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin grundsätzliche Schwierigkeiten aufzuzeigen, die beim Einsatz von RFID-Technologie in einem Verkaufslokal möglicherweise entstehen. Die Untersuchungen wurden im „Northland Professional – Shop“ in Graz durchgeführt. Die Belastung der Mitarbeiter durch diese auftretenden Schwierigkeiten, kann durch eine andere Herangehensweise reduziert werden. Eine Erhebung möglicher Verbesserungen und Erleichterungen soll zu einer Gesamtverbesserung der Applikation führen. Dies passiert einerseits auf der technischen Seite, aber andererseits soll vor allem den Benutzern der Umgang mit dieser Technologie erleichtert werden.

Weiters ist es ein Anliegen nicht nur den Umgang mit der RFID-Technologie zu erleichtern, sondern auch die Diebstahlsicherung von Artikeln in einem Verkaufslokal mit Hilfe dieser Arbeit erheblich zu verbessern.

---

<sup>1</sup> <http://www.brockhaus.de/wissen/rfid>, 23.03.2009.

## 1.1 GESCHICHTE VON RFID

Mohd-Yasin veröffentlichte 2006 einen Artikel<sup>2</sup> in dem die Geschichte der RFID-Technologie genauer beschrieben wird. Da die Entstehung dieser Technologie sehr interessant ist und der Hauptschwerpunkt dieser Arbeit bei RFID-Applikationen liegt, werden die Entstehung und die ersten Verwendungen der RFID-Technologie in den folgenden Absätzen erwähnt. Eine ausführliche Behandlung dieses Themas würde den Rahmen der Arbeit sprengen, deshalb wird dieser Teil nur überblicksmäßig angeführt.

Begonnen hat die RFID-Technologie im Prinzip aus einer Kombination zweier Technologien. Es ist die Kombination von Funkwellen und Radarsignalen, die man mit RFID assoziieren kann. Die Erfindung dieser zwei Technologien liegt lange vor RFID. Die erste kontinuierliche Funkwellenübertragung wurde 1906 von F.W. Alexanderson demonstriert. Das Radar wurde 1922 erfunden. Aufbauend auf diesen zwei Technologien wurde RFID 1948 von Harry Stockman erfunden und auch in seinem ersten Paper beschrieben.

Die erste augenscheinliche Verwendung von RFID liegt bereits vor der ersten Erwähnung von Harry Stockman. Die erste RFID-Anwendung gab es bereits im zweiten Weltkrieg. Die britischen alliierten Kampfflugzeuge waren mit einem RFID-Chip, genannt RFID-Tag, bestückt. Das Signal dieser RFID-Tags wurde mit einem RFID-Reader an der Basisstation ausgelesen. So konnte bei der Rückkehr zur eigenen Basisstation festgestellt werden, ob es sich um ein feindliches oder ein eigenes Flugzeug handelt. Dieses System wurde damals „Identify: Friend or Foe“ genannt, kurz IFF. Eine Abwandlung dieses Systems ist noch immer bei der Flugverkehrskontrolle in Verwendung. RFID kam nach der ersten Verwendung in den 50er Jahren erst wieder 1960 zum Einsatz. (vgl. Seite 64)<sup>2</sup>

Das erste RFID-Tag, das man auslesen und beschreiben konnte wurde 1973 von Mario Cadullo zum Patent angemeldet. Die Idee dazu hatte er 1969 als die Mängel des „CARTRAK optical systems“ aufkamen. Dies war ein System für den Schienenverkehr das auf optischer Reflexion basierte.

---

<sup>2</sup> Mohd-Yasin F.: Techniques of RFID Systems: Architectures and Applications: Microwave Journal (S. 62), Jul. 2006.

Mohd-Yasin<sup>3</sup> beschreibt, dass die 90er Jahre ein sehr bedeutendes Jahrzehnt für RFID waren. Es wurden die ersten Fragen für Standards aufgeworfen. Auch das breite Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten mit RFID-Technologie wurde sichtbar. Es handelte sich um Anwendungen wie die Wegfahrsperrung, die später noch erwähnt wird, und auch Skipässe und Zutrittskontrollen mittels RFID. Diese Anwendungen haben im Gegensatz zum bisherigen kontaktbehafteten Auslesen sehr viele Vorteile. Man kann zum Beispiel den Skipass in der Skijacke eingesteckt lassen und trotzdem damit eine Zutrittskontrolle passieren und noch dazu schneller als mit den herkömmlichen Skipässen ohne RFID-Technologie.

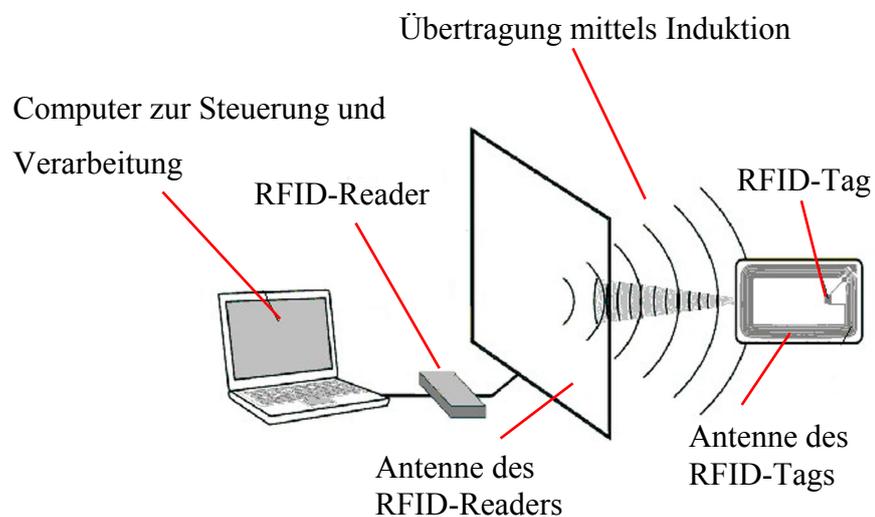
## 1.2 DER AUFBAU EINER RFID-APPLIKATION

Jede RFID-Applikation besteht zumindest aus diesen zwei Objekten: Einem RFID-Reader bzw. Writer und einem RFID-Tag. Das RFID-Tag ist der Mikrochip, der zum Beispiel im Reisepass integriert ist und der RFID-Reader, ist beispielsweise das Lesegerät, das bei der Passkontrolle steht und das RFID-Tag ausliest. Dies wird üblicherweise von einem Computer gesteuert und die ausgelesenen Daten werden mittels Computer verarbeitet.

Die Funktionsweise einer RFID-Applikation ist relativ einfach zu beschreiben:

Der RFID-Reader erzeugt über seine Antenne mittels Induktion oder elektromagnetischer Kopplung (siehe

Kapitel 1.3.1) am RFID-Tag Strom, sobald das RFID-Tag nahe genug an die Antenne des Readers herankommt. Erst durch diesen Vorgang wird es dem RFID-Tag möglich Daten zu senden bzw. dem RFID-Reader möglich Daten vom RFID-Tag zu lesen. (siehe Abbildung 1)



**Abbildung 1: Funktionsweise von RFID-Technologie**

Zusätzlich muss man erwähnen, dass es auch aktive RFID-Tags gibt, die mit einer eigenen Stromquelle (zum Beispiel einer Batterie) versorgt werden. Diese sind dann nicht auf den Induktionsstrom des Readers angewiesen, sondern bauen eine Funkverbindung zueinander auf. Dadurch wird eine höhere Sendeleistung und somit auch eine höhere Reichweite zwischen dem Reader und dem Tag möglich.

### *1.3 RFID-TECHNOLOGIEN UND DEREN FREQUENZEN*

Da es sich bei RFID, wie schon vorher erwähnt, um Funkwellen handelt, hat man die Möglichkeit mittels der Frequenz die Wellenlänge zu variieren und so verschiedene Kopplungen, aber auch Reichweiten zu erzeugen. Es werden hauptsächlich vier verschiedene Technologien verwendet:<sup>3</sup>

- LF (Low Frequency) hat eine Frequenz von 125 KHz. Die Reichweite zum Auslesen eines Tags mit dieser Frequenz liegt bei nur maximal 30 cm. Es gibt bei dieser Technologie in so gut wie keiner Umgebung wie zum Beispiel Wasser, Aluminium, etc. Schwierigkeiten. Etwas anders sieht es bei Eisen und Stahl aus, wo es zu Leseproblemen kommt.
- HF (High Frequency) mit einer Frequenz von 13,56 MHz hat eine Auslesereichweite von bis zu 150 cm. Man kann hier auch bereits Anticollision-Verfahren anwenden. Dabei ist es möglich auch mehrere RFID-Tags gleichzeitig auszulesen. Zusätzlich sind in diesem Frequenzbereich bereits höhere Datenübertragungsraten als bei der LF-Technologie erreichbar.
- Die UHF (Ultra-High Frequency) befindet sich im Frequenzbereich von 867 bis 869 MHz und 902 bis 928 MHz. Der Vorteil dieser Technologie ist, dass sie gut mit Metall umgehen kann. Die Reichweite beträgt bis zu 3 Meter. Das ist auch die Technologie, die in der Applikation des Northland-Shops in Graz verwendet wird. Diese wird in Kapitel 7 noch genauer beschrieben.
- Die vierte Technologie hat eine Frequenz von 2,4 GHz und befindet sich somit schon im Mikrowellenbereich. Dies ist auch die Frequenz von Wireless-LAN Systemen und man kann diese aktiven RFID-Tags mittels W-LAN auslesen.

---

<sup>3</sup> vgl. <http://www.rfid-loesungen.com>, 21.05.2009.

Aktive RFID-Tags, die bereits vorher erwähnt wurden, besitzen eine eigene Stromversorgung. Dadurch können die Reichweiten noch um einiges erhöht werden. Ein aktiver RFID-Tag kann eine Reichweite von bis zu 100 Metern erreichen.

### 1.3.1 Kopplungen

Da zwischen dem RFID-Tag und dem RFID-Reader eine Verbindung aufgebaut werden muss und auch bei passiven RFID-Tags Strom am RFID-Tag erzeugt wird, gibt es eine Kopplung zwischen Tag und Reader. Dabei existieren zwei verschiedene Arten bei unterschiedlichen Frequenzen.

Eine Kopplungsart ist die induktive Kopplung, die bei den Frequenzen zwischen 125 KHz und 13,56 MHz verwendet wird. Diese funktioniert, wie bereits vorher beschrieben, nur auf kurze Abstände. (siehe Abbildung 2a)

Die zweite Art der Kopplung wird elektromagnetische Kopplung genannt. Sie entsteht zwischen 400 MHz und 6,8 GHz, das heißt von UHF bis Mikrowelle. Dabei sind größere Leseabstände möglich, und

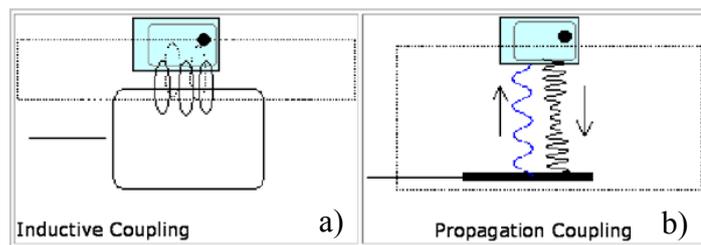


Abbildung 2: RFID-Kopplungsarten

es treten auch weniger Schwierigkeiten mit Metall auf. (siehe Abbildung 2b)

Die genaue Funktionsweise dieser Kopplungen wird nicht beschrieben, da eine detaillierte physikalische Erklärung von Nöten wäre und somit der Rahmen dieser Arbeit gesprengt würde. Deshalb ist nur ein kurzer Überblick über die Funktionsweise möglich und für das Verständnis der weiteren Diplomarbeit ausreichend.

## 2 RFID MARKT & ANWENDUNGSBEREICHE

Nur die wenigsten wissen über die RFID-Technologie Bescheid. RFID wird häufig noch als „Zukunftsmusik“ angesehen. Diese Technologie ist aber am Markt schon relativ weit verbreitet, und es gibt bereits sehr viele RFID-Anwendungen in den unterschiedlichsten Bereichen. In den folgenden Absätzen werden ein paar Anwendungsbereiche aufgelistet und auch RFID-Applikationen, die dort verwendet werden. Man kann sich dadurch ein Bild machen, wie weit diese Technologie bereits verbreitet ist. Teilweise sind diese RFID-Anwendungen noch in der Probephase, viele stehen aber bereits im täglichen Einsatz.

### 2.1 PHARMAZIE & MEDIZIN

In der Medizin steckt noch einiges an Potenzial für RFID-Technologie, wie man in der folgenden Auflistung erkennen kann.

- Die Entwicklung einer RFID-Gesundheitskarte für Menschen kann in Notfällen sehr hilfreich sein. Es sind darauf alle notwendigen Informationen gespeichert, wie Impfungen, Diabetikerinformationen u. Ä. Diese können dann von den Rettungskräften ausgelesen werden. Rettungskräften bzw. Ärzten und Notärzten ist es dadurch möglich schneller zu reagieren und gezielte Behandlungsschritte zu setzen.
- In Spitälern sind Patientenarmbänder in Planung. Darauf werden ähnlich wie bei der Gesundheitskarte Informationen der Patienten gespeichert, und ebenso welche Medikamente ihnen verabreicht werden müssen. Diese Informationen können die Krankenpfleger auslesen und anhand dieser Informationen zum Beispiel am Patienten Therapiemaßnahmen vornehmen, ohne eine Personenverwechslung befürchten zu müssen.
- Im St. Anna Kinderspital gibt es Stofftiere mit RFID. Auf diesen können die Lieblingssendungen der Kinder



Abbildung 3: St. Anna Kinderfernsehen

gespeichert werden. Der TV-Receiver im jeweiligen Zimmer erkennt diese Sendungen und spielt dann das entsprechende Programm ab. (siehe Abbildung 3)

Auch in der Pharmaindustrie steckt noch viel Potenzial mit RFID-Technologie:

Die US Food and Drug Administration plant laut dem Bericht von Erickson et al.<sup>4</sup> eine Identifikation von pharmazeutischen Produkten mittels RFID. Man möchte damit eine einfachere Möglichkeit schaffen, legitimierte Produkte nach zu verfolgen und damit auch zu identifizieren. So wäre es beispielsweise auch leichter möglich bei Problemen oder Rückholaktionen zu wissen, wo sich welche Produkte befinden, um diese wieder vom Markt nehmen zu können.

## 2.2 TRACKING & MANAGEMENT

Im Tracking und Management ist RFID immer mehr im Kommen. Durch die Verwendung von RFID können sehr viele Fehler verhindert und auch Abläufe beschleunigt werden, da das Auslesen sehr schnell funktioniert.

- Es werden Frachtcontainer mit RFID-Tags ausgestattet. Mithilfe dieser RFID-Tags wird die Information des Containers bei der Beladung ausgelesen und so kann der Container auf den richtigen Transporter geladen werden.
- Die Flughäfen in Frankfurt und Tokio haben bereits RFID in der Verwaltung des Gepäcks getestet. Das Gepäck soll durch diese Technologie schneller und sicherer zum Flugzeug gelangen.

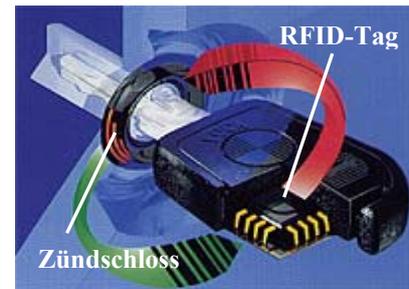
## 2.3 KFZ-TECHNOLOGIE

In der KFZ-Technologie wird RFID nicht nur als Wegfahrsperre im Autoschlüssel verwendet, sondern auch in der KFZ-Produktion. Die Wegfahrsperre wird im folgenden Absatz noch genauer erläutert. Durch den Einsatz von RFID in der KFZ-Produktion können auch später noch Informationen über die Herstellung abgefragt werden. Auch bei Diebstahl ist es so noch möglich das Fahrzeug zu identifizieren.

---

<sup>4</sup> Erickson, G. Scott: International Aspects of Radio Frequency Identification Tags: Different Approaches to Bridging the Technology/Privacy Divide: Technology & Policy, Springer Science + Business Media B.V., 2007.

Die Wegfahrsperre ist wie bereits vorher erwähnt im Autoschlüssel integriert. (siehe Abbildung 4) Das heißt es befinden sich ein RFID-Tag im Schlüssel und ein RFID-Reader im Zündschloss. Das RFID-Tag im Schlüssel wird beim Einstecken in das Zündschloss vom RFID-Reader ausgelesen und identifiziert. Wenn die Überprüfung der Identifikation des RFID-Tags im Autoschlüssel positiv ausfällt, wird die Wegfahrsperre deaktiviert. Der Motor kann somit gestartet werden.



**Abbildung 4: RFID im Autoschlüssel**

## 2.4 PERSONENIDENTIFIKATION

Zur Personenidentifikation wird RFID bereits lange eingesetzt, im Gegensatz zu den oben genannten Bereichen. Im Folgenden werden ein paar Beispiele aufgelistet, in denen RFID zur Personenidentifikation verwendet wird:

- RFID in den Skilift-Zutrittskarten gibt es schon seit längerer Zeit.
- Der österreichische Pass ist seit 2006 mit RFID ausgestattet. „Bis jetzt sind auf den Chips der ausgegebenen Pässe die persönlichen Daten, die auch im Reisepass abgedruckt sind, ein Bild im JPEG-Format und technische Daten zur Identifikation des RFID-Tags gespeichert, das Hinzufügen des Fingerabdrucks ist jedoch weiter in Planung.“<sup>5</sup>
- In Zutrittskarten für Parkhäuser ist RFID auch geplant. Teilweise werden diese Zutrittskarten mit zusätzlicher Online-Abrechnung der Parkzeit als Prototyp bereits verwendet.
- Für Konzert- und Theatereintrittskarten wird RFID bereits verwendet.

---

<sup>5</sup> [http://www2.argedaten.at/session/anonym707773wjwwa508557.E42\\_INP.html](http://www2.argedaten.at/session/anonym707773wjwwa508557.E42_INP.html), 26.09.2006.

## 2.5 ARCHIVIERUNG & KONSUMGÜTER

In Bibliotheken, Bekleidungsgeschäften und Videotheken erleichtert RFID die Verwaltung, Inventur und auch den Verkauf. Auch das Ausleihen von Artikeln in Bibliotheken kann durch schnelleres Auslesen bzw. gleichzeitiges Auslesen von mehreren Artikeln stark beschleunigt werden.

Die US-Verkaufskette Wal-Mart verwendet für die Abwicklung der Supply-Chain RFID-Technologie. In der Untersuchung von Erickson et al.<sup>6</sup> wird gezeigt, dass sich Wal-Mart mit Abstand zum größten Handelsunternehmen entwickelt hat, indem die Supply-Chain mittels RFID-Technologie besonders genau beobachtet werden konnte. Ein weiterer Großabnehmer dieser Technologie ist das Verteidigungsministerium der Vereinigten Staaten von Amerika, das US-Department of Defense – DoD. Diese zwei Unternehmen möchten alle ihre Zulieferer dazu bringen RFID zu verwenden.

Wal-Mart möchte einen Vorteil gegenüber seiner Konkurrenz haben, indem mittels RFID genau und einfach festgestellt werden kann, wo sich welche Produkte gerade befinden. Zurzeit hat Wal-Mart einen Fehlbestand von ca. 7 Prozent. Wenn man diesen um ein Prozent reduzieren könnte, wäre es ein Gewinn von ungefähr einer Milliarde US-Dollar. Durch RFID wäre es möglich mehr und genauere Information über das Inventar, den Ort des Verkaufs und auch über die Verfügbarkeit der Produkte zu erhalten. Immer, wenn eine Palette mit Produkten in einem Warenlager mit RFID-Reader eintrifft oder von dort ausgeliefert wird, erfolgt eine Erneuerung der Datenbank. Die meisten Unternehmen haben, um Fehlbeständen entgegenzuwirken, einen so genannten Sicherheitsbestand. Dieser Sicherheitsbestand macht 5 bis 25 Prozent des gesamten Lagerbestandes aus. Das heißt, man hätte dadurch noch eine zusätzliche Möglichkeit einzusparen.

Für das Scannen eines Barcodes benötigt man eine Person, die das Produkt in die Hand nimmt und das Etikett am Produkt scannt. Dies geschieht mit jedem Artikel und kostet somit 2 US-Cent. Mit RFID hätte man den Vorteil, dass man ganze Produktpaletten durch ein Scanportal schicken kann und alles wäre automatisch gescannt. Außerdem wäre ein geringerer menschlicher Einfluss, der viele Scan-Fehler mit sich bringt, von Vorteil.

---

<sup>6</sup> Erickson, G. Scott: International Aspects of Radio Frequency Identification Tags: Different Approaches to Bridging the Technology/Privacy Divide: Technology & Policy, Springer Science + Business Media B.V., 2007.

## 2.6 ZUKUNFTSMÖGLICHKEITEN IM OPERATIONSSAAL

In der Studie von Agarwal et al.<sup>7</sup> wurde ein System entwickelt, um in einem Operationssaal bzw. im gesamten Spital alle Bewegungen und Positionen von Objekten und Personen elektronisch zu erfassen und aufzuzeichnen. Man möchte elektronische Informationssysteme von Krankenhäusern, so genannte EMRs „Electronic Medical Records“, die bis jetzt nur Patientendaten enthielten, um einige Funktionen erweitern. Wenn alle Objekte wie zum Beispiel Operationsschere, Tupfer, etc. und auch alle Personen im Spital mit RFID-Tags bestückt wären, so hätte man einige neue Möglichkeiten:

- *Szenario Spital:* Mittels RFID-Readern im gesamten Spital wäre es möglich Mitarbeiter, Krankenhelfer und Ärzte zu orten und nach zu verfolgen. Man könnte herausfinden, wohin sie sich bewegen oder wo sie sich gerade befinden. Das wäre in Notfällen sehr hilfreich. Falls ein Patient plötzlich dringend ärztliche Hilfe benötigt, ist man in der Lage den nächsten Arzt zu verständigen und so schnellstmögliche Hilfe zu garantieren.
- *Szenario Operationssaal:* Im Operationssaal könnte man mittels RFID neue Methoden während einer Operation einsetzen. Es wäre die Erfassung von Aktionen, wie zum Beispiel wer den Operationssaal betritt und welche Objekte sich darin befinden, möglich. Wenn aber jedes Objekt einen RFID-Tag besäße, käme man auf eine sehr hohe Anzahl von RFID-Tags. Durch diese hohe Dichte von RFID-Tags kommt es zu Störungen beim Auslesen. Man muss somit alle zwei Sekunden eine Anfrage starten, um auf jeden Fall alle Objekte erfassen zu können.

Da es schon vorgekommen ist, dass Ärzte beispielsweise Operationshilfsmittel im Bauchraum des Patienten vergessen haben und dies dann in zusätzlichem Aufwand noch einmal heraus operieren mussten, wäre einer der größten Vorteile, die man aus der Verwendung von RFID im OP ziehen könnte, eine genaue Ortung von Objekten im Operationssaal. Der Operationssaal müsste in einzelne Unterbereiche unterteilt werden. So wäre eine genaue Ortung realisierbar. Man bekäme mit diesem System

---

<sup>7</sup> Agarwal, Sheetal et al.: A Pervasive Computing System for the Operating Room of the Future: Mobile Networks and Applications, Vol. 12, Issues 2-3, March 2007.

folgende Möglichkeit: Durch die zuvor erwähnte Unterteilung in einzelne Bereiche im OP kann man nicht nur feststellen, dass sich ein Objekt dort befindet, sondern zusätzlich wo sich ein Objekt im OP befindet. Damit wäre es möglich festzustellen, ob ein Tupfer, eine Schere oder Ähnliches im Patienten vergessen wurde. Somit könnte gewährleistet werden, dass kein Objekt mehr im Körper des Patienten zurückgeblieben ist.

## 2.7 INNOVATIONEN

In dem Report von Mohd-Yasin <sup>8</sup> wird ein Projekt vorgestellt bei dem Lebensmittel mittels RFID überwacht werden. Das Ziel dieser neuartigen Entwicklung ist es, die Entstehung von Bakterien und Krankheitserregern zu verhindern. Dafür wurde ein RFID-Tag entwickelt, das die Temperatur feststellen kann und einen Biosensor integriert hat. Dieser Sensor hat eine Beschichtung, die ihre Materialeigenschaften verändert, sobald Krankheitserreger mit dieser Schicht in Berührung kommen. Außerdem wird ein Alarm ausgelöst, wenn die Temperatur eine bestimmte Grenze überschreitet.

Weiters wurde im Rahmen eines Projektes eine Armbanduhrfälschungssicherung entwickelt. Dabei wird ein Mikro-Chip mit einer Antenne in die Uhr eingesetzt. Dieser Mikro-Chip bekommt eine eindeutige Seriennummer. So besteht die Möglichkeit diese Uhr zu orten und zu überprüfen, ob es sich um ein Original oder eine Fälschung handelt. Wenn ein Händler Uhren geliefert bekommt, kann er die Seriennummer überprüfen und erkennt an dieser, ob es ein Original ist.

Man möchte so versuchen Fälschungen von Uhren zu verhindern bzw. einzudämmen. Indem das RFID-Tag in das Kristallglas der Armbanduhr eingesetzt wird, kann diese Technologie auch bei bereits im Umlauf befindlichen Uhren zum Einsatz kommen. Dieses Tag kann nur im Abstand von einem Millimeter gelesen werden, was sich im Bezug auf die Störungsanfälligkeit als sehr vorteilhaft herausgestellt hat, weil sich somit im Umkreis von 1 Millimeter kein Metall befindet. Dadurch ist ein störungsfreier Auslesevorgang durchführbar.

---

<sup>8</sup> Mohd-Yasin F.: Techniques of RFID Systems: Architectures and Applications: Microwave Journal (S. 62), Jul. 2006.

## 2.8 RFID SENSOR-NETZWERKE (RSNs)

RFID wird häufig in Kombination mit verschiedenen Sensoren wie zum Beispiel einem zum Erkennen von Temperatur und Druck in Autoreifen verwendet. INTEL möchte RFID in Zukunft auch in Sensornetzwerken verwenden um Hitze, Licht und Bewegung zu erkennen. In dem Bericht von Buettner et al.<sup>9</sup> werden RFID sensor networks (RSNs) vorgestellt. Sie bestehen aus RFID Readern und RFID sensor nodes (WISPs).

WISPs erweitern die Funktionalität von RFID und ermöglichen auch das Abtasten und Erkennen von Hitze, Licht, Bewegung, etc., wie bereits vorher beschrieben wurde. Diese neue Technologie basiert auf Telos Motes, das ist eine batteriebetriebene Sensor-Computerplattform. Die Sensoren sind über große Distanzen via Funk lesbar. Die Batterie, hält zwar bis zu drei Jahre, jedoch entstehen dadurch ziemliche Anwendungsbeschränkungen. Falls diese Technologie in eine Applikation integriert werden soll, wo die Batterien nicht mehr austauschbar sind, kommt es zu Problemen. Vor allem in der Medizin können dadurch Komplikationen entstehen. Wenn einem Menschen beispielsweise ein Pulsüberwachungsgerät eingesetzt wird, welches mit einem WISP Sensor ausgestattet ist, müsste man alle 3 Jahre die Batterie tauschen, was zu regelmäßigen Operationen führen würde und somit sehr unangenehm wäre.

Um Probleme, die durch die Verwendung von Batterien entstehen zu verhindern, hat Intel jetzt mittels RSNs - RFID Sensor-Netzwerken eine batteriefreie Funkabtastung möglich gemacht und verwendet RFID-Technologie zum Stromerzeugen und zur Datenübertragung am Sensor.

### 2.8.1 Anwendungen von RFID Sensor Netzwerken

Folgende Absätze beschreiben, wie viele Möglichkeiten es in unterschiedlichen Anwendungsbereichen für Sensornetzwerke gibt bzw. in Zukunft geben könnte.

---

<sup>9</sup> Buettner, Michael et al.: Revisiting Smart Dust with RFID Sensor Networks: Intel, USA, Sept. 2008.

*Blutkonserven:* Blut muss bei Temperaturen von 1 bis 6° C gelagert werden. Eine Blutkonserve hält ca. 35 bis 42 Tage. Von Kühlschränken, in denen Blut aufbewahrt wird, wird die Innentemperatur überwacht. Das Problem dabei ist, dass die Temperatur der einzelnen Blutkonserven nicht überwacht wird. So ist es schwer zu sagen, ob eine Konserve die Temperaturgrenze einmal überschritten hat oder nicht. Dafür kann man die oben erwähnten WISP-Temperatursensoren anbringen, die jede einzelne Konserve überwachen und Alarm geben, falls die Temperatur nicht mehr stimmt.

*Personenüberwachung:* Personenüberwachung könnte insbesondere bei älteren Menschen sehr vorteilhaft sein. Um ältere Personen immer überwachen zu können, wäre es zum Beispiel möglich eine Haushaltshilfe anzustellen, die regelmäßig nach der älteren Person sieht. Das ist aber sehr teuer und somit nur einem kleinen Teil der Bevölkerung finanziell möglich. Eine Alternative wäre die Verwendung eines Sensornetzwerkes. Die zu überwachende Person bekommt einen Kurzstrecken-RFID-Reader. Dafür werden Gegenstände, die die Person verwendet, mit einem RFID-Tag versehen. Dies wären zum Beispiel Gegenstände wie eine Zahnpastatube oder eine Fernfernbedienung. So wird jedes Mal wenn sich die überwachte Person die Zähne putzt, das RFID-Tag der Zahnpastatube ausgelesen und man weiß, was die Person gerade tut. Diese kleinen technischen Hilfsmittel sind sehr kostengünstig und viel einfacher als zum Beispiel eine Videoanlage, die automatisch analysiert, was in der Wohnung passiert.

In Bezug auf die Überwachung von Personen muss selbstverständlich sehr vorsichtig vorgegangen werden, da es zu ethischen Problemen kommen kann. Die Privatsphäre von Personen muss in jedem Fall gewahrt bleiben. Das heißt es muss abgesichert werden, dass nur befugte Personen, die der Sicherheit der älteren Person dienlich sind, bestimmte Tätigkeiten überwachen. Falls wirklich etwas passiert und zum Beispiel ein RFID-Tag nicht mehr ausgelesen wird, weil sich die Person nicht mehr die Zähne putzt oder nicht mehr bewegt, können Hilfskräfte alarmiert werden. Prinzipiell könnte alles nur systemintern überwacht werden, ohne dass Personen diese „Aktionen“ sehen bzw. immer überwachen.

### 3 RFID SECURITY

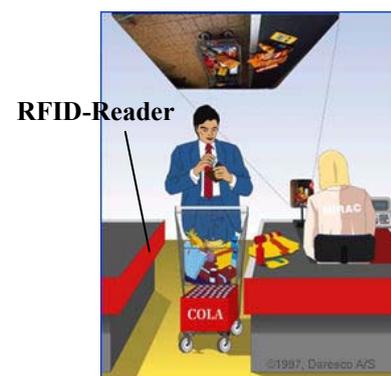
In Zukunft werden wahrscheinlich auch sehr heikle Daten auf RFID-Tags gespeichert sein. Ein Beispiel dafür wären RFID-Bankomatkarten. Deshalb ist Security bei der RFID-Technologie ein großes Thema, wovon hier nur eine kurze Einführung folgt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten um die Sicherheit der Daten auf RFID-Tags zu gewährleisten.

#### 3.1 BEFÜRCHTUNGEN UND VERWECHSLUNGEN

Laut der Studie von Poole et al.<sup>10</sup> wird die RFID-Technologie oft mit der Satelliten Positionierungs-Technologie GPS verwechselt. Fälschlicherweise wird vermutet, dass RFID verwendet werde, um Leute, Tiere oder andere Objekte zu orten. Dadurch fürchten viele Menschen um ihre Privatsphäre und Rechte. Diese Befürchtungen sind meist aber unbegründet und auch nicht Ziel des Einsatzes von RFID. Aber nichts desto trotz sind die Gefahren, die von der RFID-Technologie ausgehen nicht zu unterschätzen und sollten auf jeden Fall beachtet werden. Mögliche Gefahren werden in den folgenden Kapiteln noch detaillierter beschrieben.

#### 3.2 BEDROHUNG DER PRIVATSPHÄRE

Es sind nicht nur heikle Daten, wie bei den oben erwähnten RFID-Bankomatkarten, die gestohlen bzw. kopiert werden könnten, sondern selbst das Auslesen harmloser Daten wie zum Beispiel einer RFID-Stammkundenkarte ist nicht zu unterschätzen. Da Kassenbereiche sehr eng sind, wäre es möglich in diesem Bereich mehrere Stammkundenkarten von Konsumenten



**Abbildung 5: RFID im Kassenbereich**

---

<sup>10</sup> Poole, Erika Shehan et al.: Reflecting on the Invisible: Understanding End-User Perceptions of Ubiquitous Computing – Seoul, Korea: UbiComp'08, Sept. 21-24, 2008.

auszulesen. (siehe Abbildung 5) Durch das Auslesen aller Karten, die eine Person bei sich trägt, wäre es möglich, die Person zu identifizieren und somit deren Käuferverhalten zu analysieren.

Jedes Produkt bekommt durch RFID eine eindeutige Kennung, im Gegensatz zum herkömmlichen EAN- bzw. Bar-Code, wo nur jede Produktpalette denselben Code und somit dieselbe Kennung hat. Wenn jetzt noch zusätzlich der RFID-Tag direkt in ein Produkt eingenäht ist, könnte man beim Betreten eines Geschäfts feststellen, welches Outfit ein Kunde von welchem Geschäft in welcher Preiskategorie trägt. (vgl. Seite 100) <sup>11</sup>

### 3.3 KRITIK AN RFID

Laut der Untersuchung von Erickson et al.<sup>12</sup> sind die stärksten Kritiker die Gruppe „CASPIAN – Consumer Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering“. Immer häufiger kommen Argumente gegen RFID. Zusätzlich werden Firmen gegenüber den Verbrauchern immer skeptischer und möchten noch höhere Überwachungsmaßnahmen einsetzen. Problematisch wird es in punkto Datenschutz, sobald ein RFID-Tag auf einem Artikel angebracht ist, den Endverbraucher kaufen, da immer noch genau nach verfolgt werden kann, um welches Produkt es sich handelt. Hersteller und Einzelhändler tauschen immer Informationen untereinander aus. Wenn jedoch eine Firma Konkurs anmeldet stellt sich die Frage, um wessen Informationen es sich handelt, die man mittels RFID-Technologie bekommt. Das sind dringliche Fragen, die noch geklärt werden müssen. Diese Vorgehensweise gibt es auch im Internet, dass Kundendaten nach dem Bankrott einer Firma einfach weitergegeben werden, auch von so genannten „sicheren“ Web-Seiten.

Das Problem von RFID besteht nämlich nicht in der Tiefe der Daten, sondern dass man nicht merkt, wann Daten von Kunden eingelesen werden. Bei jetzigen Stammkundenkarten, die im vorigen Absatz erwähnt wurden, merkt man sehr wohl, wann diese eingelesen werden. Bei RFID funktioniert dies, obwohl sich die Karte zum Beispiel noch in der Tasche befindet. Das löst bei den Kunden natürlich Unbehagen aus.

---

<sup>11</sup> Wohltorf, Jens: Enhanced User Interface and pervasive computing - Berlin, 2004.

<sup>12</sup> Erickson, G. Scott: International Aspects of Radio Frequency Identification Tags: Different Approaches to Bridging the Technology/Privacy Divide: Technology & Policy, Springer Science + Business Media B.V., 2007.

### 3.4 DATENSCHUTZ-MÖGLICHKEITEN

Aufgrund der zahlreichen Bedrohungen ist es wichtig, alle Daten auf einem RFID-Tag zu schützen. Diese Informationen sind nicht nur aus ethischer Sicht zu schützen, sondern auch aufgrund des Grundrechtes auf Datenschutz in §1 des österreichischen Datenschutzgesetzes 2000.<sup>13</sup> In diesem Gesetz ist enthalten, dass jeder das Recht auf Geheimhaltung seiner persönlichen Daten hat und diese nur in Fällen von Lebensbedrohung oder einigen anderen Ausnahmen verwendet werden dürfen. Dadurch ist es gleichgültig wie „heikel“ oder wertvoll diese Daten jemandem, der diese verwenden möchte, erscheinen. Sobald man eine Person mit Hilfe dieser Daten identifizieren kann, müssen diese als „heikel“ behandelt werden. Es sind in den folgenden Absätzen nur drei von vielen Möglichkeiten aufgelistet, mit denen man Daten auf einem RFID-Tag schützen kann:

Die erste Möglichkeit ist die Verschlüsselung der Daten. Diese kann durch Authentifizierung den Zugang zu einem RFID-Tag schützen. Die Kommunikation zwischen dem Lesegerät und dem RFID-Tag findet im besten Fall auch verschlüsselt statt, so dass diese nicht einfach abgehört und ausgelesen werden kann. Dadurch ist die Datensicherheit auf dem RFID-Tag gewährleistet. Es kann aber nicht garantiert werden, dass niemand diese Verschlüsselungen herausfindet und die Daten ungehindert ausliest.

Weiters können mit dem so genannten „Tag Killing“ die Daten sehr gut geschützt werden. Das RFID-Tag wird nach dem Auslesen der Daten, zum Beispiel beim Zahlen im Supermarkt, „gekilled“. Das heißt man kann es danach nicht mehr verwenden, und es kann auch niemand mehr auf die Daten zugreifen. Was aber wiederum bei Garantieanspruch ein Problem sein könnte, da man nicht mehr auf den Code zugreifen kann. Es ist zurzeit in Planung, dass die eindeutige Nummer mittels des „Kill-Befehls“ gelöscht wird und der EAN-Code erhalten bleibt. Das entspricht dann einem Artikel, dem man das Preisschild nicht abgeschnitten hat.

Die sicherste Variante ist das Blockieren. Man kann hier das Auslesen des RFID-Tags einfach durch Abschirmung verhindern, indem man zum Beispiel den Reisepass in eine RFID-abschirmende Hülle gibt. Dadurch kann auch garantiert werden, dass niemand unbefugt die Daten ausliest.

---

<sup>13</sup> <http://www.dsk.gv.at/site/6229/default.aspx#1>, 14.07.2009.

### 3.5 DATENDIEBSTAHL & SICHERHEIT

Im Reisepass ist RFID schon seit Juni 2006 integriert. In Großbritannien gelang dem Sicherheitsexperten Adam Laurie im selben Jahr der Einführung des neuen RFID-Reisepasses das Auslesen des RFID-Tags eines Reisepasses. Laut diesem Experten ist das RFID-Tag dieses Passes zwar 3mal besser verschlüsselt als der militärische Standard 3DES, aber „der Key zur Verschlüsselung setzte sich nur aus Passnummer, Geburtsdatum des Eigentümers und Verfallsdatum des Passes zusammen“ (Abs. 3).<sup>14</sup> „Nach Ansicht Lauries könnte sich das Problem verschärfen, sobald auch biometrische Daten wie etwa Fingerabdrücke auf den Chips gespeichert werden.“ (Abs. 10)<sup>14</sup>

Solche Vorfälle bzw. mögliche Szenarien, wie auch schon in Kapitel 3.2 beschrieben, wirken sich nicht gerade positiv auf die Einstellung der Menschen zur Einführung von RFID aus. Um Sicherheit für Produkte, die im Handel verkauft werden und mit RFID-Tags ausgestattet sind, zu garantieren, müsste man den RFID-Tag nach der Bezahlung zerstören bzw. unlesbar machen. (vgl. Kapitel 5.2.3.4)<sup>15</sup> Das ist aber, wie bereits vorher erwähnt, für „Stammkunden-Karten“ oder Bankomatkarten mit RFID nicht möglich. Bei solchen Karten müssen die Kunden selbst darauf achten, dass sie ihre Karte abschirmen bzw. blockieren (siehe Kapitel 3.4) und dadurch nur auslesbar machen, wenn sie dem auch zustimmen.

### 3.6 SICHERHEIT VON RFID-KOMMUNIKATION IN LOGISTIKKETTEN

In der Studie von Li et al.<sup>16</sup> geht es darum, Logistikketten die RFID verwenden, nicht verfolgbar und auch nicht für jeden auslesbar zu machen. Der RFID-Tag in dieser Logistikkette antwortet zwar jeder Anfrage, aber die Antwort ist nur für Autorisierte interpretierbar. Eine starke Verschlüsselung der Daten bringt immer eine sehr hohe Antwortzeitverzögerung mit sich. Mit dieser Methode ist so eine Verschlüsselung aber nicht notwendig. Somit wird auf Sicherheit nicht verzichtet und man hat zusätzlich den Vorteil einer schnellen Antwort des Tags. Diese Studie wurde so angelegt, dass man diese

---

<sup>14</sup> ORF-Futurezone: <http://futurezone.orf.at/stories/151812>, 15.11.2006.

<sup>15</sup> Wohltorf, Jens: Enhanced User Interface and pervasive computing, Berlin, 2004.

<sup>16</sup> Li, Yingjiu et al.: Protecting RFID Communications in Supply Chains - Singapore: ASIACCS'07, March 20-22, 2007.

Sicherheitslösungen ohne beträchtlichen Zusatzaufwand und hohe Zusatzkosten durchsetzen kann, da alles einem sehr einfachen Prinzip unterliegt. Dies wird in den nächsten Absätzen näher erläutert.

Die Authentizität von RFID-Tags muss unbedingt sichergestellt werden, da ein Klonen von Tags finanzielle Einbußen mit sich bringen würde. Ein normaler RFID-Reader in der Logistikkette würde nämlich den Unterschied zwischen einem geklonten und einem echten Tag nicht erkennen. Die Verwendung von Zufallszahlen, so genannten „Nonce“ bringt eine hohe Komplexität und damit auch Zeitverzögerung mit sich. Um dies zu beschleunigen, verwendet man zwar eine Zufallszahl, aber dies gleich für eine ganze Reihe von Tags, anstatt für jedes Tag eine neue Zufallszahl zu benutzen. In der Praxis müssen dann alle Tags, die zur selben Zufallszahl gehören, nahe genug am Reader sein, sodass alle ausgelesen werden können, somit besteht für jemanden, der ein RFID-Tag klonen will, ohne das Tag aus der Palette zu entfernen, keine Chance mehr, da es auffällt, falls dasselbe Tag noch einmal gelesen werden würde.

Durch diese Technologien hätte man die Möglichkeit auch die Sichtbarkeit einer Logistikkette zu tarnen, da nur Partner die RFID-Tags „verstehen“. Das heißt, dass jemand der die Kette ausspionieren möchte, keine Möglichkeit dazu hat. Man kann die Daten, die das RFID-Tag sendet, nicht entziffern. Auch für Lauschangriffe wurden einige Lösungen gefunden. Falls während des Auslesens eines Tags die Kommunikation abgehört wird, wäre das kein Problem, da nur Zufallszahlen kommuniziert werden und keine geheimen Zahlen oder Codes. Beim Beschreiben der RFID-Tags besteht auch keine Gefahr, denn ohne einen Schlüssel zu kennen, kann man nicht einmal einen Bit dieser Kommunikation verstehen. Insider-Attacken, wo alle Schlüssel ausgelesen werden, können entweder durch einen zusätzlichen Sicherheitsschlüssel zwischen den Partnern verhindert werden oder indem man die up- und downstream Peers geheim hält. Diese sind nur den Partnern bekannt.

Um derartige Sicherheit in Logistikketten zu gewährleisten, wurde auch noch untersucht, wie viel mehr Speicher ein RFID-Tag dafür benötigt. Man kam zum Ergebnis, dass ein RFID-Tag nur soviel Speicherplatz benötigt, wie für seine eigene Seriennummer notwendig ist. Da dies jedes Tag hat, entstehen somit keine zusätzlichen Kosten auf der Seite der Tags. Da ja auch Zeit eine große Rolle spielt, wurde auch der zusätzliche Zeitaufwand analysiert und es stellte sich heraus, dass dieser vernachlässigbar klein ist.

## 4 WISSENSCHAFTLICHE RFID-STUDIEN

In den folgenden Absätzen werden wissenschaftliche Studien behandelt, in denen Untersuchungen über das Wissen der Menschen über RFID und auch über untersuchte RFID-Applikationen und deren Schwierigkeiten und Vorteile durchgeführt wurden.

### 4.1 UNWISSENHEIT ÜBER RFID

Die wissenschaftliche Studie von Poole et al.<sup>17</sup>, die bereits vorher erwähnt wurde, zeigt auf, dass Menschen noch sehr wenig über RFID wissen und diese Technologie auch nur schwer verstehen. Im folgenden Absatz sind ein paar Verwechslungen aufgelistet, bei denen man bei den betroffenen Personen aus den unterschiedlichsten Arbeitsbereichen und Wissensgebieten den Mangel an Information über RFID erkennt.

#### 4.1.1 Verwechslungen

Es gibt leider sehr viel Unverständnis und Verwechslungen, wenn es sich um das Thema RFID handelt. Manche Personen möchten bei Fragen über diese Technologie gar nicht antworten, da sie nicht verstehen, wie RFID funktioniert und was es genau ist. Viele stellen sich RFID als Kommunikations- und Standortverfolgungs-Technologie vor, wie zum Beispiel die GPS Technologie. RFID hat aber mit aktiven RFID-Tags eine maximale Reichweite von ca. 150 Metern, und das nur unter optimalen Bedingungen. Die RFID-Tags, die auf Karten oder Artikeln verwendet werden, sind aber fast immer passive Tags und daher auf eine Reichweite von bis zu 3 Metern beschränkt. Das bedeutet es ist fast unmöglich jemanden per RFID zu orten oder die Daten auf große Entfernungen auszulesen.

Manche dachten, dass RFID keine eindeutige Identifikation hat, sondern nur ein oder ausgeschaltet ist, wie zum Beispiel die Diebstahlsicherung in Geschäften, die zwar auch über

---

<sup>17</sup> Poole, Erika Shehan et al.: Reflecting on the Invisible: Understanding End-User Perceptions of Ubiquitous Computing – Seoul, Korea: UbiComp'08, Sept. 21-24, 2008.

eine ähnliche Technologie funktioniert, aber ohne Datenaustausch erfolgt. Andere haben es als Seriennummer identifiziert, wie bei einem Geldschein. Auch als Datenspeicher wurde RFID schon von einigen Personen abgestempelt, was zwar teilweise richtig ist, aber am Zweck etwas vorbeigeht, da ja nur sehr kleine Mengen an Daten auf einem RFID-Tag gespeichert werden können, im Gegensatz zu beispielsweise einem USB-Speicherstick.

#### **4.1.2 Informationsquellen**

Als Informationsquelle des Wissens der befragten Personen über RFID-Technologie konnten die unterschiedlichsten Ergebnisse herausgefunden werden. Einige der interviewten Personen sprachen über Filme, in denen Personen RFID eingepflanzt wurde. Manche erzählten auch, dass sie ihr Wissen aus der Familie oder von Zeitungsberichten hätten. Sogar von der Regierung ausgehende Dokumente dienten einigen der befragten Personen als Informationsquelle über RFID. Es konnten sich aber nur wenige vorstellen, wie diese Technologie wirklich funktioniert.

### **4.2 INVENTURVERBESSERUNG**

In der Studie von Lee et al.<sup>18</sup> wurde der Unterschied gezeigt, zwischen einer Inventur ohne RFID und mit dieser Technologie. Verglichen wird dies anhand des Inventarprofils, der Inventurmängel, dem Überschuss der Waren und anhand der Kosten. Um einen Vergleich zu erhalten wird ein von Lee et al. kreierte Simulationsmodell verwendet. Es besteht aus einem Hersteller, einem Großhandel und einem Verkaufsshop. Um nur die wichtigsten Informationen für diesen Vergleich zu bekommen, wurde das Modell teilweise vereinfacht. Es wird gezeigt, dass die Genauigkeit einer Inventur mit Hilfe von RFID um vieles verbessert werden kann. In einem Fall konnte der Lieferrückstand durch die Verwendung von RFID um 99 Prozent verbessert werden. Dieses Ergebnis darf man aber zahlenmäßig nicht eins zu eins in die Realität übernehmen, da es nur in einem kleinen Umfang und auf das Wesentliche beschränkt, getestet wurde. Vor allem das Zurückholen falsch gelieferter Ware des

---

<sup>18</sup> Lee, Young M. et al.: Exploring the impact of RFID on supply Chain Dynamics: Proceedings of the 36th conference on Winter simulation, Dec. 2004.

Großhandels konnte bei dieser Studie um 100 Prozent verringert werden. Wie dieses Beispiel zeigt, kommt es zu einer erheblichen Verbesserung der Genauigkeit der Inventur.

### 4.3 *RFID IM WARENLAGER*

Karagiannaki et al.<sup>19</sup> schreiben über die Verwendung von RFID im Warenhaus. Es wurde eine Papierhandelsfirma mittels empirischer Untersuchungen analysiert. Es wurde ein Vergleich des Lagerablaufes mit und ohne RFID-Technologie erstellt.

#### 4.3.1 Lagerablauf ohne RFID

In den folgenden Absätzen wird der Ablauf von zurzeit stattfindenden Prozessen im Warenlager ohne RFID-Technologie beschrieben:

Wenn ein Container am Warenlager eintrifft, wird dieser in das Lager gebracht. Ein Angestellter muss dann alle Waren einzeln einscannen und ein Etikett mit zusätzlicher Information für interne Angelegenheiten anbringen. Falls die Sollliste der Waren nicht mit dem Ist-Stand übereinstimmt, wird noch einmal geprüft. Wenn die fehlerhaften Objekte gefunden wurden, müssen diese händisch aussortiert werden. Danach werden die Produkte in die Lagerabteilung gebracht. Das heißt, dieser Vorgang ist sehr zeitintensiv und aufgrund menschlicher Tätigkeiten fehleranfällig.

Der Prozess des Einsortierens der Waren in bestimmte Zonen wird intuitiv gemacht und hängt von der Erfahrung der Mitarbeiter ab. Die Waren mit dem gleichen Code werden dann auch in der gleichen Zone gelagert.

Wenn eine Bestellung eingeht, wird eine Liste generiert. Anhand dieser Liste suchen die Mitarbeiter die jeweiligen Waren aus dem Lager und bringen diese an einen Sammelplatz. Das Suchen und Holen der Ware passiert auf einer First Come First Serve Variante. Es wird der Container solange beladen bis das Maximum an Gewicht und Größe erreicht ist. Dabei

---

<sup>19</sup> Karagiannaki, Angeliki et al.: Simulating and evaluating the impact of RFID on warehousing operations: a case study: SCSC: Proceedings of the 2007 summer computer simulations conference, July 2007.

checkt ein Mitarbeiter die bestellten Produkte qualitativ und quantitativ auf Richtigkeit. Dieser Prozess ist sehr zeitintensiv.

Vor dem Transport der auszuliefernden Waren werden diese noch provisorisch zusammengestellt, und ein Angestellter macht einen letzten Korrektheits-Check. Dann werden die Waren auf den Lastwagen geladen und ausgeliefert.

### **4.3.2 Lagerablauf mit RFID**

Durch Simulationen, Untersuchungen und Vergleiche eines Warenlagers, das bereits RFID verwendet, wurde herausgefunden, dass durch die Verwendung von RFID einiges verbessert werden kann. Auch das manuelle Einscannen wird dadurch überflüssig und so die Auslastung der Angestellten um bis zu 74 Prozent reduziert. Das Sortieren der Waren kann direkt und schematisch passieren. Es können dadurch die Objekte auch wieder schneller gefunden werden. Die Auslastung der Mitarbeiter, beim Suchen bestellter Waren, wird beinahe um 10 Prozent verbessert. Auch beim Ausliefern und Herrichten der bestellten Waren kann die Auslastung der Angestellten reduziert werden.

Die Kosten, die die zusätzlichen Checks der Angestellten verursacht haben, würden durch RFID wegfallen. Dies wäre eine Einsparung von über 22 Prozent. Durch die viele Automation von Vorgängen kann eine Zeitersparnis von sogar ca. 71 Prozent erreicht werden.

Man sieht in dieser Studie sehr gut, dass man durch RFID in dieser Branche noch sehr viel verbessern und auch den Mitarbeitern einiges erleichtern kann. Die auftretenden Fehler des händischen Einscannens und die Fehler beim Überprüfen der Waren wurden durch das Verwenden von RFID-Technologie so gut wie eliminiert.

## 4.4 ENTWICKLUNG EINER LERNUMGEBUNG IM FREIEN

Tan et al.<sup>20</sup> berichtet in einer Studie über die Entwicklung und Evaluierung einer Lernumgebung im Freien. Diese Studie wird in den nächsten Absätzen genauer erläutert.

Da Schüler beim Unterricht in der freien Natur oft keine guten Informationen bekommen und auch nicht die besten Lehrmittel zu Verfügung haben, wurde ein Lernsystem für das Lernen im Freien entwickelt. In der University of Technology in Taiwan wurde mit Handhelds experimentiert und herausgefunden, wie man am besten einen Handheld als Lehrmittel im Freien verwenden könnte.

### 4.4.1 Das RFID-Lernsystem

Das System, das entwickelt wurde, heißt EULER. Diese Abkürzung steht für “Environment of Ubiquitous Learning with Educational Resources”. Hier wird mittels Internet, W-LAN, Datenbanken und RFID-Technologie eine Lernhilfe für Unterricht im Freien geboten. Digitales Lernmaterial wird in dem System gespeichert und jeder Lehrer kann jedem Lernmaterial einen eindeutigen Code zuweisen. Dieser kann mittels RFID abgerufen werden. Für den Unterricht werden Tafeln in der Lernumgebung aufgestellt, die ein RFID-Tag enthalten, wo Schüler mittels eines Handhelds das RFID-Tag auslesen und über W-LAN die notwendigen Informationen über dieses Objekt bekommen. (siehe Abbildung 6) Auch ein virtuelles Klassenzimmer ist über dieses System möglich.



**Abbildung 6: Abfrage mittels RFID-Reader am Handheld**

Das heißt jeder Schüler bekommt einen Handheld der einen RFID-Reader eingebaut hat. Wenn zum Beispiel ein Unterricht im Zoo stattfindet, so erkennt der RFID-Reader am Handheld des Schülers das RFID-Tag der Ausstellung oder der aufgestellten Tafel.

---

<sup>20</sup> Tan, Tan-Hsu et al.: Development and Evaluation of an RFID-based Ubiquitous Learning Environment for Outdoor Learning: Interactive Learning Environments Vol. 15 No. 3 (S. 253), Dec. 2007

So kann der Handheld mittels W-LAN sofort die neuesten Updates für das Thema herunterladen, und die Schüler bekommen zusätzlich Aufgaben zu diesem Thema gestellt. Sie können Daten bearbeiten und auch neue Dokumente erstellen. Dies passiert am Datenserver des Systems.

#### 4.4.2 Konkreter Lernversuch

Es wurde ein Test durchgeführt. Eine Gruppe von Schülern wurde nach herkömmlichen Lernmethoden unterrichtet und eine andere Schülergruppe mittels EULER. Das zu lernende Material war über den Guandu Nature Park, ein Feuchtgebiet in der Taipei in Taiwan. Es wurden, wie bereits zuvor erwähnt, Tafeln mit RFID-Tags aufgestellt. Dafür wurden Videos und Fotos von dem Park gemacht und mit Texten auf den Lern-Server gestellt, um es den Schülern zu Verfügung zu stellen.

#### 4.4.3 Lernverbesserungen

Beide Gruppen mussten Tests und Hausaufgaben darüber erledigen. Man konnte am Schluss eindeutig sehen, dass das Ergebnis der herkömmlichen Methoden eindeutig unter der Methode mit EULER lag. Die Schüler, die mit EULER ihr Wissen vermittelt bekamen, waren bei jeder Hausaufgabe und auch bei jedem Test besser, als die Schüler mit herkömmlichen Lernmethoden. (siehe Abbildung 7 – blaue Linie:

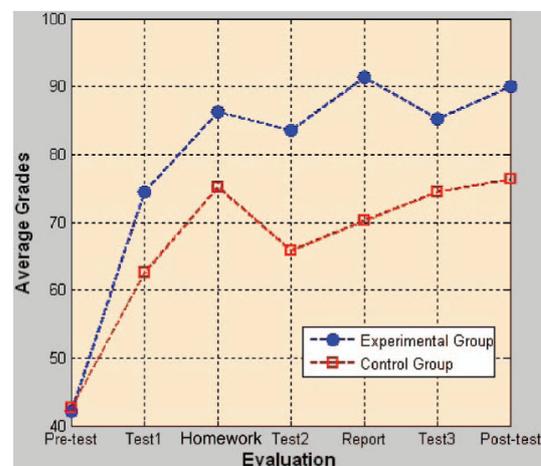


Abbildung 7: Lernergebnisse

mit EULER – rote Linie: mit herkömmlichen Methoden) Vermutlich ist eine Lernverbesserung mit EULER dadurch zustande gekommen, dass Schüler mit mehr Begeisterung am Unterricht teilnahmen. Einerseits kam das Engagement aufgrund des Umgangs mit neuer Technologie, aber auch durch spielerisches Selbststudium. Andererseits konnte jeder Schüler mit seiner eigenen Lerngeschwindigkeit das neue Territorium kennen lernen.

## 5 EMPIRISCHE METHODEN

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden sowohl objektorientierte Beobachtungen als auch fokussierte Interviews durchgeführt um Erkenntnisse über die Verwendung einer RFID-Applikation in der Praxis zu erhalten. Die Erhebungen erfolgten mittels einer zweistufigen Untersuchung.

Die ersten Beobachtungen und Interviews fanden am 09.03.2009 in einer Filiale des „Northland Professional – Outdoor Equipment and Fashion“ – Shops im „Shopping Nord“ in Graz statt, wo die Firma RF-IT Solutions zurzeit eine Studie im Rahmen des von der EU mitfinanzierten „Bridge-Projektes“ betreibt. In diesem Outdoor Equipment und Fashion-Shop wurden Angestellte, die im Verkauf tätig sind, sowohl beobachtet als auch interviewt. Dort werden RFID-Etiketten benützt, um die Inventur zu beschleunigen. Zusätzlich werden diese Etiketten auch für die Diebstahlsicherung verwendet.

Die objektorientierte Beobachtung wurde mit audiovisueller Unterstützung durchgeführt. Das heißt es wurden durch Foto- und Videoaufzeichnung die ersten Eindrücke eingeholt. Weiters wurde ein kurzes, fokussiertes Interview geführt, um etwas über die Mitarbeiter, aber auch über die RFID-Applikation herauszufinden. Dieses Interview wurde mittels handschriftlicher Notizen für die Auswertung und Analyse festgehalten. In diesem „Face-to-Face“ Interview wurden ausschließlich offene Fragen gestellt. So konnten interessante Details über die Verwendung und den Aufbau der RFID-Applikation herausgefunden werden.

Die Fragestellung bezog sich auf die Zufriedenheit mit der RFID-Applikation, aber auch auf Mängel bzw. Schwierigkeiten bei Verwendung dieser Applikation. Bezüglich Verbesserungsmöglichkeiten von Seiten der Mitarbeiter wurden auch Informationen eingeholt. Die Befragten äußerten sich nur kurz und prägnant. Während des Interviews wurde auch auf die Mimik der Mitarbeiter geachtet. Aufgrund der Länge der Antworten und des Gesichtsausdrucks kann darauf geschlossen werden, dass sich die Angestellten zu diesem Zeitpunkt in einer Stresssituation befanden. Diese erhöhte Anspannung kann aufgrund zusätzlicher Belastung durch das RFID-Projekt entstanden sein. Möglicherweise waren die Mitarbeiter zu wenig in das Projekt involviert und daher nur wenig motiviert.

Um mehr über technische Einzelheiten der Applikation zu erfahren wurde Dr. Christof Peter zu Rate gezogen. Er ist ein Mitarbeiter von RF-IT Solutions und somit Mitgründer der RFID-Applikation. Gleichzeitig ist Dr. Peter der technische Betreuer dieser Diplomarbeit.

Aufgrund dieses ersten Untersuchungsabschnitts konnte die grundsätzliche Funktionsweise dieser RFID-Applikation analysiert werden und auch Anwendungsschwierigkeiten herausgefunden werden.

Im Rahmen des zweiten empirischen Forschungsteils fand am 23.04.2009 eine Präsentation von Verbesserungsmöglichkeiten der RFID-Applikation im Northland-Shop in Graz statt. Im Zuge dessen wurden Mock-Ups vorgeführt und den Mitarbeitern erklärt. Zusätzlich wurde nach der Vorführung kurzes Feedback einer Angestellten eingeholt. Leider war eine ausführliche Befragung bezüglich der Verbesserungsvorschläge aufgrund des Zeitmangels der Mitarbeiter nicht möglich.

Anschließend wurden im Labor von RF-IT Solutions Mitarbeiter zu zwei weiteren laufenden Projekten befragt. Diese beiden Projekte werden für die Kaufhauskette Karstadt und den Textilproduzenten Seidensticker entwickelt. Es wurde ein System Engineer Air Interface, eine Technik Consultant und ein Projektmanager interviewt. Auch eine objektorientierte Beobachtung der Projektabläufe und der Software dieser zwei Projekte konnte dabei durchgeführt werden.

Dabei konnten sehr viele Informationen über weitere RFID-Applikationen eruiert werden. Auch Parallelitäten zu dem Northland-Projekt konnten dadurch gefunden werden. Der Vergleich von Mängeln und anderer Funktionalitäten, wie zum Beispiel die Aufnahme von Artikeln in das System, war zwischen den unterschiedlichen Projekten möglich. Der technische Hintergrund solcher RFID-Applikationen war dadurch klarer verständlich. Das Thema User Interfaces wurde im Rahmen der Interviews ausführlich anhand von Beispielen behandelt. Im nachfolgenden Kapitel werden die User Interfaces des Karstadt- und Seidensticker-Projekts näher erläutert.

## 6 RFID - USER INTERFACES & USABILITY

Ein User Interface ist laut Übersetzung eine Benutzer-Schnittstelle. Das heißt es wird dem Benutzer dadurch erleichtert auf ein System zuzugreifen, wie es zum Beispiel auf jedem Computer schon seit langem der Fall ist. Nur durch User Interfaces war es möglich die Computer für so gut wie jeden User benutzbar zu machen. Solch eine Benützungserleichterung verwendet man auch bei komplizierten RFID-Anwendungen.

### 6.1 RFID ANWENDUNGEN MIT USER INTERFACES

Wie schon in Kapitel 2 erwähnt, gibt es in den verschiedensten Bereichen Anwendungen mit RFID Technologie. Häufig werden in der Entwicklungsphase einer RFID-Applikation User Interfaces verwendet, um Fehlerquellen zu erkennen und die Gründe der Fehler herauszufinden.

#### 6.1.1 RFID Evaluation Kit

Eine Anwendung ist zum Beispiel ein „RFID Evaluation Kit“ von der Firma Atmel. Man kann hierfür die dazugehörigen RFID-Applikationen für Personenzugangskontrollen in großen Firmen, für Tieridentifikation auf Schlachthöfen oder auf großen landwirtschaftlichen Betrieben (siehe Abbildung 8), etc. konfigurieren. Mit diesem Evaluation Kit ist es möglich RFID-Applikationen so einzustellen, dass der RFID-Reader stark genug sendet und auch richtig platziert wird, um einen optimalen Ablauf zu garantieren. Das heißt man kann zum Beispiel mittels der Messgeräte, die so ein Evaluation Kit beinhaltet, einen RFID-Tag simulieren und somit erkennen, ob der Auslesevorgang ohne Störungen funktionieren kann.



Abbildung 8: RFID-Ohrclip

## 6.1.2 Post-Logistiksystem

Eine weitere RFID-Applikation ist ein Post-Logistiksystem. Es wird ein User-Interface verwendet um RFID-Tags für eingehende Pakete zu erstellen und mit den korrekten Daten zu programmieren.

## 6.2 WO BENÖTIGT MAN EIN USER INTERFACE?

Es benötigt nicht jede Anwendung ein User Interface. Bei einer Wegfahrsperrung im Auto beispielsweise ist kein User Interface erforderlich. Von dieser RFID-Applikation wissen viele gar nicht, dass sie eine besitzen bzw. RFID regelmäßig benutzen. In diesem Fall wäre ein User Interface vollkommen überflüssig, da beim Starten eines Fahrzeugs nichts eingegeben oder geändert werden muss. Es passiert alles intuitiv.

Häufig bestehen RFID-Applikationen aus einem Datenbankteil und einem RFID-Teil. Dabei wird meistens das User Interface nur für den Datenbankteil verwendet um den RFID-Tags einen bestimmten Regalplatz zuzuordnen. So würde das zum Beispiel in einer RFID-Lagerverwaltungsapplikation stattfinden.

Man muss daher immer unterscheiden, wofür man das User Interface wirklich braucht und ob man überhaupt eines benötigt. Man sollte sich bei der User Interface-Entwicklung immer den Satz vor Augen halten: Das ultimative User Interface ist, wenn man kein User Interface benötigt. (vgl. letzter Absatz) <sup>21</sup>

## 6.3 USER-SICHTWEISEN

In der Studie von Poole et al.<sup>22</sup> wurden Interviews gemacht und anschließend analysiert. Poole et al. hat die RFID-Technologie verschiedensten Personen aus den unterschiedlichsten Gebieten wie zum Beispiel IT-Experten, Reisebüro Angestellten, usw. vorgestellt. Dabei

---

<sup>21</sup> Coffee, Peter: Getting users out of the IT loop: PC Week (S. 43), Sept. 13, 1999.

<sup>22</sup> Poole, Erika Shehan et al.: Reflecting on the Invisible: Understanding End-User Perceptions of Ubiquitous Computing – Seoul, Korea: UbiComp'08, Sept. 21-24, 2008.

wurde herausgefunden, dass Personen Applikationen unterstützen, die sie freiwillig verwenden. Falls sie zu etwas gezwungen wurden, blockten diese eher ab. Es kam stark darauf an, ob Leute die Technologie für brauchbar hielten und wie die Technologie in das tägliche Leben der jeweiligen Menschen passte. Wenn Menschen eine Einschränkung der Privatsphäre befürchten oder eine Technologie schwer verständlich ist, werden sie die Technologie nicht akzeptieren, egal wie gut und ausgereift diese ist. Auch die Funktionsweise der RFID-Technologie wird laut dieser Studie von Poole et al. von sehr vielen Menschen nur schwer verstanden. Nur 20 Prozent der befragten Personen war es möglich diese Technologie auch zu verstehen.

Aufgrund dieser Untersuchungen kann man sich gut vorstellen, dass es bei großen und komplexen RFID-Applikationen bei der Erstellung bzw. Verwendung eines User Interfaces für Entwickler bzw. User zu Schwierigkeiten kommt. Um solche Applikationen für User leicht verständlich und gut bedienbar zu machen, bedarf einer gut durchdachten Entwicklung.

### **6.3.1 Schwierigkeiten der Entwickler & User**

Die im Rahmen des empirischen Forschungsteils geführten Interviews mit den Labormitarbeitern von RF-IT Solutions lieferten aufschlussreiche Erkenntnisse bezüglich der Verwendung und Entwicklung von User Interfaces.

Bei der Entwicklung eines User Interfaces einer Applikation ist das Problem, dass eine Applikation soviel wie möglich „können“ soll. Es muss aber auch so einfach wie möglich zu bedienen sein. Dabei sind sehr viele Gespräche mit dem Kunden notwendig, um alle Anforderungen, so einfach wie möglich in die Applikation einfließen lassen zu können.

Es kommt vor allem auf die Personen an, die diese Applikation nach der Fertigstellung bedienen sollen, die so genannten User. Wenn es ein Fachpersonal ist, das diese Applikation bedient, sieht ein User Interface anders aus, als wenn es zum Beispiel Hilfskräfte sind, die im alltäglichen Arbeitsbetrieb nie ein User Interface benötigen. Deshalb müssen User Interfaces sehr stark an die Bedürfnisse der Kunden angepasst werden.

Die Bedienung eines User Interfaces ist nicht immer intuitiv, dadurch ist es oft für die User sehr schwierig, relativ komplizierte User Interfaces wie zum Beispiel die „You-R<sup>®</sup> OPEN - Admin Suite“ (siehe Abbildung 9) zu bedienen. Dafür gibt es von RF-IT Solutions mehrtägige Einschulungen, um auch dies dem Kunden zu ermöglichen.

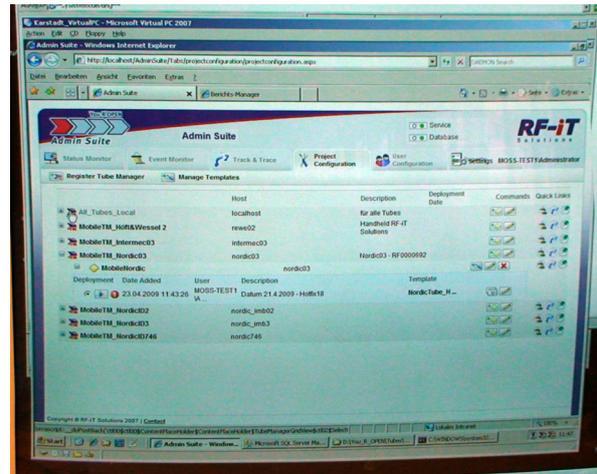


Abbildung 9: You-R<sup>®</sup> OPEN – Admin Suite

Oft wünscht sich der Kunde noch eine „kleine“ Änderung. Diese „kleinen“ Änderungen bedeuten aber für die Entwickler in vielen Fällen, Teile einer ganzen Applikation neu zu überdenken und zu entwickeln, da man sonst neue Probleme und Komplikationen hervorruft. So gibt es bei der Bezahlung dann oft Missverständnisse des Kunden, da sich dieser nicht vorstellen kann, dass seine „kleine“ Änderung viele Entwicklungsstunden kostet. Solche Situationen lassen sich durch partizipative Methoden sehr einschränken, aber ganz eliminieren kann man Änderungswünsche jedoch nicht.

### 6.3.2 Spezielle RFID-Applikationen mit User Interfaces

Wie bereits in den empirischen Methoden erwähnt, existieren neben dem RFID-Projekt im Northland-Shop in Graz auch noch andere diesem Projekt ähnliche, jedoch größere RFID-Applikationen. Bei diesen beiden RFID-Applikationen kommt es zu Schwierigkeiten bei der Verwendung bzw. Entwicklung des User Interfaces. Diese Informationen wurden direkt bei den Mitarbeitern von RF-IT Solutions, die an diesen Projekten arbeiten und auch von dem Projektleiter des Karstadt Projektes eingeholt. Die Projekte werden in Kapitel 8 noch genauer beschrieben.

#### 6.3.2.1 Karstadt-Projekt

Bei der Kaufhauskette Karstadt ist das System sehr groß und somit auch relativ kompliziert zu bedienen. Es gibt die schon zuvor genannte Admin Suite, die alle fixen und tragbaren RFID-Lesegeräte und RFID-Schreibgeräte verwaltet. Diese ist auf einem fixen Computer installiert und wird auch nur dort bedient.

Es gibt eine fixe Datenbank, die alle Artikel und sonstige Daten, die benötigt werden, enthält. Von dieser Datenbank holen sich auch die im nächsten Absatz beschriebenen mobilen RFID-Reader ihre Daten wie zum Beispiel Solllisten etc.

Alle mobilen RFID-Reader, die herumgereicht werden, haben eigene Applikationen, die von anderen Usern bedient werden und sehr viele Möglichkeiten bieten.

### 6.3.2.1.1 Möglichkeiten der mobilen RFID-Reader

Die mobilen RFID-Reader, auch „Handhelds“ genannt, bekommen von der Admin Suite die richtige Software per Wireless-Lan zugespielt. So kann jeder Handheld bei Karstadt in jedem Bereich verwendet werden. Das User Interface der Handhelds bietet folgende Optionen an (siehe Abbildung 10):

#### 1. Wareneingang Filiale:

In dieser Funktion scannt man bzw. gibt man alle Artikel ein, die beim Wareneingang eingehen.

#### 2. Interne Warenbewegungen:

Hier hat man die Möglichkeit, Waren in einer Filiale von einem Bereich zu einem anderen umzubuchen.

#### 3. Bestandsaufnahme:

Diese Option ist für die Inventur entworfen worden. Es werden einfach alle sich in der Filiale befindlichen Objekte

gescannt und darauf folgend automatisch mit einer Sollliste verglichen.

#### 4. Artikel suchen:

Eine sehr hilfreiche Funktion ist das „Artikel suchen“. Man hat hier die Möglichkeit einen Artikel einzugeben und anschließend bewegt man den Scanner in dem Gebiet, in dem man den Artikel erwarten würde und der Scanner meldet, wenn der Artikel in Reichweite ist. Das heißt im Umkreis von ca. 50 cm.



Abbildung 10: User Interface der Handhelds

### 5. *Warenausgang Filiale*

Wenn ein Artikel die Filiale verlässt, entweder verkauft oder umgebucht wird, dann geschieht dies im Warenausgang.

### 6. *Abschriftensteuerung*

Die Abschriftensteuerung ist eine der Funktionen, die für den Kunden die meiste Zeitersparnis bringt. Wenn zum Beispiel Sommer- oder Winterschlussverkauf ist, bekommen Artikel oft einen neuen günstigeren Preis. Dies ist mit dieser Funktion sehr einfach zu bewältigen.

Details und genauere Abläufe der gerade erwähnten Funktionen, werden in Kapitel 8.1 beschrieben.

#### 6.3.2.2 *Seidensticker-Projekt*

Bei dem Textilproduzenten Seidensticker gibt es im Gegensatz zu Karstadt nicht so viele User Interfaces und auch keine Handhelds. Hier wird alles mit fixen RFID-Readern und einem fixen Computer erledigt. Das User Interface ist sehr einfach gehalten, so dass es jeder Benutzer sehr leicht bedienen kann. Es besteht grundsätzlich nur aus einem Start- und einem Stop-Button (siehe Abbildung 11)

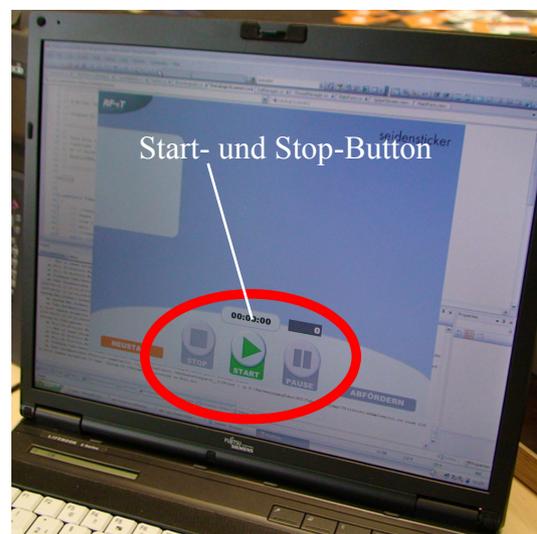


Abbildung 11: Seidensticker User Interface

Es zeigt die eingelesenen Pakete, deren EAN-Nummer und auch deren Inhalt an. Sind diese Pakete grün wie in Abbildung 12, dann ist der Inhalt des Paketes quantitativ aber auch qualitativ korrekt. Das heißt, wenn zum Beispiel 25 bestimmte Hemden in dem Paket sein sollen, dann würde auffallen, falls es nur 24 Hemden sind. Wären es jedoch 25 Hemden und eines davon wäre zum Beispiel von einer anderen Marke, dann würde es das System genauso bemerken.

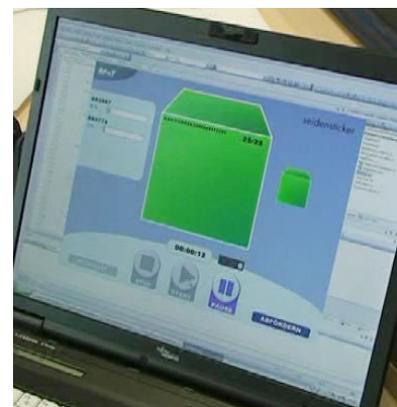


Abbildung 12: Paket - OK

## 7 DIE UNTERSUCHTE RFID-APPLIKATION

Das folgende Kapitel beschreibt die RFID-Applikation, die durch empirische Methoden untersucht wurde. Es wurden Verbesserungsmöglichkeiten für diese Applikation gesucht und auch gefunden (Näheres siehe Kapitel 9). Details zu der untersuchten Applikation werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

### 7.1 STRUKTUR & AUFBAU

In dem Northland-Shop in Graz befindet sich eine spezielle Druckmaschine mit der man RFID-Etiketten für die Verkaufsobjekte erzeugen kann. Auf den RFID-Tags, die sich in RFID-Klebeetiketten befinden, ist ein 96 Bit langer Code gespeichert, genannt „SGTIN“ - Serial Global Trade Item Number. Dieser Code enthält den EAN-Code und eine Seriennummer, die das entsprechende Verkaufsobjekt eindeutig macht. Es muss jedes Objekt mittels EAN-Code eingescannt werden und dann kann erst daraus das RFID-Etikett mit dem SGTIN-Code generiert werden.

Beim Eingang des Shops befindet sich ein RFID-Lesegerät, ein sogenannter RFID-Reader (siehe Abbildung 13). Er ist mit 3 Antennen ausgestattet und ans Netzwerk angeschlossen. Der RFID-Reader erkennt jedes Objekt, das mit einem RFID-Etikett ausgestattet ist, und



Abbildung 13: RFID-Reader

durch den Shop-Eingang bewegt wird. Mittels der RFID-Etiketten wird auch die Inventur in dem Shop sehr rasch und genau bewältigt.

## 7.2 DAS RFID-ETIKETT

Das RFID-Klebeetikett besteht hauptsächlich aus einer Antenne und einem winzig kleinen Microchip, dem RFID-Tag. (siehe Abbildung 14)

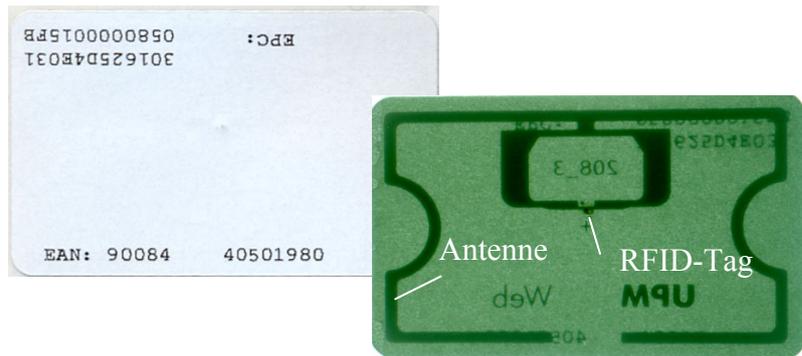


Abbildung 14: RFID-Etikett

Auf der Vorderseite wird noch zusätzlich der EAN-Code gedruckt und der neu erstellte EPC bzw. SGTIN-Code (siehe Kapitel 7.1), der den Artikel dann eindeutig macht.

## 7.3 DIE USER INTERFACES

Es gibt 2 unterschiedliche User Interfaces in dieser Applikation. Diese konnten im Zuge der empirischen Studien in einer Beobachtung im Northland-Shop und durch ein Gespräch mit dem technischen Betreuer näher analysiert werden.

### 7.3.1 User Interface zum Artikel verwalten

Das erste User Interface ermöglicht dem User (siehe Abbildung 15) das Einscannen des EAN-Codes eines Artikels. Auch die manuelle Eingabe des EAN-Codes ist möglich. Die hinzugefügten Artikel werden daraufhin in die Bestandsdatenbank aufgenommen und ein RFID-Etikett wird gedruckt.

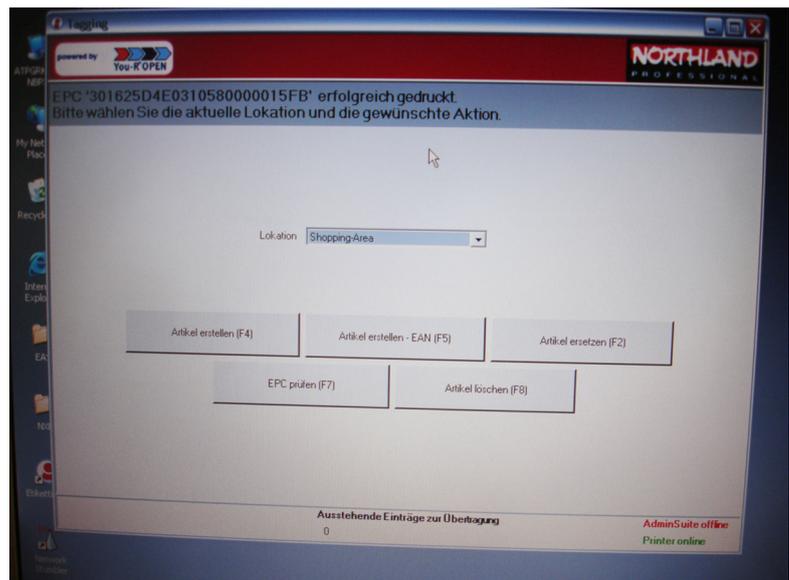


Abbildung 15: User Interface - Erfassung

### 7.3.2 User Interface für Entwendung

Das zweite User Interface wurde für die Diebstahlsicherung entwickelt. Dieses ermöglicht die Zusammenarbeit mit dem RFID-Reader am Shop-Eingang. Es meldet dem User, wann welcher Artikel aus dem Shop transportiert wurde. Daraufhin kommt eine Eingabeaufforderung an den User, warum dieser Artikel aus dem Shop ging. Der User hat nun die Möglichkeit aus 4 vorgegebenen Antworten auszuwählen. Die Antworten sind zum Beispiel „Artikel wurde gestohlen“ oder „Artikel wurde vor dem Geschäft ausgestellt“ usw.

## 7.4 VORTEILE DURCH DIE VERWENDUNG VON RFID

Bereits jetzt gibt es schon einige Vorteile, die durch die Verwendung von RFID-Technologie für die Mitarbeiter merkbar sind. Diese Vorteile konnten aufgrund der empirischen Untersuchungen (siehe Kapitel 5) ermittelt werden. Durch ein Gespräch mit dem technischen Betreuer der Diplomarbeit wurden die grundsätzliche Funktionsweise dieser Applikation, aber auch einige Vorteile erkannt. In dem anschließenden Gespräch mit den Mitarbeitern des Northland-Shops in Graz konnten noch weitere Details und Vorzüge, die durch die RFID-Technologie möglich sind, erörtert werden. Dadurch, dass die Mitarbeiter schon lange im Verkauf tätig sind, ist es für sie einfach Vor- und Nachteile von neuen Verkaufssystemen zu erkennen.

Laut den Mitarbeitern des Northland-Shops ist der größte Vorteil, dass man die Inventur um ein Vielfaches beschleunigen kann. Ohne RFID benötigt man in dem Shop ca. 3 bis 4 Stunden und mit RFID-Technologie ungefähr eine halbe Stunde, da ein RFID-Scanner viele Objekte gleichzeitig erfassen kann und nicht jedes Objekt einzeln eingescannt werden muss. Anders ist das bei einem EAN-Scanner. Dabei wird jedes Objekt extra in die Hand genommen und gescannt.

Weiters ist es möglich bei einer Entwendung eines Objektes aus dem Shop zu wissen, welches Objekt gestohlen wurde, da es eine eindeutige Nummer, den SGTIN-Code, und somit eine eindeutige Kennung hat. Dadurch kann das Artikelverwaltungssystem, den entwendeten Artikel sofort als fehlend ausgeben und nachbestellen.

## 7.5 AUFNAHME EINES ARTIKELS IN DAS SYSTEM

Wie bereits in Kapitel 7.3.1 beschrieben, wird ein Artikel mittels EAN-Code in die Bestandsdatenbank aufgenommen. Der EAN-Code ist ab Werk auf jedem Artikel enthalten. Nach dem Einscannen muss ein RFID-Etikett gedruckt werden und dieses wird auf den Artikel geklebt. (siehe Abbildung 16) Daraufhin ist dieser Artikel vor Diebstahl geschützt, solange das RFID-Etikett nicht vor einer Entwendung entfernt wurde.



Abbildung 16: RFID-Etikett auf Artikel

## 7.6 ALARMMELDUNG EINER ENTWENDUNG

Wird ein Artikel aus dem Shop gebracht, das heißt der Artikel wird durch den RFID-Reader beim Eingang bewegt, so meldet das zweite User Interface (siehe Kapitel 7.3.2) einen Artikeldurchgang beim RFID-Reader des Shop-Eingangs. Sobald ein User die entsprechende Eingabe getätigt hat, wird im System festgehalten, ob der Artikel weiterhin in der Bestandsdatenbank vorhanden ist. Wird eingegeben, dass der Artikel gestohlen wurde, so wird dieser aus der Datenbank gelöscht. Daraufhin ist im System ersichtlich, dass der Artikel sich nicht mehr im Lager befindet und nachzubestellen ist. Lautet die Eingabe, dass der Artikel nur vor dem Shop probiert wurde, so bleibt dieser in der Bestandsdatenbank enthalten.

## 7.7 VERKAUF EINES ARTIKELS

Der Verkauf eines Shop-Artikels findet in der Form statt, dass die zu verkaufenden Artikel zuerst per EAN-Code eingescannt werden, um den Preis und den Artikel festzustellen. Damit wird auch der Artikel im bereits vorhandenen Computersystem für den Verkauf gelöscht. Dem System wird mitgeteilt, dass dieser nachbestellt werden muss, bzw. sich nicht mehr im Shop befindet. Nach dem Einscannen wird das zuvor beschriebene RFID-Etikett mittels eines RFID-Readers deaktiviert. Die Deaktivierung erfolgt durch den unter dem Verkaufstisch angebrachten RFID-Reader/Writer. Dieser kann RFID-Tags lesen aber auch darauf schreiben.

(siehe Abbildung 17) Es wird das RFID-Etikett ausgelesen und daraufhin „unschädlich“ gemacht. Das heißt der RFID-Writer deaktiviert es, sodass der RFID-Reader am Eingang das RFID-Etikett nicht mehr erkennt bzw. keinen Alarm mehr auslöst.

Man muss dafür den Artikel in einem sehr geringen Abstand an dem RFID-Reader/Writer vorbeiziehen, um das Etikett zu deaktivieren.



**Abbildung 17: Verkaufstisch**

## 7.8 ANWENDUNGSSCHWIERIGKEITEN

Anwendungsschwierigkeiten, die bei diesem Projekt auftraten, konnten durch Interviews mit den Mitarbeitern des Northland-Shops und durch Beobachtung dieser herausgefunden werden. Auch durch Gespräche mit Dr. Christof Peter konnten Anwendungsschwierigkeiten ermittelt werden. In den nächsten Absätzen werden diese Schwierigkeiten in Szenarien gegliedert.

Wie bei der Beobachtung herausgefunden werden konnte, bereitet die Aufnahme eines Artikels in das System die größten Schwierigkeiten. Es müssen alle Artikel vor dem Positionieren im Shop, am Regal bzw. auf den Kleiderständern mittels EAN-Code eingescannt werden. Außerdem wird nach dem Einscannen das RFID-Etikett gedruckt. Dieses muss noch zusätzlich auf den Artikel geklebt werden. Dieser Vorgang konnte bei der Beobachtung im Northland-Shop gut analysiert werden.

Der Diebstahlschutz erfolgt dadurch, dass Artikel mit RFID-Etiketten beklebt werden. Dies kostet einiges an Zeit. Die Etiketten können ohne großen Aufwand vom Artikel wieder heruntergelöst bzw. abgeschnitten werden. (siehe Kapitel 7.5 - Abbildung 16) Der Diebstahlschutz ist damit nicht ausreichend gewährleistet.

Eine Alarmmeldung sollte ausgegeben werden, wenn ein Artikel aus dem Shop befördert wird. Dabei gibt es aber noch Anwendungsschwierigkeiten. Diese werden in den nächsten zwei Absätzen näher erläutert.

Bei legalem Befördern eines Artikels durch den Eingang des Shops, meldet das System, dass ein Objekt durch den Eingang bewegt wurde. Eine der Shop-Mitarbeiterinnen muss dann zum Verkaufstisch gehen und dort am Computer eine passende Meldung auswählen, warum dieser Artikel aus dem Shop getragen wurde. (siehe Kapitel 7.6) Dieser Eingabeprozess wird gerne etwas hinausgezögert. Wenn zum Beispiel sehr viele Kunden im Geschäft sind und alle Mitarbeiterinnen viel zu tun haben, ist dafür keine Zeit bzw. zu wenig Zeit.

Wenn das RFID-Etikett vor dem Verlassen des Shops entfernt wurde, wird beim Durchschreiten des RFID-Readers beim Shop-Eingang kein Objekt registriert, das den Shop verlassen hat. Somit erfolgt auch keine Meldung an die Mitarbeiter, dass ein Artikel entwendet wurde. Der Artikel wird daraufhin nicht aus der Datenbank entfernt, da das System keinen Verlust „bemerkt“ hat. Man stellt erst bei der nächsten Inventur bzw. beim nächsten Verkaufsversuch des Artikels fest, dass dieser nicht mehr vorhanden ist. Eine schwierige Entscheidung ist es, ob bei den vorher erwähnten Fällen ein für jeden hörbarer Alarm ausgegeben werden soll oder nur eine Stumme Meldung am Computer. Falls es außerhalb des Shops, vor dem Eingang, eine Verkaufszeile gibt, kommt es andauernd zu Überschreitungen der Diebstahlsicherung und der Alarm würde nur mehr als störender Faktor den Verkaufsprozess stören.

Beim Verkaufen eines Shop-Artikels gibt es zwei Dinge, die etwas „unhandlich“ gestaltet sind. Da die RFID-Technologie noch nicht für den Verkauf vorgesehen wurde, passiert dies noch über den EAN-Code auf den Artikeln. Das heißt, man muss bei einem Verkauf zuerst den EAN-Code scannen, um den Kassabon und auch die sonstige Abrechnung am Verkaufscomputer erstellen zu können. Zusätzlich muss das RFID-Etikett, aufgrund der schon vorher erwähnten Diebstahlsicherung, deaktiviert werden. Dies kostet den Mitarbeitern wiederum viel Zeit, da sie im Prinzip alles doppelt erledigen müssen.

Man kann anhand dieser Anwendungsschwierigkeiten erkennen, dass diese RFID-Anwendung noch ein großes Potenzial für mögliche Verbesserungen enthält. Es sind Verbesserungsmöglichkeiten auf Anwenderseite, aber auch auf Seiten der Firmenleitung gegeben. Diese werden in Kapitel 9.1 näher erläutert.

## 8 ÄHNLICHE RFID-APPLIKATIONEN

In den folgenden Absätzen werden die 2 Projekte von RF-IT Solutions für Karstadt und Seidensticker näher beschrieben. Ähnlich dem zuvor beschriebene Projekt im Northland-Shop in Graz wird bei diesen Projekten RFID ebenfalls für die Lagerverwaltung und Inventur verwendet.

### 8.1 KARSTADT-PROJEKT

Die Kaufhauskette Karstadt möchte mittels RFID die Inventurdifferenz reduzieren. Dafür werden einige fixe RFID-Reader installiert, ähnlich dem RFID-Reader am Eingang des Northland-Shops in Graz. Es werden aber auch mobile RFID-Reader (siehe all-in-one Scanner in Kapitel 9.1.1) verwendet. Die Anbringung der RFID-Etiketten auf der Ware passiert in einer eigenen Abteilung von Karstadt. Die Bedienung bzw. Verwendung dieser Applikation erfolgt für die Mitarbeiter von Karstadt wie folgt:

Wenn eine Kiste in einen Karstadt-Shop geliefert wird, so sind die Waren bereits mit RFID ausgestattet, da diese bereits vorher in der oben genannten Abteilung mit RFID-Tags bestückt wurden. Die Mitarbeiter haben die Aufgabe, die Kisten mittels eines mobilen RFID-Readers zu scannen und aufgrund einer zentralen Datenbank „weiß“ der RFID-Reader, ob die richtige Menge an Artikeln und auch die richtigen Artikel geliefert wurden. Es existiert dafür im Datenbanksystem eine zu vergleichende Sollliste. Die Kisten werden somit quantitativ und auch qualitativ geprüft, was einen sehr großen Vorteil für die Inventurgenauigkeit bringt.

#### 8.1.1 Lagerstandort-Umbuchung

Wie bereits in Kapitel 6.3.2.1.1 schon erwähnt, muss eine interne aber auch externe Lagerstandort-Umbuchung eingegeben werden, da man sonst Artikel, die an einen anderen Lagerplatz gebracht wurden, nicht mehr findet. Die Mitarbeiter können dies mithilfe der Applikation erledigen, indem sie diesen Artikel mit einem mobilen RFID-Reader scannen und anschließend einen neuen Lagerbereich in das System eingeben. Bei einer internen

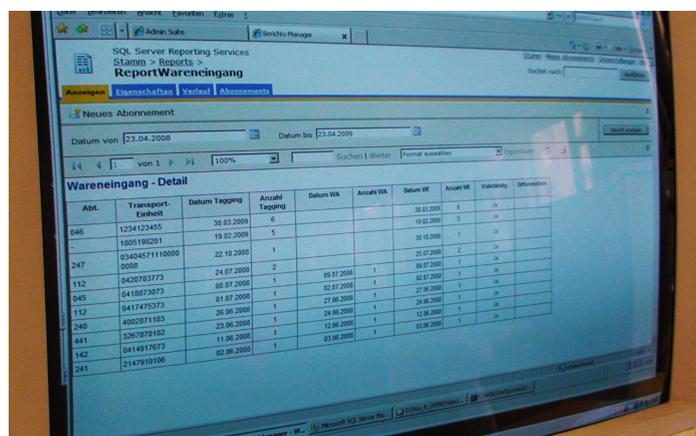
Umbuchung wird dabei nur ein neuer Ort im gleichen Standort gespeichert. Bei einer externen Umbuchung wird die Ware gelöscht und am anderen Lager beim Wareneingang neu erfasst und abgespeichert. Das kommt einem Verkauf dieser Ware gleich, da sie nicht mehr an diesem Standort ist. Die Umbuchung mittels eines Handhelds geht viel schneller, als jeden Artikel an einem fixen Standcomputer umzubuchen.

### 8.1.2 Preisänderung von Artikeln

Während eines Sommer- oder Winterschlussverkaufs beispielsweise bekommen Artikel andere Preise zugeordnet. Diese Preisänderungen müssen auf den Waren programmiert werden. Dies war vor der Einführung der RFID-Technologie bei Karstadt eine sehr umständliche und aufwendige Arbeit. Wenn ein Artikel mit dem neuen System einen anderen Preis bei einer Aktion zugeordnet bekommt, kann man diese Ware suchen. Dafür hat der mobile RFID-Reader eine Suchfunktion. Man geht mit dem Gerät durch das Lager oder das Geschäft und der mobile RFID-Reader signalisiert, wenn man sich in der Nähe der zu ändernden Ware befindet. Daraufhin kann man diese als Aktionsware kennzeichnen. Anschließend hat man die Möglichkeit den neuen Preis in die Datenbank für alle Produkte, deren Preis geändert werden muss, einzugeben. Diese Information wird sofort per W-Lan an das System übertragen.

### 8.1.3 Schwierigkeiten bei der Bedienung & Verwaltung

Wie sich aufgrund der Interviews und Laborbeobachtungen im Zuge der empirischen Untersuchung herausstellte, besteht die größte Schwierigkeit dieses Projektes darin, die Applikation und den mobilen RFID-Reader zu verstehen, da aufgrund der Komplexität dieser RFID-Anwendung auch eine relativ große Software am RFID-Reader laufen muss. Diese zu durchblicken ist für Mitarbeiter, die nicht viel mit Computern zu tun haben, doch relativ schwierig.



Abt.	Transport-Einheit	Datum Tagging	Anzahl Tagging	Datum WA	Anzahl WA	Datum ME	Anzahl ME	Validierung	Informationen
046	1234123455	30.03.2009	6			30.03.2009	6	ja	
	1805180201	19.02.2009	5			19.02.2009	5	ja	
247	03404571100005008	22.10.2008	1			25.07.2008	2	ja	
112	0420783773	24.07.2008	2		09.07.2008	1	02.07.2008	ja	
	0418873073	08.07.2008	1		02.07.2008	1	02.07.2008	ja	
045	0418873073	01.07.2008	1		27.06.2008	1	27.06.2008	ja	
112	0417475373	26.06.2008	1		24.06.2008	1	24.06.2008	ja	
240	4002871103	23.06.2008	1		12.06.2008	1	12.06.2008	ja	
341	1267870102	11.06.2008	1		03.06.2008	1	03.06.2008	ja	
142	0414917073	02.06.2008	1		02.06.2008	1	02.06.2008	ja	
341	2147910106	02.06.2008	1		02.06.2008	1	02.06.2008	ja	

Abbildung 18: Paketstatus-Anzeige

Es läuft auch eine bereits in Kapitel 6.3.2 erwähnte Management-Software (You-R<sup>®</sup> OPEN Admin Suite) am PC, wo man alle fixen und mobilen RFID-Reader sieht. Mit dieser Software hat man auch die Möglichkeit ein Track & Trace zu machen bzw. den aktuellen Status eines Artikels oder Pakets zu sehen. Hier erkennt man welche Artikel wann und wo verkauft wurden bzw. wo sie sich gerade befinden. (siehe Abbildung 18)

## 8.2 SEIDENSTICKER-PROJEKT

Auch der Textilproduzent Seidensticker möchte seine Lagerverwaltung mittels RFID bewältigen um daraus viele Vorteile zu ziehen. Einer der positivsten Aspekte dieser Applikation ist, dass bereits ab Werk in Vietnam die RFID-Etiketten angebracht werden können und somit keine eigene Abteilung dafür notwendig ist, wie zum Beispiel bei Karstadt.

Der Hauptteil dieser Anwendung besteht aus dem Auslesen von Kisten, die auf einem Förderband rollen. Auf diesem Band

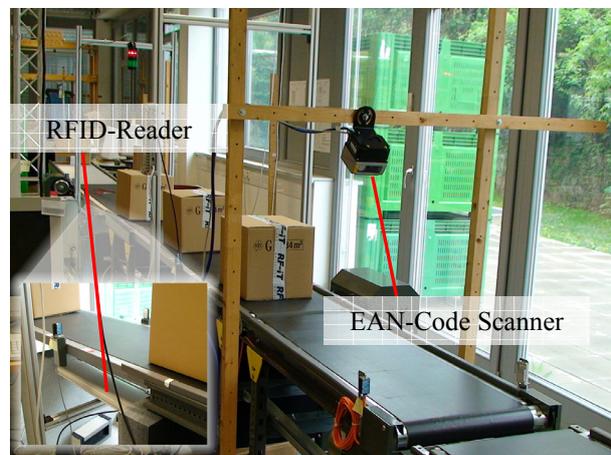


Abbildung 19: EAN-Scanner und RFID-Reader

werden mittels eines Barcode-Scanners an einer Vorrichtung über dem Förderband und zwei RFID-Readern unter dem Förderband (siehe Abbildung 19) die vorbeifahrenden Kisten, wie schon in Kapitel 6.3.2.2 beschrieben, qualitativ und quantitativ ausgelesen und geprüft. Falls ein Fehler entdeckt wird, wird die Kiste am Ende des Förderbandes „ausgeschossen“ und muss korrigiert werden. Die ausgelesenen Daten werden in einer Datenbank gespeichert, die man zur Korrektur der falsch befüllten Kisten anzeigen kann. Dabei sieht man, welcher Inhalt welcher Kiste korrigiert werden muss.

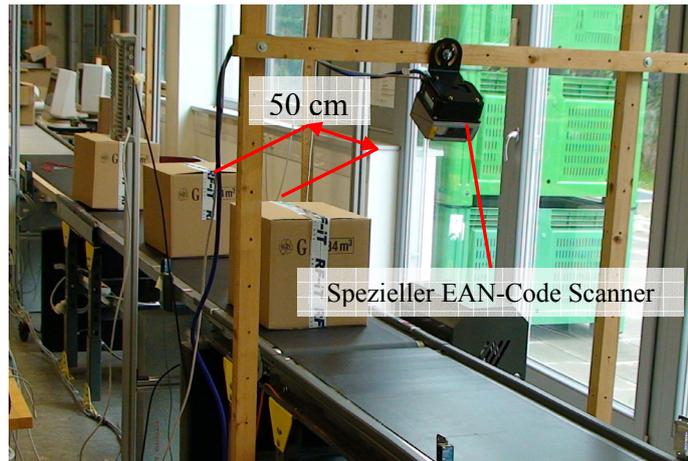
### 8.2.1 Bedienung der Applikationen

Die Bedienung dieser Applikation ist sehr einfach gehalten. Die Mitarbeiter müssen nur am User Interface des Computers den Start- oder Stopknopf drücken und den Rest erledigt die

Maschine. (siehe Kapitel 6.3.2.2 - Abbildung 11) Die Bedienung ist somit für jeden möglich und es sind keine Vorkenntnisse erforderlich.

## 8.2.2 Schwierigkeiten bei diesem Projekt

Die größte Schwierigkeit dieses Projektes war das schnelle Auslesen der Kisten mittels RFID, da diese Kisten mit einer Geschwindigkeit von 70 Zentimetern pro Sekunde vorbeifahren und nur einen Abstand von 50 Zentimetern haben. (siehe Abbildung 20) Wie schon in Kapitel 8.2 erwähnt, konnte der rasche Auslesevorgang durch zwei RFID-Reader unterhalb des Förderbands bewältigt werden. An dieser Stelle besteht der Untergrund des Förderbands aus Holz, da Metall für RFID hinderlich ist und zusätzliche Reflexionen verursacht. Dadurch könnte das Auslesen stark behindert, wenn nicht sogar unmöglich gemacht werden.



**Abbildung 20: Abstand von 50 cm zw. den Paketen**

Die nächste Schwierigkeit bei diesem Projekt war das Auslesen der EAN-Codes auf der Seitenwand der Kisten, weil die EAN-Klebeetiketten nicht immer an derselben Stelle der Seitenwand haften. Somit musste ein spezieller EAN-Scanner zum Einsatz kommen, der die ganze Seite einer Kiste abtastet, den EAN-Code findet und diesen einscannt. (siehe Abbildung 20)

## 8.3 ÄHNLICHKEITEN ZUM NORTHLAND-SHOP

Dem RFID-Projekt im Northland-Shop in Graz sind diese beiden Applikationen im Prinzip sehr ähnlich. Im Gegensatz zu den vorher erwähnten Applikationen wird im Northland-Shop die RFID-Technologie nicht nur für die Lagerverwaltung, sondern auch zur Diebstahlsicherung genutzt. Außerdem passiert dies in einem viel kleineren Rahmen, dadurch entstehen auch andere Schwierigkeiten als bei diesen beiden Projekten.

In dem folgenden Absatz werden die Vorteile beschrieben, die gegenüber dem Northland-Shop in Graz vorhanden sind.

### **8.3.1 Vorteile im Gegensatz zum Northland-Shop**

Der große Vorteil des Karstadt-Projektes im Gegensatz zum Northland-Shop in Graz liegt darin, dass die RFID-Etiketten bereits in einer eigenen Abteilung von Karstadt angebracht werden. So werden die Mitarbeiter in den Filialen nicht mit der Tätigkeit des Anbringens von RFID-Etiketten „aufgehalten“, was eine der größten Schwierigkeiten darstellt. Da das Anbringen von RFID-Etiketten den größten Zeitaufwand mit sich bringt, werden die RFID-Etiketten beim Seidensticker-Projekt bereits ab Werk montiert. Dadurch ist das Unternehmen von dieser Tätigkeit vollkommen entlastet. Das heißt, wenn bei Karstadt eine Kiste geliefert wird, bekommen die Mitarbeiter bereits eine Sollliste und können mittels RFID diese Kiste sehr rasch überprüfen, ob der richtige Inhalt vorhanden ist bzw. was genau fehlt. Bei dem Northland-Projekt müssen jedoch alle Objekte mittels EAN-Code eingelesen werden und können dann erst verglichen werden. Diese Methode dauert viel länger, da man jedes Objekt in die Hand nehmen und einscannen muss.

Diese Tatsachen bringen mit sich, dass es im Grunde im Northland-Shop nicht möglich ist, den gleichen Komfort, wie bei diesen zwei Projekten, mittels RFID-Technologie für die Mitarbeiter zu erreichen. Northland Professional hat dafür zu viele unterschiedliche Lieferanten und kann somit unmöglich alle Artikel mit RFID-Technologie geliefert bekommen.

## 9 MÖGLICHKEITEN FÜR DEN NORTHLAND-SHOP

Anhand des in Kapitel 5 erwähnten ersten empirischen Teils und Recherchen wurde nach Verbesserungsmöglichkeiten und Erleichterungen für die RFID-Applikation im Northland-Shop gesucht. Dafür wurden die Angestellten in Graz über Schwierigkeiten mit dem zurzeit bestehenden Projekt befragt, wo auch unter anderem eine Schwachstelle im Verkauf eines Artikels entdeckt werden konnte. Auch bei der Diebstahlsicherung wurde einiges an Potenzial für Verbesserungsmöglichkeiten entdeckt. Durch Beobachtung der Angestellten, wie zum Beispiel beim Einscannen eines Artikels, konnte einiges über die RFID-Applikation herausgefunden werden. So war es möglich Schwachpunkte zu analysieren. Auch der technische Betreuer dieser Diplomarbeit konnte hilfreiche Informationen liefern, um einen leichteren Umgang mit der RFID-Applikation zu ermöglichen. Weiters wurden Recherchen im Internet auf RFID-Herstellerseiten und auch auf RFID-Anwenderseiten durchgeführt um Verbesserungsmöglichkeiten zu finden. Auch digitale Datenbanken wurden dafür als Quellen herangezogen. Im Folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Recherchen und Analysen dargebracht.

### 9.1 VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN

#### 9.1.1 Integration eines all-in-one Handscanners

Um effizienteres Arbeiten mit RFID zu ermöglichen wäre folgender Scanner eine sehr große Hilfe: Es gibt die Möglichkeit einen all-in-one Handscanner (Intermec CK3 mit IP30-RFID-Modul) zu verwenden. Mit Hilfe dieses Scanners kann man Barcodes bzw. EAN-Codes einscannen, RFID-Tags programmieren und die Daten an einen Computer übertragen. Die Datenübertragung kann per W-Lan oder Bluetooth erfolgen.



**Abbildung 21: all-in-one Scanner  
(Intermec CK3 mit IP30-RFID-Modul)**

### 9.1.1.1 Mögliches User-Interface

Um den Mitarbeitern im Northland-Shop eine einfache Bedienung zu ermöglichen, musste das User Interface des Handscanners einfach gestaltet werden. Dafür wurde ein übersichtliches graphisches User Interface entwickelt. Aufgrund der Interviews und Beobachtungen im Northland-Shop wurden Szenarien überlegt, wie Abläufe übersichtlicher und einfacher gestaltet werden können. Aufgrund dieser Überlegungen und Untersuchungen konnten die User Interfaces für Testzwecke designed werden. Erstellt wurden sie mittels eines Bildbearbeitungsprogramms, um es den Mitarbeitern des Northland-Shops präsentieren zu können. Mittels einfacher Aktionen sind alle Tätigkeiten am Handscanner durchführbar. Das Hauptmenü des User Interfaces (Siehe Abbildung 22) könnte aus drei Auswahlmöglichkeiten bestehen: Aufnahme neuer Artikel, Inventur und Verkauf.



**Abbildung 22: mögliches Handscanner-User Interface**

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Untermenüs für die einzelnen Szenarien genauer erklärt.

### 9.1.1.2 Aufnahme neuer Artikel – User Interface

Bei der Funktion „Aufnahme neuer Artikel“ werden die neu eingetroffenen Artikel per EAN-Code eingescannt und gespeichert. Zusätzlich wird dann der eindeutige SGTIN-Code des RFID-Tags generiert und mittels des RFID-Moduls, des Handscanners werden die RFID-Tags ausgelesen und in der Datenbank gespeichert. (siehe Abbildung 23) Zum Schluss kann man zwischen „Strichcode bleibt gleich“ oder „neuen Strichcode scannen“ wählen. Bei „Strichcode bleibt gleich“ gibt es die Möglichkeit noch zusätzliche RFID-Tags von Artikeln mit demselben EAN-Code zu erfassen. Farbe und Größe der Artikel müssten im Gegensatz zur jetzigen Datenbank auch noch zusätzlich mit



**Abbildung 23: mögliches Aufnahme neuer Artikel - UI**

aufgenommen und gespeichert werden.

### 9.1.1.3 Inventur – User Interface

Falls der Button „Inventur“ gedrückt wird, werden die Artikel per RFID erfasst. Dazu muss man nur in die Nähe der Artikel kommen und die Software erkennt die Anzahl der sich in der Nähe befindlichen Artikel. Die Anzahl der eingescannten Artikel wird ausgegeben (siehe Abbildung 24) und der eindeutige SGTIN-Code wird erfasst. Diese Daten werden anschließend an das Verwaltungssystem und dessen Inventurdatenbank per W-Lan gesendet.



Abbildung 24: mögliches Inventur - UI

### 9.1.1.4 Verkauf – User Interface

Falls man einen Artikel mittels des Handscanners verkaufen möchte, muss man die RFID-Tags der zu verkaufenden Artikel scannen. Dabei werden diese erfasst und zusätzlich auch die Diebstahlsicherung deaktiviert. Es können auch mehrere Artikel gleichzeitig aufgrund von RFID eingescannt werden. Die Daten, die der Handscanner dem Verkaufs-PC überträgt, werden dort verarbeitet. Nachdem alle Artikel erfasst wurden, drückt man den „Rechnung drucken“-Button (siehe Abbildung 25) und somit wird auch gleich die Rechnung am Verkaufs-PC gedruckt.



Abbildung 25: mögliches Verkaufs-UI

### 9.1.2 Aufnehmen der Artikel in die Datenbank

Durch die Integration des vorher erwähnten all-in-one Handscanners wäre das Erfassen der neu gelieferten Artikel viel einfacher, da man nicht bei einem Computer stehen müsste, sondern sich frei mit dem Handscanner bewegen könnte. Falls die Artikel bereits in den Regalen ausgestellt wurden, hätte man die Möglichkeit direkt zu den Artikeln zu gehen und dort zu scannen. Aufgrund von Diebstahlschutzmängeln müsste man die Klebeetiketten durch sicherere RFID-Etiketten ersetzen (siehe Kapitel 9.1.3). Ein zusätzlicher Grund sie zu ersetzen wäre, dass die Aufnahme neuer Ware besser funktionieren könnte. Stattdessen wäre es möglich das



Abbildung 26: Einscannen mit dem EAN-Scanner

Wrap-Around-Tag (siehe Kapitel 9.1.3.2) zu nehmen, da er doch etwas sicherer und einfacher zu handhaben ist. Man hätte man die Möglichkeit das Wrap-Around-Tag bereits vor dem Programmieren an den Artikeln zu befestigen. So wäre es möglich gleich bei der Produktion der RFID-Tags eine Seriennummer auf die Tags zu schreiben. Dadurch wäre es machbar bereits vor einer Zuordnung und Aufnahme des Artikels in die Datenbank, einen Diebstahlschutz zu gewährleisten. Die Mitarbeiter könnten erst später die Ware auf den Regalen einscannen und somit in die Datenbank aufnehmen. Der am RFID-Tag befindlichen Seriennummer wird dadurch ein Artikel zugewiesen. Falls sich die Ware noch im Lager befindet, könnte man das Scannen und Zuordnen auch dort erledigen. Dadurch müsste man nicht alle Artikel zuerst zum Standcomputer am Verkaufstisch tragen, wo jetzt der EAN-Scanner steht (siehe Abbildung 26).

Wie vorher schon erwähnt müsste man beim Einscannen der EAN-Codes zusätzlich zur derzeitigen Artikelinformation auch die Größe und die Farbe des Artikels speichern. Durch diese zusätzliche Information in der eindeutigen Kennung wäre es auch möglich, immer zu wissen, wie viele Artikel mit einer bestimmten Größe noch vorhanden sind bzw. welche nachbestellt werden müssen. Das erspart sehr viel Zeit, da nicht mehr der ganze Shop von den Mitarbeitern manuell kontrolliert werden muss.

Die zweite Möglichkeit die Aufnahme neuer Ware zu verbessern wäre, die EAN-Codes separat zur Warenlieferungskiste bei zu legen. Somit könnte man alle EAN-Codes auf einmal scannen und daraufhin die RFID-Klebeetiketten produzieren. Beim Aufkleben der RFID-Etiketten müsste man aber trotzdem Acht geben, dass man den richtigen EAN-Code auf die richtige Ware klebt. Das würde sehr viel Zeit kosten und wäre somit nur sehr schwer umsetzbar.

### 9.1.3 Diebstahlschutz

Um den Diebstahlschutz effizienter zu gestalten, gibt es einige Alternativen zu den zurzeit verwendeten RFID-Klebeetiketten. Diese Klebeetiketten sind nicht sehr sicher, wie schon in Kapitel 7.8 festgestellt wurde. Um besser geeignete RFID-Tags zu finden, wurden Internetseiten, Broschüren und Studien von RFID-Tag Herstellern durchsucht. Weiters wurden bereits bestehende Sicherheitssysteme in Verkaufs-Shops als Vergleich herangezogen. Die gefundenen RFID-Tags wurden anschließend nach der Bauweise und deren Sicherheit miteinander verglichen. Die Vor- und Nachteile ergaben sich aufgrund von Diebstahlsicherheit, Anbringungsmöglichkeit auf Artikeln und mögliche Wiederverwendung der RFID-Tags. Auch auf das Abnehmen der RFID-Tags wurde geachtet, um eine schnellere Zahlungsweise zu ermöglichen und auch den nötigen Datenschutz, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, sicher zu stellen. Folgende RFID-Tags sind mögliche und sicherere Nachfolger:



Abbildung 27: Hartetikett

#### 9.1.3.1 RFID-Hartetikett (inkl. Drahtseil)

Vorteile:

- Diebstahl nur mit Anwendung grober Gewalt möglich → sehr sicher.
- Diese Etiketten sind wieder verwendbar, da man sie nach dem Verkauf abnimmt → geringe Kosten
- Durch ein Drahtseil ist das Etikett für alle Artikel geeignet, nicht nur für Textilien. (siehe Abbildung 28)



Abbildung 28: Hartetikett mit Drahtseil

Nachteile:

- Laut einer Studie von Checkpoint Systems Germany, vom 16. 1. 2009, stört ein Hartetikett die Mehrheit der europäischen Konsumenten beim Anprobieren der Textilartikel. (vgl. erster Absatz)<sup>23</sup>
- Das Abnehmen nach dem Zahlungsvorgang ist ein zusätzlicher Arbeitsaufwand.

### 9.1.3.2 *Wrap-around Tag*

Vorteile:

- Es stört weniger beim Anprobieren, da es weniger Gewicht hat.
- Es muss beim Verkaufen der Ware nicht abgenommen, sondern nur deaktiviert werden. Die Deaktivierung findet während des Verkaufsvorganges statt (siehe Kapitel 9.1.5).
- Es ist auch für andere Artikel verwendbar und nicht nur für Textilware.
- Es ist einfacher zu montieren als Hartetiketten, da es zum Beispiel nur in ein Knopfloch oder um eine Flasche gezurret werden muss.



Abbildung 29: Wrap-Around-Tag

Nachteile:

- Diese Tags sind für Diebe nicht so leicht zu entfernen wie das derzeit verwendete Klebeetikett, aber immer noch zu einfach.
- Diese Tags können nicht wieder verwendet werden, da sie am Artikel verbleiben.

### 9.1.3.3 *Mini-RFID-Tag direkt in die Kleidung einnähen*

Vorteile:

- Diebstahl ist durch Entfernen so gut wie unmöglich, da die Kleidung beschädigt werden würde.
- Es stört kein Etikett beim Anprobieren der Kleidung, da man es gar nicht mehr sieht bzw. spürt.
- Es muss beim Zahlungsvorgang auch nicht abgenommen, sondern nur deaktiviert werden.

---

<sup>23</sup> <http://www.checkpointeurope.com/app/?page=newsitem&locale=de&id=24>, 19.03.2009.

- Es ist kein Programmieren der Mini-Tags notwendig, da dies ab Werk geschieht.

Nachteile:

- Es kann zu Datenschutzproblemen kommen, da man das Mini-Tag in der Kleidung auf der Straße noch jederzeit lesen und identifizieren kann.
- Diese Alternative ist nur für Textilartikel möglich.
- Man muss als Verkäufer genau wissen wo der RFID-Tag eingenäht wurde, um den Verkauf so schnell wie möglich durchführen zu können.
- Der Hersteller des Kleidungsartikels muss den Mini-Tag in die Kleidung integrieren. Dies ist zurzeit von Herstellerseite aus noch unmöglich zu realisieren.

#### 9.1.3.4 Laundry Tag (speziell für Textilien)

Vorteile:

- Es ist sehr gut getarnt, da es einem Ersatzknopf sehr ähnlich sieht.
- Es stört weniger beim Anprobieren, da man es gar nicht bemerkt.
- Es muss beim Zahlungsvorgang auch nicht abgenommen, sondern nur deaktiviert werden.



Abbildung 30: Laundry Tag (Knopf-Form)

Nachteile:

- Dieses Tag kann einfach abgeschnitten werden, da es mit einem Nylonfaden direkt an der Kleidung angenäht ist.
- Es ist nur für Textil-Artikel verwendbar.
- Das Anbringen dauert etwas länger als das Aufkleben der zurzeit verwendeten Klebeetiketten. Man benötigt zusätzlich eine Knopf-Nähmaschine (zum Beispiel Smart „Fix-A-Button“-Handnähmaschine – siehe Abbildung 31).
- Diese Tags können nicht wieder verwendet werden, da sie auf der Kleidung verbleiben.



Abbildung 31: Smart Fix-A-Button

### 9.1.3.5 Textil-RFID-Tag

Vorteile:

- Es stört kein Etikett beim Anprobieren der Kleidung, da es vollkommen aus Stoff besteht. (siehe Abbildung 32)
- Es muss beim Zahlungsvorgang auch nicht abgenommen, sondern nur deaktiviert werden.
- Es ist sehr gut getarnt, da es wie ein normales Textilschild aussieht.



Abbildung 32: Textil-RFID-Tag

Nachteile:

- Diese Alternative wäre nur für Textilartikel möglich.
- Man muss es erst zum Beispiel mittels einer Handnähmaschine an die Kleidung anbringen.

### 9.1.3.6 Kostenfaktor anderer RFID-Tags

Da die Alternativen zu den RFID-Klebeetiketten sicherer sind und diese meist aus Kunststoff bestehen, spielen auch die zusätzlichen Kosten eine Rolle, da man wie bei den Klebeetiketten immer wieder neue Tags an den Artikeln befestigt.

Da aber zum Beispiel ein Wrap-around Tag nicht mehr als 0,40 Euro kostet, ist dieser Preis vernachlässigbar. Ein Diebstahl ist dadurch schwerer möglich.

Hartetiketten sind teurer, können aber sehr oft wieder verwendet werden, das heißt die Kosten spielen so gut wie keine Rolle.

## 9.1.4 Alarmmeldung bei Beförderung eines Artikels durch den Eingang

Falls ein Artikel legal oder illegal aus dem Shop getragen wird, gäbe es mehrere Möglichkeiten die Mitarbeiter des Shops zu verständigen. Zurzeit erscheint am Computerbildschirm eine Nachricht, die ein Bewegen eines Artikels durch den Eingang

meldet. Daraufhin wird man zur Eingabe des Grundes der Bewegung durch den Eingang aufgefordert (siehe Kapitel 7.3.2). Dies konnte anhand des ersten empirischen Forschungsteils im Gespräch, mit dem technischen Betreuer Dr. Christof Peter und den Mitarbeiter des Northland-Shops, festgestellt werden. Der ursprünglich geplante Alarmton wurde deaktiviert, aufgrund der vielen Fehlalarme und der daraus folgenden Lärmbelästigung.

#### 9.1.4.1 2-wege Pager

Bei dieser Methode bekommen die Angestellten einen Pager aufgesteckt, der bei Beförderung einer Ware durch den Eingang Alarm gibt. Diese Alarmmeldung findet durch Vibrieren oder Abspielen von Tonsignalen statt. Mit diesem 2-wege Pager hätte man zusätzlich die Möglichkeit auf das Alarmsignal mit einer Textnachricht zu antworten, was aber zu lange dauern würde. Außerdem würden die Angestellten immer wieder andere Meldungen für denselben Beförderungsgrund (zum Beispiel einmal: „Anprobe vor dem Shop“, dann „probiert nur vor dem Shop“ usw.) an den PC senden. Dies wäre in einer Statistik schwer erfassbar.



Abbildung 33: 2-wege Pager

#### 9.1.4.2 1-wege Pager und ein Sender

Im Gegensatz zum 2-wege Pager hat man mit dem 1-wege Pager (wie zum Beispiel dem Motorola Advisor Elite) nur die Möglichkeit Textnachrichten zu empfangen, aber nicht zu beantworten.



Abbildung 34: 1-wege Pager

Bei Hausalarmanlagen kann man oft mittels eines Zwei- oder Vierkanal-Senders (ähnlich dem eines KFZ-Zentralverriegelungssenders) verschiedene Signale senden. Dies sind Signale zum Aktivieren und Deaktivieren der Alarmanlage oder auch ein Signal für Panikalarm, das den sofortigen Alarm auslöst. Anhand dieses Vorbildes wäre so ein Handsender auch bei dieser RFID-Anwendung sehr nützlich. Wenn jemand einen Artikel stiehlt bzw. jemand legal einen Artikel durch den Eingang befördert, könnte man mit diesem Sender ein bestimmtes Signal an das Computersystem senden. Somit wird dem System, durch drücken der richtigen Taste mitgeteilt, ob es sich um einen Diebstahl oder um eine legale Beförderung durch den Eingang handelt. Dies kann man an jedem Ort im Shop

erledigen, da es sich um einen Funksender handelt. Konkret wäre der Funk-Sender bei dieser Anwendung ein Mehrkanal-Handsender. Man braucht am Handsender so viele Kanäle wie es unterschiedliche Beförderungsgründe gibt, um für jeden Beförderungsgrund bei Alarm eine eigene Taste benutzen zu können.

Falls nun ein Objekt durch den Ausgang geschleust oder auch legal aus dem Shop gebracht wird, melden sich die Pager der Angestellten mit einem Ton- und Vibrationssignal und einer Textnachricht. Woraufhin einer der Angestellten mittels einer der Tasten am Handsender bestimmen kann, welcher Beförderungsgrund ausgegeben werden soll bzw. ob der Artikel gestohlen wurde oder nicht. Somit weiß das System, ob der Artikel nachzubestellen ist, oder nur kurz aus dem Shop befördert wurde und wieder zurück gebracht wird.



**Abbildung 35: 6-Kanal Sender**

Durch die Verwendung eines Text-Pagers steht zusätzlich eine weitere Art der Mitteilung des Computers an die Mitarbeiter offen. Man kann auch andere Nachrichten als „Es wurde ein Artikel durch den Eingang bewegt“ senden, wie zum Beispiel: „Die Inventur muss morgen wieder erledigt werden.“ Solche Nachrichten könnten als Erinnerung für die Mitarbeiter sehr hilfreich sein.

### **9.1.5 Verkauf eines Artikels**

Der Verkauf der Shop-Artikel könnte effizienter gestaltet werden, indem man dafür auch die RFID-Technologie verwendet, anstatt der bisherigen Barcode bzw. EAN-Code Technologie. Man würde sich so das Scannen jedes einzelnen Artikels ersparen. So bräuchte man nur noch die Ware auf den Verkaufstisch zu legen und alle Artikel wären erfasst. Zusätzlich wäre auch gleich der Diebstahlschutz deaktiviert. So würde man sich sehr viel Zeit ersparen.

Der Verkauf könnte mittels eines Handscanners durchgeführt werden. Dafür wäre der in dem vorhergehenden Kapitel 9.1.1 erwähnten all-in-one Handscanner verwendbar. So würde man sich ein zusätzliches fixes Scangerät ersparen. Auch lästige Kabel des jetzigen EAN-Code-Scanners würden wegfallen.

Die Verkaufsmöglichkeit durch einen Handscanner würde bei Hartetiketten teilweise wegfallen, da man den Magnetverschluss nur am Verkaufstisch entsichern kann.

Zusätzlich zum bereits erwähnten Handscanner wäre die Verwendung eines Tischscanners möglich. Man könnte unter dem Verkaufstisch einen RFID-Reader anbringen, wo man die Ware bei einem Verkauf darauf legt. Dabei wird alles erfasst und auch der Diebstahlschutz deaktiviert.

Bei den Hartetiketten würde das Deaktivieren automatisch mit dem Entsichern des Magnetverschlusses passieren.

## 9.2 PRÄSENTIERTE VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN

In Kapitel 9.1 wurden sehr viele Verbesserungsmöglichkeiten erwähnt. Diese konnten aber nicht alle den Mitarbeiterinnen des Northland-Shops vorgeführt werden. Die Präsentation einer so großen Anzahl an Möglichkeiten würde zuviel Zeit der Mitarbeiterinnen beanspruchen. Folgende Alternativen, die sich durch die zuvor genannten Vorteile am Besten eignen würden, wurden im Shop präsentiert. Die Präsentation erfolgte mittels Mock-Ups. Dabei wurde der in Kapitel 9.1.1 erwähnte all-in-one Scanner (siehe Abbildung 37) präsentiert. Die User Interfaces aller Untermenüs wurden ausgedruckt und auf



Abbildung 36: Mock-Up der RFID-Tags  
(inkl. Fix-a-Button Maschine)



Abbildung 37: Mock-Up des all-in-one Scanners

den Scanner geklebt, um diese vorführen zu können. Die in Kapitel 9.1.3 angeführten RFID-Tags wurden auch mittels Mock-Ups den Mitarbeiterinnen vorgeführt (siehe Abbildung 36). Aufgrund von Zeitmangel der Mitarbeiter konnte dies aber nur kurz präsentiert werden. Eine

Vorführung eines Ablaufes war leider nicht möglich. Durch das fokussierte Interview wurden zusätzlich Meinungen der Mitarbeiter zu den möglichen Verbesserungen eingeholt und in der Arbeit für das Ergebnis berücksichtigt.

Die Aufnahme der neuen Artikel wird aufgrund der vielen Vorteile des all-in-one Scanners verbessert und erweitert. Aufgrund dessen fiel die Entscheidung diesen Scanner dafür einzusetzen. Auch dieser wurde wie bereits im letzten Absatz erwähnt mittels eines Mock-Ups den Mitarbeitern des Northland-Shops präsentiert und erklärt. Die erstellten User Interfaces für das Szenario „Aufnahme neuer Artikel“ wurden dafür mit dem Scannermodell präsentiert. Nachdem dies sehr positive Kritik erhielt, wäre es eine reelle Möglichkeit für eine Verbesserung.

Für den Diebstahlschutz kommt das Wrap-around Tag (siehe Kapitel 9.1.3.2) und das Laundry Tag (siehe Kapitel 9.1.3.4) in Frage. Diese wären zwar sehr handlich und auch praktisch bzgl. deren Lagerung und Befestigung an der Ware, sind aber doch relativ einfach von der Kleidung zu entfernen. Von diesen Arten der RFID-Tags wurden den Mitarbeitern Modelle vorgeführt. (siehe Abbildung 36) Eine bessere Alternative bezüglich Diebstahlsicherung wären RFID-Hartetiketten (siehe Kapitel 9.1.3.1). Diese sind zwar relativ groß und nach dem Verkauf des Artikels abzunehmen, haben aber eine hohe Diebstahlsicherheit und sind außerdem wieder verwendbar. Durch die Wiederverwendbarkeit ist eine hohe Kostenersparnis möglich. Mittels eines Drahtseils wäre auch die Anbringung dieser Etiketten nicht nur an Textilien möglich. Dieses Drahtseil hat eine zu hohe Materialstärke um es einfach durchzuschneiden. Das Drahtseil kann somit nur über den Magnetverschluss des Hartetiketts abgenommen werden.

Bei einer Alarmmeldung bei Beförderung durch den Eingang, wie schon in Kapitel 9.1.4.1 erwähnt, dauert die Antwort eines 2-wege Pagers zu lange und ist auch für die Auswertung der Meldungen zu ungenau. Deshalb wird der 1-wege Pager vorgezogen. Dieser wurde mittels eines Ausdruckles den Mitarbeitern im Northland-Shop präsentiert. Der Mehrkanalsender wurde anhand eines echten Senders einer Alarmanlage den Mitarbeitern vorgeführt. Die Reaktion der Mitarbeiter war sehr positiv, da man zu jeder Zeit an jeder Position den Alarm steuern kann. Ein großer Vorteil ist die Einfachheit und relativ rasche Umsetzungsmöglichkeit dieser Lösung. (siehe Kapitel 9.1.4.2)

### 9.3 ZUKÜNFTIGE MÖGLICHKEITEN MIT RFID

Zukünftige Möglichkeiten mit RFID wurden durch Recherchen im Internet und in der österreichischen Nationalbibliothek ermittelt und analysiert. Das Durchsuchen von RFID-Applikationshersteller-Broschüren und Zukunftsbroschüren führte zu den aufgezeigten Innovationen. Den Mitarbeitern des Northland-Shops in Graz konnte dies aufgrund des begrenzten Zeitrahmens der Angestellten leider nicht präsentiert werden. Die Möglichkeiten wurden nach Szenarios gegliedert und werden in den folgenden Absätzen angeführt.

#### 9.3.1 Aufnahme neuer Artikel

Mit Hilfe eines eingebauten GSM-Teils des all-in-one Handscanners würde sich die Möglichkeit anbieten den Lieferanten direkt zu informieren, welche Artikel angekommen sind und welche verschwunden sind. Zusätzlich können Daten an die Zentrale gesendet werden, welche Artikel in dieser Filiale physisch vorhanden sind. Diese



Abbildung 38: RFID-Infostand

Tatsache könnte zu einer zusätzlichen Überwachung des Schwundes führen. Außerdem hätte die Zentrale aller Shops die Möglichkeit, immer aktuelle Verkaufsstatistiken und auch Inventurstatistiken zu erstellen.

#### 9.3.2 Beim Einkauf für den Kunden

In der Zukunftsbroschüre der Metro Group (vgl. Seite 25) <sup>24</sup> sind einige Innovationen aufgelistet, die durch RFID umgesetzt werden könnten. Bei einem Einkauf für den Kunden wären noch sehr viele bis jetzt noch nicht umgesetzte Methoden offen.

Wenn man als Kunde einen Artikel entnimmt, erkennt der RFID-Reader am Regal bzw. auf der Kleiderstange, welches Produkt man gerade genommen hat. Daraufhin erhält man durch

---

<sup>24</sup> METRO Group RFID Innovation Center: Informations- und Entwicklungsplattform für die Zukunft des Handels, [http://www.future-store.org/fsi-Internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/WISSB\\_Publikationen\\_Broschueren\\_RFID-Innovation-Center-dt.pdf](http://www.future-store.org/fsi-Internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/WISSB_Publikationen_Broschueren_RFID-Innovation-Center-dt.pdf), 31.03.2009.

LCD-Screens, die sich neben den Regalen befinden, Werbebotschaften und weitere Informationen darüber. (siehe Abbildung 38)

In der Umkleidekabine wäre es möglich mittels Touch-LCD-Screens und RFID-Readern dem Kunden Fragen zu stellen, ob er mit der Ware zufrieden ist, die er zur Anprobe ausgewählt hat. Zusätzlich wäre es möglich dem Kunden die noch vorhandenen Größen anzuzeigen, welcher Designer das Kleidungsstück entworfen hat und vieles mehr.

Wenn man sich im Spiegel des Verkaufsraums, in den anprobierten Kleidungsstücken betrachtet, gäbe es die Möglichkeit, dass man eine virtuelle Beratung erhält. Noch dazu könnte man eine Anzeige der Kombinationsmöglichkeiten verschiedener dazu passender Artikel erhalten.

### 9.3.3 Automatisches Objektortungssystem „Sherlock“

In der Studie von Nemmaluri et al.<sup>25</sup> wurde ein automatisches Objektortungssystem mit der Bezeichnung „Sherlock“ entwickelt. Dieses System findet automatisch Objekte in einem Raum und kann die Position eines bestimmten Objektes dem Benutzer mitteilen. In den folgenden Absätzen wird ein kurzer Überblick über die Funktionsweise und Anwendung dieses Systems gegeben.

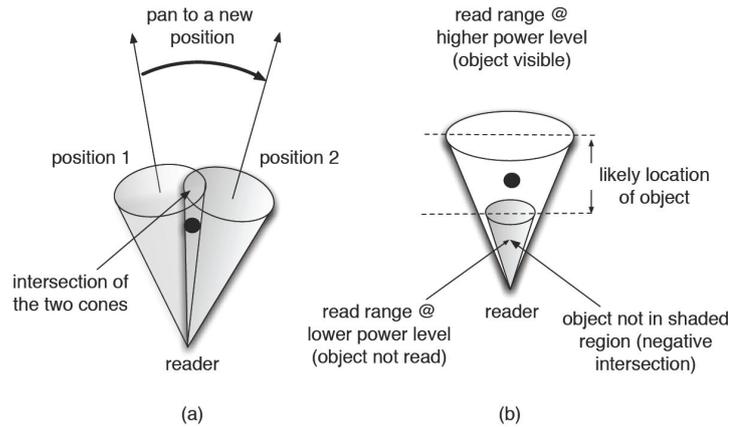
Das Objektortungssystem besteht aus einem Netzwerk von RFID-Readern mit drehbaren Antennen und pan-tilt-zoom Kameras. Eine pan-tilt-zoom Kamera ist eine Videokamera die man elektronisch drehen und neigen kann. Auch das Zoom kann elektronisch ferngesteuert werden. Mittels dieser zwei Techniken kann ein Objekt geortet werden.

Wie bereits vorher erwähnt, wird das Objekt durch Kameras und RFID-Reader gesucht. Die Strategie ein Objekt zu finden ist folgende:

---

<sup>25</sup> Nemmaluri, Aditya et al.: Sherlock: Automatically Locating Objects for Humans – Breckenridge, Colorado, USA: MobiSys'08, June 17-20 2008.

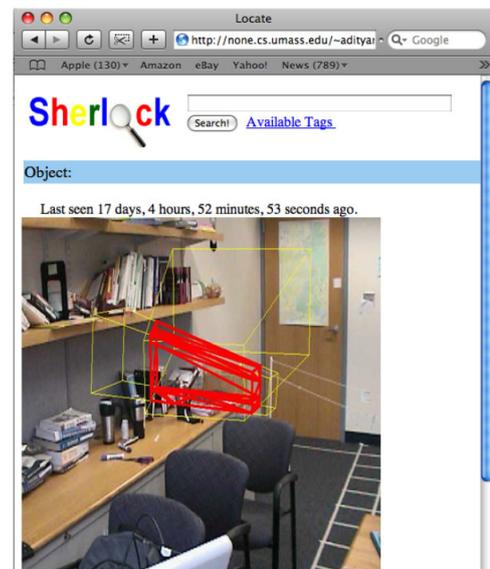
Wenn man mit einer Antenne eines RFID-Readers ein Signal aussendet, bekommt man von den erreichten RFID-Tags eine „Antwort“ zurück. Wie man in Abbildung 39 sehen kann, passiert das Aussenden des Signals in Form eines Kegels. Das wird aber nur ungefähr angenommen, da es immer Abweichungen gibt. Wenn man



**Abbildung 39: Auffinden eines Objektes**

jetzt diese Antenne dreht und von dem RFID-Tag am Objekt immer noch ein Signal bekommt, dann muss das Objekt in der Schnittfläche der beiden Kegel liegen, wie man in Abbildung 39 (a) gut erkennen kann. Möchte man jetzt auch noch die Entfernung wissen, so besteht die Möglichkeit mit unterschiedlicher Leistung das Signal auszusenden. Mit einem schwächeren Signal bekommt man nur von den Objekten, die näher am RFID-Reader liegen eine „Antwort“. Bei einem stärkeren Signal bekommt man noch zusätzlich die Objekte, die weiter weg liegen. So ergibt sich wieder eine Schnittfläche, die man mit der Anzahl der Messungen beliebig verkleinern kann. Somit ist die Position sehr genau bestimmbar, aber Genauigkeit kostet sehr viel Zeit. Man muss daher einen guten Mittelweg finden. Die elektronisch verstellbare Kamera ermöglicht dem User, das Objekt am Monitor mittels Markierungen zu sehen. (siehe Abbildung 40)

Bewegte Objekte zu verfolgen ist laut Nemmaluri et al. mit der heutigen RFID-Technik noch nicht möglich, aber so genannte Nomaden-Objekte sind nachverfolgbar. Nomaden-Objekte sind Gegenstände, die ruhig am Platz liegen, aber manchmal an einen anderen Ort bewegt werden und dann dort wieder ruhig liegen. Diese Änderung aufzuzeichnen ist bereits mit dem Sherlock-System möglich.



**Abbildung 40: Sherlock Web-Interface**

Das User Interface von Sherlock ist sehr einfach gehalten und gibt dem User die Möglichkeit nach Objekten zu suchen. Es ähnelt einer Suchmaschine im Internet. (siehe Abbildung 40) Man kann direkt den Namen des zu suchenden Objektes eingeben. Daraufhin durchsucht das System die Datenbank, in der alle Objekte mit deren Koordinaten und die neuesten Bilder der Objekte gespeichert sind. Als Endergebnis werden nach eigens entwickeltem Koordinatensystem die gefundenen Objekte mittels Boxen in das Bild des Raumes eingezeichnet und markiert, wie in Abbildung 40 die roten und gelben Boxen zu sehen sind.

### 9.3.4 Möglichkeiten für die Mitarbeiter im Northland-Shop

Durch den Einsatz von RFID-Technologie werden von der Metro Group (vgl. Seite 25) <sup>26</sup> auch für Mitarbeiter einige interessante Möglichkeiten aufgelistet. Es sind Innovationen im Verkaufsbereich, die nicht nur für die Konsumenten Vorteile hervor bringen, sondern auch für Angestellte im Verkaufsbereich gäbe es einige neue Möglichkeiten. Falls sich beispielsweise nur noch wenige Artikel im Regal bzw. an der Kleiderstange befinden, ist es möglich, dass das System den Mitarbeitern eine Meldung macht, dass das Regal wieder mit den im Lager befindlichen Artikeln aufgefüllt werden sollte.

Der Nutzen des vorher bereits erwähnten Ortungssystems Sherlock für Angestellte in einem Shop liegt somit auf der Hand. Falls man ein großes Lager hat, müsste man nicht mehr Buch führen, wo welche Artikel gelagert wurden, sondern könnte das mittels des Sherlock-Systems durchführen und würde sich sehr viel Zeit ersparen. Auch im Verkaufsbereich wäre so ein System von Vorteil, da auch damit Objekte im Shop auffinden könnte, falls ein Kunde nach einem Artikel fragt und man nicht den gesamten Lagerstand auswendig im Kopf hat.

---

<sup>26</sup> METRO Group RFID Innovation Center: Informations- und Entwicklungsplattform für die Zukunft des Handels, [http://www.future-store.org/fsi-Internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/WISSB\\_Publikationen\\_Broschueren\\_RFID-Innovation-Center-dt.pdf](http://www.future-store.org/fsi-Internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/WISSB_Publikationen_Broschueren_RFID-Innovation-Center-dt.pdf), 31.03.2009.

### 9.3.5 Möglichkeiten für die Geschäftsleitung des Northland-Shops

Durch die interaktive Umkleidekabine wären alle Produkte, die Kunden am Tag anprobieren, erfasst. Dies könnte mittels Statistiken ausgewertet werden. Zusätzlich gäbe es eine Protokollierung über die Zufriedenheit der Kunden durch die Fragen, die während des Probiervorganges gestellt werden. Die Geschäftsleitung hätte so die Möglichkeit festzustellen, welche Artikel nie angesehen bzw. probiert werden und welche häufig. Es wäre somit eine große Hilfe bei der Bestellung eines neuen Sortiments, welche Serie von Artikeln nicht mehr bestellt werden muss. Daraufhin könnten die so genannten Ladenhüter reduziert werden.

## 10 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

In den folgenden Absätzen werden Verbesserungsmöglichkeiten und Verbesserungsmethoden aufgezeigt, die aufgrund von Gesprächen, Interviews und Vorführungen in dem Shop und dem Labor die besten Alternativen zur derzeitigen Applikation sind.

### 10.1.1 RFID-Tag

Die Entscheidungen die das zu verwendende RFID-Tag betreffen, fielen auf folgende Tags aufgrund folgender Faktoren:

Die Mitarbeiter fanden die ihnen präsentierten Wrap-Around-Tags (siehe Kapitel 9.1.3.2) und Laundry-Tags (siehe Kapitel 9.1.3.4) zwar gut, aber leider wiesen sie eine zu geringe Diebstahlsicherheit auf. Die einzig in Frage kommende diebstahlsichere Lösung wären die RFID-Hartetiketten (siehe Kapitel 9.1.3.2), da diese wirklich nur mit sehr roher Gewalt zu öffnen sind. Der zweite Vorteil ist, dass man diese Etiketten wieder verwenden kann.

Was den Kostenfaktor betrifft gab es keine Probleme. Durch die schon oben erwähnte Möglichkeit der Wiederverwendung von RFID-Hartetiketten, spielt der Kostenfaktor dieser Tags nur eine sehr geringe Rolle, da man nur einmal Ausgaben dafür tätigen muss. Im Gegensatz zu den Hartetiketten stehen die bisher verwendeten RFID-Klebeetiketten, die bei jedem Verkauf eines Artikels auf diesem haften bleiben und somit immer wieder erneuert werden müssen.

### 10.1.2 Scanner

Auch über die Verwendung eines neuen Scanners wurde beraten. Die Benützung des schon öfters erwähnten all-in-one Handscanners (siehe Kapitel 9.1.1) fanden die Mitarbeiter sehr gut, da man diesen auch gleich für die Inventur verwenden kann. Auch kostentechnisch wäre dieser Handscanner leistbar, da der Preis nicht höher, als für einen Verkaufs-PC mit einem EAN-Scanner ist. Der Verkauf von Waren ist damit nur noch teilweise möglich, da man den

Magnetverschluss der Hartetiketten nur am Verkaufstisch öffnen kann. Aber grundsätzlich ist ein Verkauf von Waren trotzdem möglich, bis auf das Lösen des Magnetverschlusses.

### **10.1.3 Diebstahlmeldung bzw. Meldung bei Beförderung durch den Ausgang**

Von den Vorteilen bei der Verwendung des 1-wege-Pagers und des Mehrkanalsenders (siehe Kapitel 9.1.4.2) waren die Mitarbeiter schnell überzeugt. Sie fanden es sehr hilfreich sofort an Ort und Stelle eine Meldung bezüglich eines Alarms an das System übertragen zu können und sich so auch noch eine Eintipparbeit und zusätzliche Zeit zu ersparen.

## **10.2 AUSWIRKUNGEN DER VERBESSERUNGEN**

Bei Umsetzung dieser neuen Methoden und Techniken wären folgende Verbesserungen möglich bzw. hätte es folgende Auswirkungen:

### **10.2.1 Für die Angestellten**

Für die Angestellten haben die Verbesserungen folgende positive Auswirkungen:

- Einfacheres Einscannen und Aufnehmen der Artikel in die Datenbank durch den All-in-one Handscanner.
- Die Mitarbeiter haben die Möglichkeit bei einer Meldung einer Beförderung durch den Ausgang des Shops eines Produktes schneller zu reagieren, da der Pager einen Alarm gibt. Aber auch bei Fehlalarm können die Mitarbeiter die richtige Meldung an das System mittels des Funkhandsenders übertragen.
- Das Verkaufen von Artikeln kann um einiges beschleunigt werden. Durch die Verwendung von RFID-Technologie im Verkauf von Waren ergeben sich einige Vorteile. Es wird sofort bei Entsichern der Hartetiketten die Ware in den Computer eingescannt. Sobald alle Artikel entsichert wurden, hat das System bereits alles erfasst und dadurch auch schon die Möglichkeit gehabt, die Rechnung zu drucken.
- Mehr Zeit für Kundenberatung und Betreuung steht den Mitarbeitern zu Verfügung, da Handlungen, wie Verkauf eines Artikels, schneller abgewickelt werden.

### 10.2.2 Für das Unternehmen

Es ergeben sich nicht nur für die Mitarbeiter Vorteile, sondern auch für das Unternehmen:

- Da der Diebstahlschutz verbessert wurde, kann weniger Ware unbemerkt aus dem Shop entfernt werden. Dadurch entsteht für das Unternehmen weniger Verlust von Artikeln.
- Es ist auch eine aktuellere Information über den derzeitigen Bestand der Artikel vorhanden, da diese nicht mehr so häufig und unbemerkt verschwinden können.
- Durch die Zeitersparnis, die die Mitarbeiter durch die neuen Technologien erhalten, können sie sich mehr dem Kunden zuwenden und ihm auch mehr Zeit und Aufmerksamkeit entgegen bringen.

Mit RFID-Technologie werden sich in Zukunft noch viele interessante Anwendungsbereiche aufschließen. Auch in der Lagerverwaltung und im Verkauf wird sich für Konsumenten und Hersteller durch RFID vieles erleichtern lassen. Doch den Sicherheits- und Datenschutzaspekt darf man niemals aus den Augen verlieren. So könnte die RFID-Technologie eine große Chance auf Ersatz des EAN-Codes im ganzen Spektrum und noch mehr bekommen.

## 11 LITERATURVERWEISE

- ORF-Futurzone: Britische RFID-Pässe "gecrackt", <http://futurezone.orf.at/stories/151812/>, 19.11.2006.
- Wolkerstorfer, Johannes: Introduction to RFID Security – TU-Graz, 2008.
- Zahradnik, Stefan: Sicherstellung der Privatsphäre in ubiquitären RFID-basierten Systemen - Universität Wien, 2007.
- Görrisch, Dieter: Moderne Lausch- und Störverfahren - Poing, Franzis Experimente, 2005.
- <http://www.innovations-report.de/html/berichte/informationstechnologie/bericht-72526.html>, 02.01.2009.
- [http://www2.argedaten.at/session/anonym707773wjwwwa508557.E42\\_INP.html](http://www2.argedaten.at/session/anonym707773wjwwwa508557.E42_INP.html), 26.09.2006.
- Wohltorf, Jens: Enhanced User Interface and pervasive computing - Berlin, 2004.
- Clewe van, Susanne: OTS News Schweiz – Economy, Sept. 9, 2008.
- Park, Jeong-Hyun et al.: Postal RFID Application Model and Performance : ETRI Journal Vol. 28, No. 3 (S. 405), Jun. 2006.
- <http://www.checkpointeurope.com/app/?page=newsitem&locale=de&id=24>, 19.03.2009.
- <http://www.aisci.de/upload/default/Datenblaetter/Cipherlab/Cipherlab-CPT-9500.pdf>, 18.03.2009.
- <http://www.brockhaus.de/wissen/rfid>, 23.03.2009.
- Mohd-Yasin F.: Techniques of RFID Systems: Architectures and Applications: Microwave Journal (S. 62), Jul. 2006.
- METRO Group RFID Innovation Center: Informations- und Entwicklungsplattform für die Zukunft des Handels, [http://www.future-store.org/fsi-internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/WISSB\\_Publikationen\\_Broschueren\\_RFID-Innovation-Center-dt.pdf](http://www.future-store.org/fsi-internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/WISSB_Publikationen_Broschueren_RFID-Innovation-Center-dt.pdf), 31.03.2009.
- [http://rfidabc.de/artikel/verkehr/030\\_luftfahrt3/index.html](http://rfidabc.de/artikel/verkehr/030_luftfahrt3/index.html), 01.04.2009.
- Rubbel, Norbert: Ablaufprozesse optimieren: KFZ-Betrieb online, 22.05.2007.

- [http://www.tecchannel.de/netzwerk/news/1754932/parken\\_ohne\\_kleingeld\\_dank\\_rfid/](http://www.tecchannel.de/netzwerk/news/1754932/parken_ohne_kleingeld_dank_rfid/), 17.04.2008.
- <http://www.rfid-ready.de/20070207347/omnikey-sicct-terminals-einsatzbereit-fuer-gross-angelegte-feldtests-zur-elektronischen-gesundheitskarte.html>, 01.04.2009.
- <http://www.aerztewoche.at/viewArticleDetails.do?articleId=7294>, 01.04.2009.
- <http://www.pc-professionell.de/news/security/news20060208034.aspx>, 01.04.2009.
- [http://www.prisymid.de/produkten/etiketten/RFID-Anhaenger,\\_Smart-Labels!ref:C441EDB8F0583C/](http://www.prisymid.de/produkten/etiketten/RFID-Anhaenger,_Smart-Labels!ref:C441EDB8F0583C/), 27.04.2009.
- <http://www.elektrotechnik.vogel.de/sensorik/articles/156260/>, 28.04.2009.
- Poole, Erika Shehan et al.: Reflecting on the Invisible: Understanding End-User Perceptions of Ubiquitous Computing – Seoul, Korea: UbiComp’08, Sept. 21-24, 2008.
- <http://www.innfo.at/innfo/official/Article.action?ShowCategory=action&categoryId=52>, 14.05.2009.
- [http://www.rfid-loesungen.com/RFID\\_Uebersicht.htm](http://www.rfid-loesungen.com/RFID_Uebersicht.htm), 14.05.2009.
- Amos Produktkatalog:  
<http://www.amostech.com.tw/Download/AMOS%20Product%20Catalog.pdf>, 30.03.2009.
- Li, Yingjiu et al.: Protecting RFID Communications in Supply Chains - Singapore: ASIACCS’07, March 20-22, 2007.
- Agarwal, Sheetal et al.: A Pervasive Computing System for the Operating Room of the Future: Mobile Networks and Applications, Vol. 12, Issues 2-3, March 2007.
- Nemmaluri, Aditya et al.: Sherlock: Automatically Locating Objects for Humans – Breckenridge, Colorado, USA: MobiSys’08, June 17-20 2008.
- <http://www.rfid-loesungen.com>, 21.05.2009.
- Tan, Tan-Hsu et al.: Development and Evaluation of an RFID-based Ubiquitous Learning Environment for Outdoor Learning: Interactive Learning Environments Vol. 15 No. 3 (S. 253), Dec. 2007.
- Erickson, G. Scott: International Aspects of Radio Frequency Identification Tags: Different Approaches to Bridging the Technology/Privacy Divide: Technology & Policy, Springer Science + Business Media B.V., 2007.
- Buettner, Michael et al.: Revisiting Smart Dust with RFID Sensor Networks: Intel, USA, Sept. 2008.

- Karagiannaki, Angeliki et al.: Simulating and evaluating the impact of RFID on warehousing operations: a case study: SCSC: Proceedings of the 2007 summer computer simulations conference, July 2007.
- <http://www.rfid-journal.de/rfid-anwendungsbeispiel4.html>, 01.06.2009.
- <http://www.dsk.gv.at/site/6229/default.aspx#1>, 14.07.2009.

## 11.1 ABBILDUNGSQUELLEN

- <http://www.chemietechnik.de/ai/resources/94ef3205715.pdf>, 17.03.2009.
- <http://www.pageronline.com/Pagers/Pagers.html>, 17.03.2009.
- <http://www.real-rfid.com/pro.asp?MainClassName=RFID%20tag&BigClassName=Laundry%20Tag&divid=show2>, 17.03.2009.
- <http://www.allproducts.com/ee/siangsiu/sh-039.html>, 17.03.2009.
- [http://www.synometrix.com/Wrap\\_Around\\_RFID\\_Cable\\_Tag\\_Specification.shtml](http://www.synometrix.com/Wrap_Around_RFID_Cable_Tag_Specification.shtml), 17.03.2009.
- [http://www.piwa.info/product\\_info.php?products\\_id=319](http://www.piwa.info/product_info.php?products_id=319), 18.03.2009.
- <http://www.uni-kassel.de/fb14/abfalltechnik/RFID.html>, 23.03.2009.
- [http://www.deister.com/content/deutsch/news/news\\_texttag.html](http://www.deister.com/content/deutsch/news/news_texttag.html), 30.03.2009.
- <http://www.manager-magazin.de/it/cio-spezial/0,2828,grossbild-1049637-523924,00.html>, 07.05.2009.
- [http://www.sensormatic.com/Products/EAS/HardTags/HardTagAccessories/Images/mxstillanyard\\_L.jpg](http://www.sensormatic.com/Products/EAS/HardTags/HardTagAccessories/Images/mxstillanyard_L.jpg), 08.05.2009.
- <http://www.allproducts.com/manufacture98/jiyangpaul/product1.jpg>, 08.05.2009.

Hinweis: Auch aus Kapitel 11 wurden Abbildungen verwendet.