

# **RFID als Technik für Mobile Health bei Lebensmittelallergikern**

## **Diplomarbeit**

zur Erlangung des Grades eines Diplom-Informatikers  
im Studiengang Informatik

vorgelegt von  
**Anke Bretz**

Erstgutachter: Prof. Dr. J. Felix Hampe  
Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
Fachbereich Informatik

Zweitgutachter: Dipl. Inform. Stefan Stein  
Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
Fachbereich Informatik



# Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

	Ja	Nein
Mit der Einstellung der Arbeit in die Bibliothek bin ich einverstanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Veröffentlichung dieser Arbeit im Internet stimme ich zu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

.....  
(Ort, Datum)

.....  
(Unterschrift)



# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	viii
Tabellenverzeichnis .....	xi
Abkürzungsverzeichnis .....	xiii
<b>1 Überblick .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	1
1.2 Fragestellungen .....	2
1.3 Vorgehensweise .....	3
1.4 Gegenstand der Arbeit .....	4
<b>2 Mobile Health.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kurzeinführung Mobile Health.....	5
2.1.1 Warum Mobile Health.....	6
2.1.2 Verschiedene Systeme.....	7
2.1.3 Probleme bei Mobile Health .....	11
2.2 Kurzeinführung Lebensmittelallergie.....	11
<b>3 Lebensmittelallergie heute und in Zukunft.....</b>	<b>15</b>
3.1 Aktuelle Situation eines Lebensmittelallergikers.....	15
3.2 Zukunftsvisionen.....	16
<b>4 Kurzeinführung RFID.....</b>	<b>19</b>
4.1 Einsatzgebiete .....	20
4.2 Technik .....	21
4.3 Antikollisionsverfahren .....	23
4.3.1 Räummultiplex .....	24
4.3.2 Frequenzmultiplex .....	25
4.3.3 Zeitmultiplex .....	26
<b>5 Verschiedene Systeme &amp; Frequenzen .....</b>	<b>28</b>
5.1 Passiv - Aktiv .....	28
5.1.1 Passiv .....	28
5.1.2 Aktiv .....	30
5.1.3 Semi-passiv .....	32
5.1.4 Gegenüberstellung .....	32
5.2 Gliederung nach Reichweite .....	33
5.2.1 Short Range-Systeme.....	33
5.2.2 Mid Range-Systeme .....	34
5.2.3 Long Range-Systeme .....	34
5.3 Verschiedene Frequenzen .....	35
5.3.1 Langwellenbereich .....	36
5.3.2 Kurzwellenbereich .....	36
5.3.3 Ultra-Kurzwellenbereich.....	37
5.3.4 Mikrowellenbereich .....	37
5.4 Abschließende Gegenüberstellung .....	38

<b>6 Konzeption eines EuLa-Armbandes .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1 Aufbau der Produktnummer .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2 Aufbau des Prototyps .....</b>	<b>40</b>
6.2.1 RFID-Technik .....	40
6.2.2 IT-Gesamtsystem .....	43
<b>6.3 Szenario.....</b>	<b>52</b>
6.3.1 Mapping der Inhaltsstoffe und Allergene.....	54
6.3.2 Ablauf der Datenbankabfragen.....	55
6.3.3 Einsatzgebiete für das EuLa-Armband .....	59
<b>7 Umsetzung des Prototyps .....</b>	<b>62</b>
7.1 Entwicklungsumgebung .....	62
7.2 Backend.....	63
7.2.1 Server-Anwendung .....	64
7.2.2 Web-Services .....	67
7.3 Client .....	69
7.3.1 Einrichten des PDA .....	69
7.3.2 Modellierung der Anwendung.....	69
7.3.3 Einstellungen und Benutzung des Prototyp .....	73
7.3.4 Anbindung RFID-Reader .....	77
7.3.5 XML .....	78
7.3.6 Installation Client-Anwendung auf PDA.....	78
7.4 Datenschutz und Datensicherheit.....	79
<b>8 Benutzertest.....</b>	<b>81</b>
8.1 Vertrauen in das EuLa-Armband .....	81
8.2 Erscheinungsbild und Benutzerfreundlichkeit .....	83
8.3 Einsatz und Bezahlung .....	86
8.4 Abschließende Beurteilung .....	87
<b>9 Fazit.....</b>	<b>91</b>
9.1 Erreichte Ziele.....	91
9.2 Offene Punkte & Ausblick in die Zukunft.....	93
<b>Anhang A .....</b>	<b>103</b>



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Body Area Network des Fraunhofer-Institutes [Duen04].....	7
Abbildung 2: RFID-Armband für Patienten in Krankenhäusern [Denz05].....	9
Abbildung 3: CareNet Display [Denz05] .....	10
Abbildung 4: Schematische Darstellung des Fingerring-Projekts [Wolf04].....	10
Abbildung 5: Entstehung einer allergischen Reaktion [Sieb03].....	12
Abbildung 6: Induktive Kopplung [Fink02].....	22
Abbildung 7: Backscatter-Verfahren [Fink02] .....	22
Abbildung 8: Kapazitive Kopplung [Fink02].....	23
Abbildung 9: Broadcastbetrieb [Fink02] .....	23
Abbildung 10: Vielfachzugriff auf ein Lesegerät [Fink02].....	24
Abbildung 11: SDMA mit einer elektronischen Richtantenne [Fink02].....	25
Abbildung 12: FDMA-Verfahren [Fink02] .....	26
Abbildung 13: ALOHA-Verfahren [Fink02].....	27
Abbildung 14: Arbeitsweise eines passiven RFID-Tags [Scho05] .....	28
Abbildung 15: Passive Tag[Kreu06] .....	29
Abbildung 16: Aufbau eines Tags [GS1Gb].....	30
Abbildung 17: Arbeitsweise eines aktiven RFID- Tags [Scho05] .....	30
Abbildung 18: Aktive Tag [Kreu06] .....	31
Abbildung 19: Kontaktloses Lesegerät in öffentlichen Verkehrsmitteln [Fink02] .....	33
Abbildung 20: Kontaktlose Lesegeräte als Zugangskontrolle [Fink02].....	34
Abbildung 21: Verladung von Containern [Metro07] .....	35
Abbildung 22: RFID Frequenzbereiche [Fink02].....	35
Abbildung 23: Aufbau des EPC [GS1Ga] .....	39
Abbildung 24: EPC-Tag aufgeklebt auf einem Produkt.....	41
Abbildung 25: Rückseite des EPC-Tags.....	41
Abbildung 26: RFID-Leser als Erweiterungskarte mit CF-Schnittstelle [ACG].....	42
Abbildung 27: Einsatz eines PDA als EuLa-Armband.....	42
Abbildung 28: IT-Gesamtsystem.....	43
Abbildung 29: PDA Dell Axim X51v als Prototyp für das EuLa-Armband.....	44
Abbildung 30: Backend des EuLa-Armbands .....	45
Abbildung 31: Räumliche Verteilung des Backends.....	46
Abbildung 32: Aufbau des Datenbank-Systems.....	48
Abbildung 33: Abhängigkeiten Datenbanken.....	50
Abbildung 34: Beispielhafte Symbolik beim Prototyp.....	53
Abbildung 35: Symbolik des Prototyp mit Graustufen .....	53
Abbildung 36: Mapping.....	55
Abbildung 37: Anzahl der GPRS / UMTS Verbindungen .....	56
Abbildung 38: Ablaufplan Datenbankabfragen .....	57
Abbildung 39: Datenbankabfragen .....	58
Abbildung 40: Backend mit sicherem und unsicherem Bereich.....	63
Abbildung 41: Flussdiagramm Server-Programm.....	65

Abbildung 42: Flussdiagramm Datenbankabfragen und Berechnungen (Server) .....	66
Abbildung 43: Flussdiagramm Web-Services .....	68
Abbildung 44: Flussdiagramm des Clients (Rahmenanwendung) .....	71
Abbildung 45: Flussdiagramm des Client (Datenabfrage & Ausgabe) .....	72
Abbildung 46: Screenshot - Startseite des EuLa-Armbandes.....	74
Abbildung 47: Screenshot - Einstellungen, Stammdaten .....	74
Abbildung 48: Screenshots - Einstellungen, Proxy .....	75
Abbildung 49: Screenshot - Einstellungen, RFID .....	75
Abbildung 50: Screenshots - Ausgabemöglichkeiten.....	76
Abbildung 51: Vertrauen in Anzeige des EuLa-Armbandes .....	82
Abbildung 52: Unbekannte Produkte mit EuLa-Armband kaufen .....	82
Abbildung 53: Verständlichkeit der Verkehrszeichen-Symbolik.....	84
Abbildung 54: Lesbarkeit der Schrift .....	84
Abbildung 55: Abfragegeschwindigkeit des Prototyp.....	85
Abbildung 56: Kaufentscheidung bezüglich des EuLa-Armbandes.....	87



# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung verschiedener Telemedizinssysteme [Wolf04] .....	8
Tabelle 2: Realisierungsformen von RFID-Systemen [Lyhs04] .....	19
Tabelle 3: Gegenüberstellung aktiv, passiv, semi-passiv (angelehnt an [Qued04]).....	32
Tabelle 4: Überblick zu wichtigen Parametern von RFID-Systemen [Past06] .....	38



# Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
DB	Datenbank
DBS	Datenbanksystem
EAN	European Article Number
EPC	Elektronischer Produktcode
EuLa	Einkaufunterstützendes Lebensmittelallergiker (-Armband)
FDMA	Frequency Domain Multiple Access
GPRS	General Packet Radio Service
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
ICT	Information and Communication Technology
ISM	Industrial-Scientific-Medical
PDA	Personal Digital Assistant
RFID	Radio Frequency Identification
SDMA	Space Domain Multiple Access
TDMA	Time Domain Multiple Access
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WLAN	Wireless Local Area Network
WS	Web-Service
WW-DBS	Warenwirtschafts-Datenbanksystem



# 1 Überblick

Die Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Umsetzung eines Prototyps, der einen Lebensmittelallergiker bei der Auswahl von Produkten beim Einkaufen unterstützen soll. Dazu wird die berührungslose RFID-Technologie zu Hilfe genommen, mit der es möglich ist RFID-Tags (die an Produkten angebracht sind) ohne direkten Sichtkontakt auszulesen. Die eingelesenen Produktnummern können dazu verwendet werden in einem Datenbank-System die Inhaltsstoffe des Produktes abzufragen. Ein Vergleich mit den Allergenen des Benutzers und eine entsprechende Warnung sind somit möglich.

## 1.1 Motivation

In den letzten Jahren stieg die Zahl der an einer Allergie leidenden Personen stark an. Zunächst waren es vor allem Blüten- und Pollenallergien. Heute zeigt sich, dass auch die Allergien gegen bestimmte Bestandteile in Lebensmitteln stark zugenommen haben. Es ist leider nicht möglich Allergien zu heilen. Es besteht nur die Möglichkeit diese nicht ausbrechen zu lassen, in dem man den Kontakt mit allergenen Stoffen vermeidet. [Sieb03] Ein Lebensmittelallergiker darf folglich keine Produkte kaufen und verzehren, die Allergien auslösende Inhaltsstoffe enthalten. Ein Lebensmitteleinkauf kann für den Allergiker mitunter sehr problematisch sein. Er muss immer auf der Verpackung nachschauen, ob sein gewähltes Produkt Inhaltsstoffe enthält, auf die er allergisch reagiert. Der Zeitaufwand für seinen Einkauf steigt erheblich an.

Eine Reduzierung des Zeitaufwandes ergibt sich zwangsläufig dadurch, dass man nach einiger Zeit weiß, welche Produkte Allergien auslösen und welche nicht. Dennoch besteht ständig das Risiko, dass ein Hersteller die Zusammensetzung seines Produktes ändert und der Allergiker auf das Produkt plötzlich allergisch reagiert.

Zusätzlich zu den handelsüblichen Barcodes testen heute bereits einige Supermärkte die RFID-Technologie. Auf den Produkten sind RFID-Tags (anstelle des Barcodes) angebracht, in denen die Produktnummer eingespeichert ist. Nimmt ein Kunde ein solches Produkt aus dem Regal, erkennt das System sofort um welches Produkt es sich handelt und zeigt auf einem Bildschirm die produktspezifischen Informationen an. Es ist anzunehmen, dass in Zukunft RFID-Tags die Barcodes auf den Verpackungen ablösen. RFID-Tags können nicht nur den Kunden einen Mehrwert durch die angesprochenen Bildschirme vermitteln, sondern auch die Lager-Logistik erheblich verbessern. Eine Optimierung des Wareneingangs, der Nachbestellung, des Füllzustandes der Regale, usw. ist möglich. Dies trägt natürlich auch zur Zufriedenheit der Kunden bei, da diese nicht mehr oder nur noch sehr selten vor einem leeren Regal stehen werden.

Mithilfe der RFID-Technologie wird ein Armband entwickelt, das einen Lebensmittelallergiker beim Einkaufen unterstützt. In diesem sogenannten EuLa-Armband („Einkaufunterstützendes Lebensmittelallergiker-Armband“) ist ein RFID-Reader integriert, der die Produktnummer eines RFID-Tags ausliest sobald der Allergiker das Produkt in die Hand nimmt. Über ein Datenbanksystem wird abgefragt, welche Inhaltsstoffe in dem Produkt enthalten sind und ein Vergleich mit den Allergenen des Allergikers durchgeführt. Nach kurzer Zeit zeigt das EuLa-Armband seinem Träger an, ob er das Produkt bedenkenlos essen kann oder nicht.

Für den Allergiker entfällt somit das zeitraubende manuelle Überprüfen der Inhaltsstoffe auf der Verpackung. Zusätzlich wird er sofort gewarnt, wenn sich herstellerbedingt die Zusammensetzung eines Produktes zu seinem Nachteil verändert.

## 1.2 Fragestellungen

Diese Arbeit versucht zu klären, ob es technisch möglich ist, das oben beschriebene System für ein EuLa-Armband umzusetzen und (mittels einer nicht repräsentativen Umfrage), ob Allergiker es annehmen und nutzen.

Im Laufe der Arbeit gilt es verschiedene Probleme zu untersuchen und Fragen zu beantworten. Zum einen ist zu analysieren, wie das Gesamtsystem des EuLa-Armbandes aufgebaut sein muss. Dabei gilt das Hauptaugenmerk der primären Logik der Datenbankabfragen und Berechnungen. Eine Möglichkeit besteht darin, diese auf dem EuLa-Armband zu integrieren, eine andere, einen Server dafür zu verwenden.

Die nächsten Fragen betreffen speziell die Infrastruktur des Datenbanksystems. Wie viele Datenbanken werden mindestens für das EuLa-Armband benötigt? Wer kümmert sich um den Betrieb und die Verwaltung? Können die einzelnen Datenbanken deutschlandweit oder europaweit eingesetzt werden?

Für den Betrieb des EuLa-Armbandes müssen sensible Daten (z.B. die Allergene eines Patienten und die Inhaltsstoffe der Waren) in die jeweiligen Datenbanken eingetragen werden. Welche Sicherheitsvorkehrungen sind beim Eintragen der sensiblen Daten vorzunehmen? Wie sind die Datenbankabfragen vor Unbefugten zu schützen?

Hinsichtlich einer möglichen Einführung des EuLa-Armbandes muss die Frage geklärt werden, ob bei Lebensmittelallergikern überhaupt ein Bedarf besteht. Einen interessanten zusätzlichen Aspekt liefert die Untersuchung, wie hoch die Akzeptanz und das Vertrauen der Allergiker sind, das Armband auch bei unbekanntem Produkten einzusetzen.

## 1.3 Vorgehensweise

In dieser Arbeit wird ein mobiles Gerät als Hilfsmittel entwickelt, um Lebensmittelallergikern das Einkaufen zu erleichtern. Mithilfe der RFID-Technologie liest dieses mobile Gerät die Produktnummern aus den (an den Lebensmitteln befindlichen) RFID-Tags aus und warnt den Allergiker vor möglichen Allergien. Der als Prototyp eingesetzte PDA, ist über die CF-Schnittstelle mit einem RFID-Reader erweitert. Die nötigen RFID-Tags wurden im Metro Future Store in Rheinberg erworben. Somit konnten RFID-Tags für das System benutzt werden, die schon eine gültige und den heutigen Standards entsprechende Produktnummer eingespeichert haben.

Damit der Prototyp den Lebensmittelallergiker warnen kann, müssen in einem Datenbanksystem Daten über die Allergene des Benutzers und Daten über die Produkte hinterlegt sein. Zusätzlich zu der Warnung sollen auch Informationen des Produktes (Name, Bild und Preis) und ein mögliches Alternativprodukt für den jeweiligen Benutzer ausgegeben werden. Zur Lösung wurde ein Datenbanksystem (EuLa-Armband-Datenbanksystem), bestehend aus 3 Datenbanken (Patienten-Datenbank, Waren-Datenbank und Geschäfte-Datenbank) und einem integrierten zusätzlichen Datenbanksystem (Warenwirtschafts-Datenbanksystem), entworfen. Die Patienten-Datenbank enthält die Informationen über den Lebensmittelallergiker, die Waren-Datenbank die Informationen zu den Produkten und die Geschäfte-Datenbank die Informationen zu einzelnen Geschäften. Diese Geschäftsinformationen werden benötigt um zusätzlich den Produktpreis des jeweiligen Geschäfts auf dem Prototyp anzuzeigen. Die Produktpreise sind im Warenwirtschafts-Datenbanksystem hinterlegt, wobei für jedes Geschäft eine eigene Datenbank in diesem existieren muss, in der die hauseigenen Produktpreise eingetragen sind.

Die notwendigen Datenbankabfragen und Berechnungen übernimmt ein Serverprogramm.

Durch verschiedene Anzeigen, wird der Benutzer vor allergenen Inhaltsstoffen des Produktes gewarnt.

Mittels eines Benutzertestes und Fragebogens (siehe Anhang A) wird der Prototyp abschließend getestet und beurteilt.

Für den praktischen Teil der Arbeit war es sehr hilfreich, dass es in der Arbeitsgruppe „Betriebliche Kommunikationssysteme“ der Universität Koblenz-Landau schon Erfahrungen mit dem Implementieren von mobilen RFID-Lösungen gab. Somit bestand die Möglichkeit sich bei der Konzeption und der Implementierung an diesen Erfahrungen zu orientieren. Der Quellcode des Zugriffs des mobilen Gerätes auf den RFID-Reader konnte aus einem früheren Projekt übernommen werden.

## 1.4 Gegenstand der Arbeit

Diese Arbeit ist in drei große Abschnitte eingeteilt. Der erste Abschnitt (bestehend aus Kapitel 2 und 3), geht näher auf die Themengebiete Mobile Health und Lebensmittelallergie ein. Im zweiten Abschnitt (bestehend aus den Kapiteln 4 und 5), wird die RFID-Technologie beleuchtet. Die in den ersten beiden Abschnitten gewonnenen Erkenntnisse werden im dritten Abschnitt (bestehend aus den Kapiteln 6 bis 8) zusammengefügt, um ein mobiles Hilfsmittel zu entwickeln, zu implementieren und zu testen, das den Kauf von Lebensmitteln durch Lebensmittelallergiker unterstützt.

Nach der groben Einteilung in Abschnitte, sollen nun noch die Inhalte der einzelnen Kapitel betrachtet werden.

Das 2. Kapitel beschäftigt sich mit dem Bereich des Mobile Health. Dabei werden zunächst verschiedene Möglichkeiten aufgeführt, wie RFID das Mobile Health unterstützen kann. Anschließend folgen Erläuterungen zur Lebensmittelallergie.

Kapitel 3 soll Aufschluss über die momentane Situation der Lebensmittelallergiker geben und eine mögliche Veränderung durch die vorhandene RFID-Technologie aufzeigen.

Kapitel 4 enthält eine kurze Einführung in die RFID-Technologie und die Anti-kollisionsverfahren. Letztgenannte sind für einen späteren möglichen Einsatz des EuLa-Armbandes unbedingt zu beachten, da es vorkommen kann, dass sich mehrere RFID-Tags in kürzester Entfernung zueinander befinden.

Im 5. Kapitel wird auf mögliche, unterschiedliche Systeme und Frequenzen der RFID-Technologie eingegangen. Die Betrachtung aktiver und passiver RFID-Tags, sowie die Unterteilung nach Reichweiten und möglichen Frequenzen steht im Vordergrund.

Mit dem 6. Kapitel beginnt der dritte Abschnitt der Arbeit.

Es enthält die Beschreibung, welche Hard- und Softwarekomponenten für die Implementierung des EuLa-Armbandes benötigt werden und wie sie im späteren Prototyp zusammenspielen sollen. Die Beschreibung der Entwicklung des Prototyps folgt im 7. Kapitel.

Kapitel 8 beinhaltet die Erläuterungen zum durchgeführten Benutzertestes und zeigt dessen Ergebnisse auf. Dieser Test soll vor allem beleuchten, ob Lebensmittelallergiker den Ergebnissen des EuLa-Armbandes bei einem Einkauf vertrauen.

Fazit und Ausblick auf mögliche Erweiterungen des Systems bilden den Abschluss der Arbeit.

## 2 Mobile Health

Das folgende Kapitel beginnt mit einem Überblick zum Themengebiet Mobile Health, in dem diese Arbeit anzusiedeln ist. Es folgt die Beschreibung, warum Mobile Health in der heutigen Zeit einen immer größeren Zuspruch erfährt. Zusätzlich wird auf Mobile Health Lösungen eingegangen, die heutzutage schon mit der RFID-Technologie umgesetzt werden. Die RFID-Technologie ist Bestandteil des praktischen Teils dieser Arbeit.

Das zweite Unterkapitel beschäftigt sich speziell mit Lebensmittelallergien, ihrer Entstehung, ihren Folgen und den Behandlungsmöglichkeiten.

### 2.1 Kurzeinführung Mobile Health

Mobile Health – auch „mobile Telemedizin“ genannt – kann als Teilgebiet der Medizin aufgefasst werden, das sich „mit den neuesten Informations- und Kommunikationstechnologien verbindet, um gemeinsam nach Lösungen zu suchen, die unser Gesundheitssystem weiter verbessern.“ [Denz05] Vorwiegend erfolgt dabei eine Konzentration auf mobile Endgeräte, „mit denen medizinische Daten und Befunde über große Entfernungen elektronisch ausgetauscht und versendet werden können.“ [Denz05] Man kann auch sagen, dass Mobile Health als eine „Schnittstelle von Telekommunikation und Informatik im Bereich Gesundheitswesen“ [Wolf04] fungiert.

Blickt man zurück, so wurde Mobile Health das erste Mal Mitte der 60er Jahre in der Raumfahrt eingesetzt. Die National Aeronautics and Space Administration (NASA) setzte medizinische Telemetrieprogramme ein, um die physiologischen Funktionen der Astronauten zu überprüfen und die Daten zur Erde zu schicken. Dies war eine Neuheit, denn zu dieser Zeit wurde vorwiegend die Fernsehtechnologie genutzt, um Patienten über eine größere Entfernung zu überprüfen und zu beobachten. Als Beispiel dient ein interaktives TV-Telemedizinprojekt, das 1964 eine Psychiatrie in Nebraska mit einer Klinik in Norfolk verband. Diese TV-Verbindung ermöglichte eine medizinische Betreuung über eine sehr große Entfernung. Allerdings wurde das Projekt Anfang der 70er Jahre wegen fehlender finanzieller Rentabilität und des immensen Aufwandes wieder eingestellt. Erst zu Beginn der 90er Jahre kam es wieder zu einer Intensivierung der Forschungsarbeit. Die Entwicklung in der Mobilkommunikation mit UMTS, Infrarot und Bluetooth bereitete einen neuen Wachstumsmarkt für Mobile Health. Die Problematik in der medizinischen Betreuung begünstigte zusätzlich dieses Wachstum. Die demographische Entwicklung in den letzten Jahren zeigte, dass die Bevölkerung in den Industrieländern immer älter wird. Außerdem nahm die Zahl der chronisch kranken Menschen zu. Die Kosten im Bereich des Gesundheitswesens stiegen stark an, weil alte und chronisch kranke Menschen einen erhöhten Bedarf an medizinischer Betreuung beanspruchten. Heftige Kritik rief die Tatsache hervor, dass aus Kostengründen die

Qualität der Betreuung vernachlässigt wurde. Mit der Einführung von Mobile Health konnte und kann die Qualität der medizinischen Betreuung erheblich verbessert werden. Gesundheitschecks bei chronisch kranken Menschen können via Handy vorgenommen werden. Dies macht teure stationäre Untersuchungen überflüssig. [Denz05]

Im Gegensatz zu den USA, die führend im Bereich des Mobile Health sind und wo bereits „die Kosten für die Fernüberwachung von Patienten erstattet werden“ [Koch04], sieht es in Europa bei Mobile Health deutlich anders aus. Jedes Land besitzt individuelle Richtlinien und ein eigenes Gesundheitssystem. Die Kostenerstattung für Mobile Health war in den einzelnen Ländern bis 2004 noch nicht geregelt. [Koch04]

Betrachtet man die Kosten bei der Krankenpflege, so wird Mobile Health dazu beitragen diese zu senken. Zwar stehen am Anfang hohe Investitionen für die neuen Systeme zu Buche, aber durch die Tatsache, dass es z.B. möglich ist die Zahl der Arztbesuche zu verringern und Krankenhausaufenthalte zu verkürzen, können langfristig Kosten im Bereich des Gesundheitswesens eingespart werden. [Wolf04]

Im oberen Abschnitt wurde schon angedeutet, warum Mobile Health in Zukunft eine weit verbreitete Art der medizinischen Versorgung sein wird. Der nächste Abschnitt erläutert dies näher.

## **2.1.1 Warum Mobile Health**

Betrachtet man die Kostenentwicklung der letzten Jahre im Bereich Kranken- und Altenversorgung, so erkennt man, dass sich in Zukunft etwas ändern muss, denn sonst werden – im Hinblick auf die Kostensteigerung im Gesundheitswesen – bestimmte Arztbesuche bald nicht mehr bezahlbar sein. Gründe sind z.B. „ein hohes Maß an Überversorgung, unnötiger Mehrfachdiagnostik und nicht kohärente Behandlungskonzepte“. [Wolf04] Diagnostik und Therapie könnten beschränkt werden und trotzdem effizienter ablaufen, wenn den Ärzten eine Datenbank mit der kompletten Krankengeschichte des Patienten zur Verfügung steht, zumal die Patienten oft wegen Unkenntnis nur bedingt Auskunft über ihre Krankengeschichte geben können. [Wolf04] Von den steigenden Kosten im Gesundheitswesen sind vor allem chronisch Kranke und alte Menschen betroffen. Alte Menschen könnten durch eine Fernbetreuung viel länger in ihrer gewohnten Umgebung verbleiben und müssten nicht in Pflegeheimen versorgt werden. Dies bewirkt eine Kosteneinsparung auf Seiten der Kranken- und Pflegekassen. Außerdem gilt es zu bedenken, dass sich nicht jeder einen teuren Pflegeplatz in einem Alten- oder Pflegeheim leisten kann. Damit in der Zukunft der Aufenthalt in einem Pflege- oder Altenheim bezahlbar bleibt, muss die Betreuung auf ein Mindestmaß gesenkt werden. Die Grundversorgung kann bei einem alten Menschen genauso gut zu Hause – mithilfe eines Tele-Pflegesystem – durchgeführt werden. Bei diesem System besteht über einen Bildschirm ein regelmäßiger Kontakt zu einem Pfleger. [Denz05] Ein ähnliches Pflegesystem (für Patienten, die an Morbus Parkinson erkrankt sind) beschreiben Michael Biemer und Prof. Dr. J. Felix Hampe in dem Paper „A Mobile

Medical Monitoring System: Concept, Design and Deployment“. [Biem05] Dieses System der Patientenbeobachtung wird zurzeit an der Universität Koblenz-Landau (Abteilung Koblenz) von Alexander Werle im Rahmen seiner Diplomarbeit weiterentwickelt. [Werl07]

Bei chronisch kranken Patienten könnten die Arztbesuche durch Mobile Health stark reduziert werden. „Der Gesundheitscheck kann dann via Mobiltelefon vorgenommen und an den behandelnden Arzt geschickt werden.“ [Denz05] Daten können natürlich auch über das Internet versendet werden, wie bei dem in Abbildung 1 gezeigten Body Area Network Projekt des Fraunhofer-Institutes. [Duen04] Dabei ist der Schwerpunkt „ein direkt am Körper getragenes Funknetz zur drahtlosen Anbindung von medizinischen Sensoren.“ [Duen04] Es sollen bis zu 16 dieser Sensoren „Vital-Parameter wie Temperatur, Sauerstoffsättigung des Blutes, Herzrhythmus und Blutdruck beobachten.“ [Duen04] Mit dem sogenannten Multisensor-Armband werden diese wichtigen Körperfunktionen gemessen. Die Daten werden über eine Basisstation und das Internet an den Arzt gesendet. [Duen04]



Abbildung 1: Body Area Network des Fraunhofer-Institutes [Duen04]

Ein Aufenthalt im Krankenhaus kann durch dauerhafte Kontrolle im häuslichen Bereich verkürzt werden. Zwangsläufig sinken die Kosten für die Nachsorgeuntersuchungen. [Koch04] In den Krankenhäusern stehen wieder mehr Kapazitäten für Notfälle zur Verfügung. Ärzte und Pflegepersonal können durch den Zeitgewinn eine qualitativ hochwertigere medizinische Betreuung realisieren. [Denz05]

## 2.1.2 Verschiedene Systeme

Es existieren sehr viele verschiedene Systeme, die als Pilotprojekte durchgeführt wurden und werden. In diesem Abschnitt werden 4 verschiedene Mobile Health Projekte vorgestellt, die RFID-basierte Patientenidentifikation, das Aware House, das Fingerring-Projekt und die Überwachung von Herzpatienten mithilfe eines Handys. Natürlich ist dies nur eine kleine Auswahl verschiedener Mobile Health Projekte. Weitere kann man Tabelle 1 entnehmen.

System	Firma	Einsatzbereich	Funktion	Besonderheit	Datenübertragung
Pen-PC <sup>1)</sup>	Kratzer Automation AG, Uni-Regensburg	Notfallmedizin: Einsatzprotokollierung, Einsatzplanung	Übertragung von Messwerten und Patientendaten an Rettungsleitstelle zur Einsatzplanung	Kabellose Datenübertragung von Messgeräten auf Pen-PC	Bluetooth, GPRS
Tosca <sup>2)</sup>	Augenklinik rechts der Isar, 21 Kliniken in Europa	Augenheilkunde: Glaukomdiagnostik, Früherkennung der diabetischen Retinopathie	Echtzeit-Telescreening-Dienst zur Diagnostik, Standardisierung von Behandlungsmethoden	Internationale Kommunikationsinfrastruktur, Standards: XML, DICOM, CORBAmed, TrustHealth	Festnetz
CardioMonitor <sup>3)</sup>	UbiCom GmbH Hohen Neuendorf	Homecare: Überwachung von Risikopatienten	EKG-Pflaster, GSM-Sendeinheit in Gürtel integriert	Mobiles EKG, Datenübertragung über HSCSD-Standard	GSM
Dermo Genius <sup>4)</sup>	Rodenstock, Uni-Regensburg	Dermatologie: Frühdiagnostik des malignen Melanoms	Auflichtmikroskopische Aufnahmen mit Spezialgerät «Dermo Genius», Versand der Bilder an Spezialisten	Ferndiagnostik, Fernkonsultation von Spezialisten	Festnetz
WellMate <sup>5)</sup>	Nokia	Diabetes: Fernüberwachung	Messwertübertragung per SMS an Zentrale	Übertragung per Handy, zentrale Datenspeicherung	GSM (SMS)
Herz Handy <sup>6)</sup>	Vitaphone	Kardiologie: Fernüberwachung	EKG-Aufzeichnung, Übertragung per GSM an Zentrale, Notruf Funktion	Medizinische Zentrale (24/24, 7/7), GPS	GSM
GlucoPhone, VasoPhone <sup>7)</sup>	Vitaphone	Diabetes, Kardiologie: Fernüberwachung	Blutzucker- und Blutdruckmessung, Übertragung per Bluetooth und GSM an Zentrale, Notruf Funktion	Medizinische Zentrale (24/24, 7/7), GPS	GSM, Bluetooth
«Kabelloses Patientenbett» <sup>8)</sup>	Colorado MEDtech	Intensivmedizin	Kabellose Geräteanbindung	Kabelloser Patient, Bluetooth	Bluetooth, IEEE 1073

<sup>1)</sup> [http://www.akutmedizin.de/telemedizin/f\\_enp.htm](http://www.akutmedizin.de/telemedizin/f_enp.htm)      <sup>2)</sup> Tele-Ophtalmological Services Citizen Centered Applications, <http://tosca.gsf.de>  
<sup>3)</sup> <http://www.ubicom.org/>      <sup>4)</sup> [www.dermogenius.com](http://www.dermogenius.com)  
<sup>5)</sup> <http://www.tucs.fi/Publications/techreports/TR258.pdf>      <sup>6)</sup> <http://www.vitaphone.de>  
<sup>7)</sup> <http://www.vitaphone.de>      <sup>8)</sup> <http://www.cmed.com>

Tabelle 1: Auflistung verschiedener Telemedizinssysteme [Wolf04]

## RFID - basierte Patientenidentifikation

Dieses Projekt ist aus einer Kooperation von Siemens Business Service, Siemens Fujitsu Computer und Intel entstanden und wurde im Jahr 2004 erstmals in einem Krankenhaus in New York eingesetzt. Bei diesem Projekt wird für jeden Patienten bei der Einlieferung eine elektronische Akte angelegt. Zusätzlich bekommt jeder Patient ein Armband, in dem sich ein RFID-Chip befindet. Auf diesem Chip ist eine eindeutige Nummer gespeichert, die dem Patienten in der Datenbank des Krankenhauses zugeordnet wird. Sobald ein Arzt oder ein Mitglied des Pflegepersonals mit einem speziellen PDA in die Nähe des Armbandes kommt, sendet der Chip die Nummer. Über WLAN (Wireless Local Area Network) kann der Arzt die elektronische Akte des Patienten mit allen Daten bezüglich Krankheitsgeschichte, Allergien, Medikamentierung und Dosierung einsehen. Auch die Patienten können sich mittels des Armbandes über ihren Gesundheitszustand informieren. An Informationsterminals können sie voraussichtliche Entlassungstermine, Medikamente, Blutdruck und Gewicht einsehen oder bestimmte Therapien und medizinische Fakten über eine Krankheit nachlesen.



Abbildung 2: RFID-Armband für Patienten in Krankenhäusern [Denz05]

Die Versorgung von Patienten in Krankenhäusern kann durch ein solches Armband erheblich verbessert und beschleunigt werden. Probleme, die durch unleserliche Handschriften entstehen, entfallen. Bei einem Notfall, wenn eine handschriftliche Akte des Patienten nicht zur Hand ist, kann mittels dieses Systems direkt auf die Daten des Patienten zugegriffen werden.

Natürlich muss ein besonderes Augenmerk den sicherheitstechnischen und datenschutzrelevanten Aspekten gelten, wenn über WLAN hochsensible Daten eines Patienten übertragen werden. [Denz05]

## **Aware House**

Das Aware House, auch „wissendes Haus“ genannt, ist ein Projekt des Georgia Institute of Technology und wurde im Jahr 2000 erstmals errichtet. Dieses Zweifamilienhaus überwacht alles, was im Haus vor sich geht. Bei einem Einbruch verständigt das „wissende Haus“ sogar selbstständig die Polizei.

In Kombination mit dem CareNet Display wäre ein solches Haus vor allem für ältere Menschen interessant. Das CareNet Display gestattet zusätzlich eine Überwachung der älteren Menschen durch externes Pflegepersonal. Wurden alle Medikamente richtig eingenommen, der Herd nach dem Kochen ausgeschaltet oder ist die zu überwachende Person gestürzt? Die Antworten auf diese und andere Fragen liefert das CareNet Display. Es ermöglicht älteren Menschen länger in ihrer gewohnten Umgebung zu leben. [Denz05]

Abbildung 3 zeigt ein CareNet Display. Rund um das Foto der zu betreuenden Person befinden sich Statusanzeigen. Die Anzeigen auf der rechten Seite liefern Informationen über die Mahlzeiten, links über die Medikation, die oberen und unteren über die Aktivitäten der zu betreuenden Person. Auf rot eingefärbte Symbole muss der Pfleger ganz besonders achten. [Denz05]



Abbildung 3: CareNet Display [Denz05]

## Fingerring-Projekt

Das Fingerring-Projekt ist ein Projekt des Heinz-Nixdorf-Lehrstuhls, bei dem Sensoren in die Innenfläche eines Ringes integriert sind. Sie können physiologische Parameter, wie Hautfeuchte, Puls, Temperatur, Blutzucker und Sauerstoffsättigung messen. Diese Informationen werden über ein Transponder-System an eine Datenbank weitergeleitet. [Wolf04]



Abbildung 4: Schematische Darstellung des Fingerring-Projekts [Wolf04]

Um die Datenübertragungselektronik im Sensor möglichst klein zu halten, wird zwischen Sensor und medizinischer Zentrale ein Handy oder eine Heimstation dazwischengeschaltet. Infolgedessen muss im Sensor nur ein Bluetooth-Sender vorhanden sein und keine aufwändige GPRS-Elektronik, die zur Übertragung an die medizinische Zentrale benötigt wird. [Wolf04]

## **Herzpatienten per Handy überwachen**

Das Vitaphone 2300 ist ein Handy, das auf der Rückseite Kontakte besitzt, um ein 3-Kanal-EKG aufzuzeichnen. Auf den Brustkorb aufgelegt, speichert es automatisch die EKG-Werte, die wiederum an eine zentrale Leitstelle übertragen werden. Zusätzlich verfügt das Vitaphone 2300 über GPS. Der Aufenthaltsort eines Herzpatienten ist also sehr leicht ausfindig zu machen. Dies ist vor allem dann wichtig, wenn anhand des EKG ein Herzinfarkt in die zentrale Leitstelle übermittelt wird. Der Notarzt wird zielgenau zum Patienten geleitet. Der hieraus resultierende Zeitgewinn kann das Leben des Herzpatienten retten. Ein bedeutender Vorteil dieses Systems besteht darin, dass die Leitstelle eine Krankenakte des Patienten besitzt und wichtige Informationen über Medikamente, Hausärzte und Kardiologen an den Notarzt weiterleiten kann. [Groh04]

### **2.1.3 Probleme bei Mobile Health**

Bei der Verbreitung von Mobile Health Systemen bereiten vor allem begrenzte Sendekapazitäten, zu hoher Energieverbrauch und die fehlende Standardisierung von Schnittstellen Probleme. Ein zusätzliches Problem besteht darin, dass die Geräte noch sehr stark technikbezogen ausgelegt sind. Ein Anwender muss über ein hohes Maß an Technikverständnis verfügen, um das Gerät zu bedienen. [Wolf04]

In den europäischen Gesundheitssystemen gibt es zudem noch keine Richtlinien zur Kostenerstattung der telemedizinischen Dienstleistungen. [Koch04] Dies führt eindeutig zu negativen Einflüssen auf die Entwicklung im Bereich Mobile Health, die vor allem in Europa hinter den Erwartungen zurückgeblieben ist. [Wolf04]

## **2.2 Kurzeinführung Lebensmittelallergie**

Die Zahl der Menschen, die an einer Lebensmittelallergie leiden, steigt ständig. Das folgende Kapitel setzt sich mit dem Begriff Lebensmittelallergie und seiner Entstehung auseinander.

Leidet ein Mensch an einer Allergie, dann reagiert sein Immunsystem unangemessen auf harmlose Stoffe, wie Blütenpollen oder Nahrungsmittel. Man kann eine Allergie auch als „Andersreaktion“ bezeichnen. Die Auslöser einer allergischen Reaktion bezeichnet man als Allergene. Nimmt ein Mensch diese Allergene zum ersten Mal auf, bildet das Immunsystem Antikörper gegen die vermeintlichen Fremdstoffe. Diese Phase wird Sensibilisierung genannt. Wird bei einer weiteren Einnahme der Allergene die Belastungsgrenze des Immunsystems überschritten, so kommt es zu einer allergischen

Reaktion. Es kann unter Umständen Jahre dauern, bis eine Allergie zum ersten Mal ausbricht. Findet eine allergische Reaktion statt, verbinden sich Allergene und die auf den Mastzellen (Zellen des Immunsystems) sitzenden Antikörper miteinander. Diese Verbindung veranlasst die Mastzellen den Botenstoff Histamin (Mediator) auszuschütten. Als Folge treten z.B. Juckreiz, Schwellungen im Mund, Nesselsucht, aber auch Beschwerden im Magen-Darm-Trakt auf. [Sieb03]

Eine schematische Darstellung der Entstehung einer allergischen Reaktion ist in Abbildung 5 zu sehen.

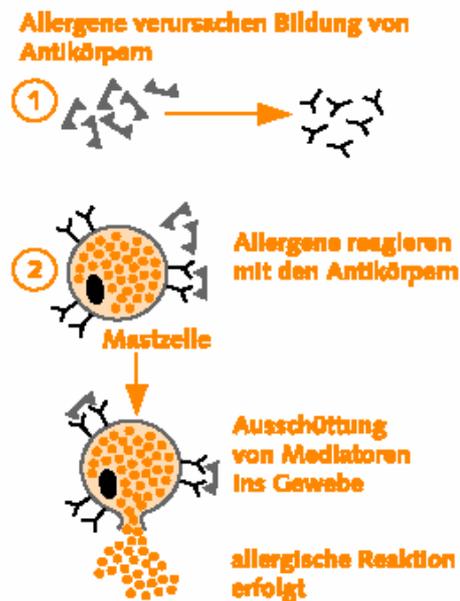


Abbildung 5: Entstehung einer allergischen Reaktion [Sieb03]

Eine Allergie kann sogar zu akuten Notfällen führen. Bei hochgradig allergischen Menschen verursacht die Einnahme eines bestimmten Lebensmittels – nicht selten innerhalb von Sekunden – einen allergischen Schock. Die Beschwerden sind anfänglich harmlos, plötzlich verschlechtert sich der Allgemeinzustand sehr schnell, der Allergiker bekommt Atemnot, leidet an Blutdruckabfall und Schweißausbrüchen. Der allergische Schock endet schließlich mit Bewusstlosigkeit und einem lebensbedrohlichen Kreislaufzusammenbruch. Die Gefahr einen allergischen Schock zu erleiden, steigt mit dem Lebensalter. Lebensalter und Reaktionen auf bestimmte Lebensmittel stehen in einem ursächlichen Zusammenhang. Eine Ausweitung der Allergie auf weitere Lebensmittel ist nicht selten anzutreffen. [G-Netz]

Bei der Diagnose kommen verschiedene sich gegenseitig unterstützende Verfahren zum Einsatz.

Beim Hauttest werden aus Lebensmitteln hergestellte Testlösungen mit einer Lanzette in die erste Hautschicht eingeritzt. Besitzt der Patient gegen eines oder mehrere

Lebensmittel Antikörper, so führt dies an den behandelten Hautstellen zur Rötung und zum Anschwellen. Das Resultat des Hauttests kann durch Laboruntersuchungen des Blutes zusätzlich überprüft werden. Allerdings ist bei einem Patienten der Blutnachweis von Antikörpern gegen ein bestimmtes Nahrungsmittel nur dann von Bedeutung, wenn Beschwerden vorliegen. Obwohl viele Menschen Antikörper gegen bestimmte Nahrungsmittel im Blut mit sich führen, haben sie noch niemals allergisch auf diese Lebensmittel reagiert.

Um weitgehend sicherzustellen, dass das allergieauslösende Lebensmittel gefunden wurde, bietet sich die Testmahlzeit an. Eine Testmahlzeit sollte grundsätzlich im Krankenhaus unter stationärer Betreuung stattfinden, um das erhöhte Risiko eines allergischen Schocks zu minimieren. [G-Netz]

Hauttest, Blutuntersuchung und Testmahlzeit reichen in der Regel aus, um ein Allergen eindeutig zu identifizieren. Allerdings muss in einigen Ausnahmefällen noch eine Ausschlussdiät erfolgen. Begonnen wird meistens mit einer Kartoffel-Reis-Diät, weil diese in den seltensten Fällen Allergien auslöst. In der Folgezeit nimmt der Patient jeden Tag ein neues Nahrungsmittel zu sich. Bei auftretenden allergischen Symptomen hat man das verantwortliche Lebensmittel gefunden. [G-Netz]

Bei der Therapie einer Lebensmittelallergie ist das Weglassen der allergieauslösenden Nahrungsmittel natürlich das Beste. Das Einkaufen gestaltet sich bei dieser Therapiemethode unweigerlich zu einem langwierigen Prozess. Auf allen Verpackungen muss überprüft werden, ob das jeweilige Allergen in dem Produkt enthalten ist. [G-Netz]

Dieser Sachverhalt führt uns direkt zum Problem der Kennzeichnungspflicht bei Lebensmitteln und der Frage, ob alle Inhaltsstoffe auf der Verpackung eines Lebensmittels angegeben werden müssen. Die EU-Richtlinie 2003/89/EG, die im November 2005 geändert wurde, beantwortet diese Frage. Die Richtlinie führt aus, dass Lebensmittelhersteller verpflichtet sind, „detaillierte Angaben über potenziell allergene Bestandteile zu machen. Dies gilt auch für Hilfsmittel, die nur während der Produktion mit dem Lebensmittel in Berührung kommen.“ [Medi05]

Die folgende Liste enthält die kennzeichnungspflichtigen Stoffe:

1. „Glutenhaltiges Getreide (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Dinkel, Kamut oder Hybridstämme davon) sowie daraus hergestellte Erzeugnisse
2. Krebstiere und Krebstiererzeugnisse
3. Eier und Eierzeugnisse
4. Fisch und Fischerzeugnisse
5. Erdnüsse und Erdnusserzeugnisse
6. Soja und Sojaerzeugnisse
7. Milch und Milcherzeugnisse (einschließlich Laktose)
8. Schalenfrüchte (d.h. Mandel, Haselnuss, Walnuss, Kaschunuss, Pecannuss, Paranuss, Pistazie, Macadamianuss und Queenslandnuss) sowie daraus hergestellte Erzeugnisse
9. Sellerie und Sellerieerzeugnisse
10. Senf und Senferzeugnisse

11. Sesamsamen und Sesamsamenerzeugnisse

12. Schwefeldioxid und Sulfite in einer Konzentration von mehr als 10 mg/kg oder 10 mg/l als SO<sub>2</sub> angegeben.“ [Medi05]

Neben diesen kennzeichnungspflichtigen Inhaltsstoffen lässt die EU-Richtlinie auch Ausnahmen zu. „Für zusammengesetzte Zutaten unter 2% sowie für Gewürz- und Kräutermischungen ist eine Auflistung der Zutaten nicht zwingend“. [Medi05] Dieser Prozentsatz kann allerdings für einige Allergiker schon zu hoch sein, denn bereits geringe Spuren eines Allergens in einem Lebensmittel können zu lebensbedrohlichen Reaktionen führen. [Medi05] Nur wenn auf Lebensmittelverpackungen alle Inhaltsstoffe angegeben werden müssen, können Allergiker – nach dem Überprüfen der Inhaltsstoffe – das Lebensmittel bedenkenlos zu sich nehmen.

Um eine genaue Auflistung der Inhaltsstoffe von Lebensmitteln zu erhalten, empfiehlt es sich eine Ernährungsberatung aufzusuchen. Dort erfährt man welche Allergene in Lebensmitteln enthalten sind und welche nicht. [G-Netz]

In Deutschland sind etwa „5% der Bundesbürger von Nahrungsmittelallergien betroffen.“ [G-Netz] Bei Kindern finden sich die häufigsten Allergene im Ei (34% der Fälle), in Erdnüssen (25%), Milch (8%) und Fisch (5%). Erwachsene leiden meistens unter Allergien gegen Früchte, wie Bananen, Avocado, Kastanie, Kiwi, Aprikose, Erdbeere, Himbeere oder Apfel (ca. 14%), Hülsenfrüchte, wie Erdnuss, Soja, Erbse oder Bohne (9,5%), Doldenblütler, wie Dill, Sellerie, Möhre, Fenchel oder Koriander (9,5%) und Meeresfrüchte.“ [Brod05]

## **3 Lebensmittelallergie heute und in Zukunft**

Nach den Ausführungen über Mobile Health und Lebensmittelallergie liegt der Schwerpunkt in diesem Kapitel auf den Fragen, wie sich die aktuelle Situation eines Lebensmittelallergikers darstellt und ob eine Verbesserung dieser Situation möglich erscheint.

### **3.1 Aktuelle Situation eines Lebensmittelallergikers**

Nach [Gesu] gibt es keine exakten Zahlen, wie viele Menschen in Deutschland an einer Lebensmittelallergie leiden. Schätzungen zufolge sind allerdings 8% der Kinder und 2% der Erwachsenen betroffen. [G-Netz] spricht von etwa 5% der Bundesbürger, die an einer Lebensmittelallergie leiden. Prozentual gesehen ist dies zwar nur ein geringer Anteil der Gesamtbevölkerung, dennoch handelt es sich um etwa 6,4 Millionen Kinder und 1,6 Millionen Erwachsene, Tendenz steigend. Für diese Menschen kann es mitunter sehr kompliziert sein einen Lebensmitteleinkauf zu tätigen.

Wie bereits beschrieben besteht die beste Therapie für Lebensmittelallergiker darin, die Allergene wegzulassen. Das bedeutet für einen Lebensmittelallergiker, dass er beim Kaufen ständig die Zutatenliste auf einer Verpackung kontrollieren muss, um herauszufinden, ob er das Produkt zu sich nehmen darf oder nicht. Neben dem erhöhten Zeitaufwand erschweren die Vielzahl der Zutaten und die nicht unbedingt zu erwartenden Zutaten den Einkauf. Man würde z.B. nicht unbedingt Mehl als Bindemittel in einem Joghurt erwarten. Aber selbst bei einer gewissenhaften Kontrolle, kann der Lebensmittelallergiker nicht immer sicher sein, ob nicht doch ein Allergen in dem Produkt versteckt ist. Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, müssen die Lebensmittelhersteller nur Inhaltsstoffe deklarieren, die zu mehr als 2% im Produkt enthalten sind. Ebenso müssen Gewürzmischungen nicht vollständig auf der Verpackung aufgeschlüsselt werden. Diese geringen Mengen können bekanntlich für manche Allergiker zu einem lebensbedrohlichen allergischen Schock führen. Es ist daher für einen Lebensmittelallergiker sehr unbefriedigend, wenn auf einer Verpackung nur die Begriffe „Aroma“ oder „Gewürze“ angegeben sind. Er kann nie sicher sein, ob sich nicht doch ein Allergen hinter diesen Bezeichnungen verbirgt. Die unzureichenden Angaben über die Inhaltsstoffe verursachen eine Einschränkung, die eigentlich unzumutbar ist. Trotz intensiver Kontrolle muss zum jetzigen Zeitpunkt der Lebensmittelallergiker aus Vorsicht auf bestimmte Produkte sogar verzichten, die er bei vollständiger Deklaration der Inhaltsstoffe eventuell zu sich nehmen könnte.

Zusätzliche Verwirrung entsteht dadurch, dass die Bezeichnungen für die Inhaltsstoffe und für die Allergene nicht immer übereinstimmen. Die Bezeichnung für den Inhaltsstoff ist nicht immer identisch mit der Bezeichnung für das Allergen. Ein Arzt könnte z.B. seinem Patienten mitteilen, dass er gegen Gluten allergisch sei. Auf einer

Lebensmittelverpackung findet man aber nur in den seltensten Fällen diesen Begriff. Die Begriffe Weizen oder Mehl, die Gluten enthalten und gegen die der Patient folglich allergisch reagieren wird, findet man dafür aber umso häufiger. Diese unterschiedlichen Bezeichnungen und die Verwendung von Fachbegriffen können den Allergiker verunsichern und in die Irre führen. Auch in diesem Fall sieht sich der Allergiker genötigt, das Produkt aus Vorsicht nicht zu kaufen.

## 3.2 Zukunftsvisionen

Bei all den Problemen, die den Lebensmittelallergiker beim Einkaufen behindern, wäre es wünschenswert ein Gerät zu besitzen, das diese Probleme behebt, den Einkauf vereinfacht und somit den Zeitaufwand verringert. Außerdem wäre zu wünschen, dass dieses Gerät so zuverlässig arbeitet, dass Allergiker auch Produkte kaufen können, die sie zurzeit aus Vorsicht weglassen. Das Gerät müsste nicht alle Inhaltsstoffe des Produktes ausgeben. Es würde ausreichen nur einen Warnhinweis zu übermitteln, ob der Besitzer gegen das jeweilige Produkt allergisch ist oder nicht. Das Gerät sollte unauffällig als Armband getragen werden können. Sobald der Träger ein Produkt in die Hand nimmt, gibt das Gerät einen Hinweis zu diesem Produkt aus. Mithilfe der RFID-Technologie wäre ein solches Gerät zu realisieren. Mit dieser Technologie können Daten berührungslos und ohne Sichtkontakt von einem sogenannten RFID-Tag, auch RFID-Transponder genannt, an einen RFID-Reader gesendet werden.

Folgende Informationen wären bei der Ausgabe wünschenswert:

- Name und Bild des Produktes (zwecks Kontrolle)
- Preis des Produktes
- schwache oder starke Allergie
- Alternativprodukt mit Name, Bild und Preis (bei starker Allergie)
- eventuell Alternativprodukt bei schwacher Allergie (Wahlmöglichkeit durch den Benutzer)

Bei einer Markteinführung des EuLa-Armbandes ist für die Korrektheit der Datenbasis unbedingt Sorge zu tragen. Die Lebensmittelhersteller müssen alle Inhaltsstoffe deklarieren und auch Sammelbegriffe wie „Aroma“ und „Gewürze“ aufschlüsseln. Nur so kann bei der Anzeige „Keine Allergene vorhanden“ gewährleistet werden, dass ein Allergiker das Produkt bedenkenlos essen kann.

Um ein solches Armband herzustellen, wäre ein Datenbanksystem von Nöten, in dem Daten zum Patienten, zu den Produkten und den einzelnen Geschäften hinterlegt sind. Die Geschäftsinformationen sind notwendig, da in den verschiedenen Ladenketten für dasselbe Produkt unterschiedliche Preise verlangt werden. Auch regionale Angebote der einzelnen Ladenketten sind möglich (z.B. Aldi-Nord und Aldi-Süd). Das Armband muss erkennen in welchem Geschäft es sich gerade befindet. Es müssen also 3

Datenbanken (Patienten-Datenbank, Waren-Datenbank und Geschäfte-Datenbank) und ein zusätzliches Datenbanksystem (Warenwirtschafts-Datenbanksystem) eingerichtet und betrieben werden (siehe auch Kapitel 1.4). Die Patienten-Datenbank sollte die Daten zum Patienten, also seine Patientenummer, seine Allergene, usw. enthalten, die Waren-Datenbank die Daten zu den Produkten, logischerweise die Produktnummer, Name und Bild. Die Geschäfte-Datenbank sollte dazu dienen, die Ladenkette, bzw. die regionale Ladenkette (in der sich der Benutzer gerade befindet) zu lokalisieren und zu identifizieren. Im Warenwirtschafts-Datenbanksystem muss jede Ladenkette, bzw. jede regionale Ladenkette mit einer eigenen Datenbank vertreten sein. Nur so ist zu gewährleisten, dass einem Produkt der richtige Preis zugeordnet werden kann. Eine ausführliche Darstellung folgt in Kapitel 6.2.2.

In solch einem komplexen Datenbanksystem sind datenschutzrechtliche Aspekte bezüglich der sensiblen Daten unbedingt zu beachten. Wie sind Betrieb und Datenpflege zu realisieren?

Betrachten wir zuerst die Patientendaten.

Auf diese hochsensiblen Daten dürfen nur Ärzte als berechtigte Personen einen Zugriff haben. Sollte dem Patienten der Zugriff gewährt werden, darf er natürlich nur Einsicht in seine eigenen Daten nehmen und keinesfalls in die anderer Patienten. Falls der behandelnde Arzt nicht selbst die Daten seiner Patienten in die Datenbank einträgt, sondern aus Termingründen eine externe Firma damit beauftragen möchte, ist davon auszugehen, dass die Patienten der Firma nicht das gleiche Vertrauen entgegenbringen wie ihrem Arzt. Die Arbeit einer Firma sollte sich lediglich auf den Betrieb der Datenbank mit den Patientendaten beschränken.

Weitere sensible Daten sind die Inhaltsstoffe der Produkte.

Hier stellt sich das Problem der Produktsplionage. Kein Lebensmittelhersteller legt alle Inhaltsstoffe seines Produktes offen, wenn nicht gewährleistet wird, dass Konkurrenten keinen Zugang zu diesen Daten haben. Die Datenbanken müssen folglich passwortgeschützt sein. Die datenbankbetreuende Firma muss gewährleisten, dass die Daten absolut vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben werden. Dies muss über rechtsverbindliche Verträge geregelt werden. Zusätzlich darf es den Lebensmittelherstellern nur möglich sein, die Daten der eigenen Produkte in der Datenbank einzusehen, nicht jedoch die der Konkurrenz. Zusätzliche Ausführungen zum Datenschutz folgen im Kapitel 7.4.

Es wäre anstrengenswert, dass Patienten-, Waren- und Geschäfte-Datenbank von 3 unterschiedlichen Firmen zentral betreut und betrieben werden. Hingegen sollten alle Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems von nur einer weiteren Firma betreut und betrieben werden. Die einzelnen Firmen befinden sich an verschiedenen Orten. Durch die zentrale Verwaltung können Konsistenzprobleme vermieden werden, die entstehen, wenn zu viele Leute dezentral schreibend auf eine Datenbank zugreifen. Nähere Ausführungen folgen in Kapitel 6.2.2.

Bei einer Verwaltung der einzelnen Datenbanken durch externe Firmen sparen z.B. die einzelnen Ladenketten die Kosten für die benötigte Hard- und Software. Zudem entfällt das Anlernen neuer Arbeitskräfte für eine Datenbankverwaltung. Eine auf Datenbanken

spezialisierte Firma stellt sowohl die Arbeitskräfte, als auch die Hard- und Software zur Verfügung. Diese Dienstleistung kann über einen Vertrag geregelt werden.

Es gilt unterschiedliche Szenarien (siehe Kapitel 6.3.3) zum Einsatz des EuLa-Armbandes zu betrachten. Eine Möglichkeit wäre, das EuLa-Armband als spezielle Dienstleistung in einzelnen Ladenketten einzusetzen. Die zweite Möglichkeit bestünde darin, es in allen Ladenketten deutschlandweit einzusetzen. Als dritte Möglichkeit würde ein europaweiter Einsatz in allen Ladenketten in Frage kommen. Der Einsatz innerhalb Europas ist keinesfalls als unrealistisch zu bezeichnen. Das größte Problem stellen die unterschiedlichen Sprachen innerhalb Europas dar. Um dieses Problem zu lösen, müssen lediglich die InhaltsstoffID's und AllergenID's den Inhaltsstoffen und Allergenen (in der Waren- und Patienten-Datenbank) mehrsprachig in einer separaten Tabelle zugeordnet werden (siehe Kapitel 6.2.2). Für Allergiker besteht dann die Möglichkeit einen (bzgl. Ernährung) sorgenfreien Urlaub zu verleben. Sprachliche Probleme beim Lesen der Inhaltsstoffe auf der Verpackung entfallen, wenn das EuLa-Armband auf Datenbanken zugreifen kann, in denen die unterschiedlichen Sprachen berücksichtigt sind.

Solange es, wie schon in Kapitel 3.1 beschrieben, unterschiedliche Bezeichnungen für Inhaltsstoffe und Allergene gibt, kann auch das EuLa-Armband keine verlässliche Ausgabe gewährleisten. Für einen fehlerfreien Betrieb des Armbandes ist es unbedingt notwendig, Inhaltsstoffe und Allergene zueinander in Beziehung zu bringen. Zur Lösung des Problems muss in der Patienten-Datenbank eine Tabelle existieren, in der die Allergene den jeweiligen Inhaltsstoffen zugeordnet sind. Eine eigene Datenbank für dieses sogenannte Mapping ist auch denkbar. Detaillierte Ausführungen zum Mapping erfolgen in Kapitel 6.3.1.

Die oben angesprochene RFID-Technologie wird in den folgenden Kapiteln näher erläutert und die verschiedenen Varianten beschrieben.

## 4 Kurzeinführung RFID

Die Entwicklung technischer Systeme führte in den vergangenen Jahren immer mehr zur Miniaturisierung von Komponenten, zu höherer Leistungsfähigkeit von Prozessoren und größerer Kommunikationsbandbreite bei der Telekommunikation. Zudem konnten Speicherkapazitäten auf immer kleinerem Raum zur Verfügung gestellt werden. Auch die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine erweitert sich immer mehr durch die Vernetzung von Maschinen und deren Kommunikation untereinander. Wird diese direkte Kommunikation von „smarten“ Objekten angesprochen, fallen auch direkt die Begriffe „Ubiquitous Computing“ und „Pervasive Computing“. [Bund04] Beide beziehen sich auf die Allgegenwärtigkeit der Informationsverarbeitung im Alltag von Unternehmen und Kunden und sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

- „Miniaturisierung: ICT-Komponenten werden kleiner und damit portabler als die heute üblichen Geräte.
- Einbettung: ICT-Komponenten werden häufiger in andere Geräte und Gegenstände des täglichen Gebrauchs eingebettet („Smart Objects“).
- Vernetzung: ICT-Komponenten sind in der Regel miteinander vernetzt, und der Datenaustausch erfolgt meist drahtlos.
- Allgegenwart: ICT wird allgegenwärtig und versieht ihren Dienst immer unauffälliger oder gar unsichtbar.
- Kontextsensitivität: ICT-Komponenten können sich durch drahtlosen Datenaustausch und mittels Sensoren Informationen über ihre Umgebung beschaffen.“ [Hilt03]

RFID Frequenzen	100-135 kHz	13,56 MHz	2,45 GHz / 868 MHz
Reichweite, circa	< 2m	< 1m	< 15m / 100m
Energie	passiv	passiv	passiv / aktiv
Bauformen	vielfältig	Folien, laminierbar	vielfältig
Pulzfähigkeit	realisiert	16/s ISO 18000-3.1: 30/s ISO 18000-3.2: 500/s	12/s, unbegrenzt
Materialdurchdringung	hoch	hoch	materialabhängig
Einsatz auf Metall	beschränkt	beschränkt	sehr gut
Beschreibbarkeit	realisiert	realisiert	realisiert
Beispiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wegfahrsperr</li> <li>• Zutrittskontrolle</li> <li>• Tieridentifikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zutrittskontrolle (z.B. Skipass; Öffentlicher Personennahverkehr)</li> <li>• Dokumentenmanagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauterfassung</li> <li>• Kennzeichnung von Mehrweggebinden, Containern, Wechselbrücken</li> </ul>
Speicherkapazität		bis 1 kByte	bis 256 kByte
Stückkosten z. Zt. ca.	1 – 5 €	0,5 – 3 €	20 – 150 €

Tabelle 2: Realisierungsformen von RFID-Systemen [Lyhs04]

Betrachtet man die aufgeführten Punkte, so erkennt man, dass auch RFID-Systeme ein Teilgebiet des Ubiquitous oder Pervasive Computing darstellen. RFID ist eine Sender/Empfänger-Technologie, bei der sehr kleine Datenspeicher über eine Funkstrecke ausgelesen werden. Eine Aussage über das Verfahren, den Ablauf und die Art der Stromversorgung erfolgt in dem Begriff RFID noch nicht, denn RFID-Systeme gibt es in unterschiedlichen Technologien, Bauarten und Größen. Eine Gemeinsamkeit weisen RFID-Systeme auf: sie bestehen immer aus einem Reader und mindestens einem Tag. [Scho05]

In Tabelle 2 werden die unterschiedlichen Realisierungen von RFID-Systemen dargestellt.

Wegen ihrer Größe suchen manche den Vergleich zu Viren. Dabei wird RFID folgendermaßen beschrieben: „Es ist klein und unter Umständen so klein, dass es kaum sichtbar ist und doch kann es von uns unbemerkt Schaden anrichten.“ [Scho05] Es gilt also bei RFID nicht nur die positiven Aspekte zu betrachten, sondern auch die Gefahren des Missbrauchs nicht aus den Augen zu verlieren.

Dieser Missbrauch bezieht sich in vielen Fällen auf den Datenschutz. RFID-Tags können unbemerkt ausgelesen werden. Das heißt, dass beispielsweise Käuferprofile erstellt werden können, wenn RFID-Tags (anstelle des Barcodes) an Verkaufsgütern angebracht werden. Natürlich gibt es Gesetze und Rechtsverordnungen darüber, welche Daten erhoben und wie sie erfasst werden dürfen. Einen Verstoß gegen diese Gesetze und Verordnungen zu erkennen und vor allem zu beweisen, gestaltet sich durch das unbemerkte Auslesen der Tags allerdings als sehr schwierig. Ein Wandel, den die RFID-Technologie mit sich bringt, ist der des Rationalisierungspotentials. Vor allem in Einzelhandel und Logistik ist mit Entlassungen zu rechnen, wenn RFID zur Verbesserung von Wirtschaftskreisläufen eingesetzt wird. Mit Blick auf die aktuelle Arbeitslosigkeit in Deutschland ist dies sehr kritisch zu betrachten. [Scho05]

## 4.1 Einsatzgebiete

RFID ist keine neue Erfindung. Die Technologie kam von 1940 an zur Freund-Feind-Erkennung bei Flugzeugen der Alliierten zum Einsatz. Bis 1977 wurde die RFID-Technologie ausschließlich militärisch genutzt. [Krem04] Die ersten zivilen Anwendungen erfolgten im Bereich der Container Logistik [Henn04] und der Tieridentifikation (Identifikation von Milchkühen in den USA). [Krem04]

Heute werden RFID-Systeme in verschiedenen Bereichen verwendet. In Kraftfahrzeugen fungiert RFID als Wegfahrsperrung. Hierbei ist der Tag im Autoschlüssel integriert und der Reader im Zündschloss. Sobald sich der Schlüssel im Zündschloss befindet, wird der Tag aktiviert und sendet die auf ihm gespeicherten Daten an den Reader. Stimmen die Daten mit den im Steuergerät gespeicherten Daten überein, gibt das Steuergerät die wesentlichen Funktionen des Fahrzeugs frei. [Scho05]

Auch im Bereich der medizinischen Anwendungen wird RFID längst eingesetzt. Ausführliche Erläuterungen erfolgten bereits im Kapitel 2.

Eine sehr wichtige Anwendung soll in der Zukunft der Einsatz von RFID im Supply Chain Management und der Logistik sein. „Just in time Prinzip“ heißt der Versuch die Fertigung der Waren so zu kalkulieren, „dass sie zur Verfügung stehen, sobald sie benötigt werden.“ [Scho05] Bei diesem Prinzip fungieren Autobahnen als Lagerhallen.

Falsch verladene Waren führen allerdings zwangsläufig zu heiklen Situationen, weil Lieferungen nicht rechtzeitig oder gar nicht eintreffen. Es wäre für die Logistik sehr von Vorteil, wenn in Zukunft Güter mit RFID-Tags versehen werden, die eine bestimmte Kennung besitzen. Diese Kennung kann mit Daten über Zielort, Ansprechpartner und Absenderdaten verknüpft werden. Nun kann über EDV-Systeme geprüft werden, wohin z.B. ein Gut verschickt werden soll oder ob noch Platz in den jeweiligen Containern vorhanden ist. Sobald der Container verladen ist, kann über an ihm angebrachte Long Range-Tags geprüft werden, ob der richtige Container verladen wurde und wohin er gebracht wird. Sobald der Container ein Zwischenziel erreicht, kann die Ankunft in den jeweiligen EDV-Systemen verbucht werden. Auf diese Weise ist der Transport eines Gutes immer zurückverfolgbar und es ist nahezu unmöglich, dass ein Gut falsch transportiert wird oder einfach verloren geht. [Scho05]

Es gibt noch viele weitere Einsatzgebiete, wie Tieridentifikation, Zutrittskontrollen, Ticketing, Sportveranstaltungen, Einzelhandel, Industrieautomation und Passwesen, die hier allerdings nicht noch erläutert werden sollen. Interessierte können die Ausführungen zu diesen Einsatzgebieten unter [Fink02] und [Scho05] nachlesen.

## 4.2 Technik

Will man die Technik von RFID-Systemen grob erläutern, so kann man sie mit einem Transformator vergleichen. „Eine Spule erzeugt ein magnetisches Feld, das wiederum in einer anderen Spule eine Spannung induziert.“ [Scho05] Dieser Vergleich hinkt allerdings, denn bei RFID-Systemen sind die Spulen nicht wie beim Transformator über einen Eisenkern gekoppelt. Vielmehr verteilt sich das magnetische Feld frei im Raum um die Spule des Lesegerätes, wie in Abbildung 6 zu sehen ist. [Scho05]

Diese angesprochene induktive Kopplung wird fast ausschließlich bei passiven Tags verwendet. Weitere Möglichkeiten sind die kapazitive Kopplung für Close Coupling-Systeme und das Backscatter-Verfahren für Long Range-Systeme. [Bund04]

Bei der induktiven Kopplung stellt das Lesegerät die Energie für den Tag zur Verfügung. Der Tag ist induktiv gekoppelt und besteht aus einem elektronischen Datenträger und einer großflächigen Spule (Antenne). Auch das Lesegerät besitzt eine Antennenspule von der ein elektromagnetisches Feld erzeugt wird. Dieses ausgesendete Feld durchdringt die Tag-Antennenspule und induziert im Tag eine Spannung. Um als Energie für den Tag zur Verfügung zu stehen, muss die induzierte Spannung nur noch gleichgerichtet werden. [Bund04]

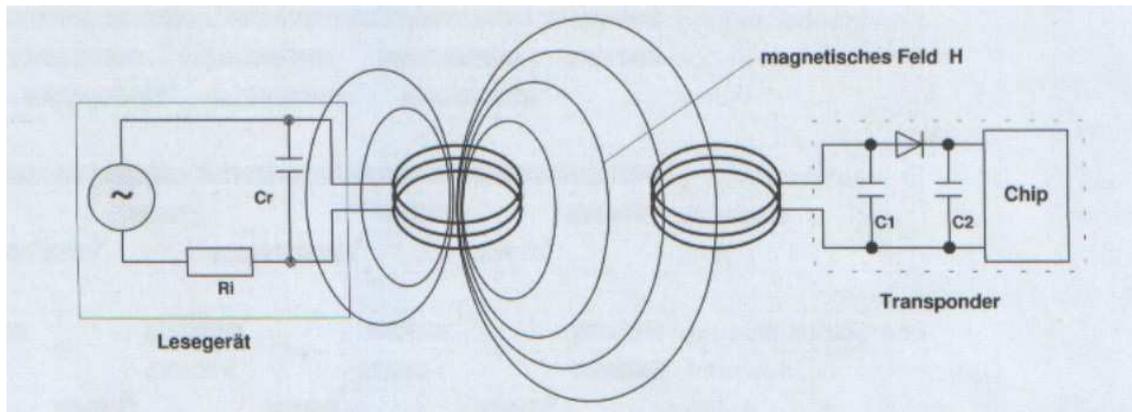


Abbildung 6: Induktive Kopplung [Fink02]

Zur Datenübertragung wird der Spule des Tags und der des Lesegerätes ein Kondensator parallel geschaltet. Der Kondensator des Lesegerätes bildet mit der Spuleninduktivität einen Parallelschwingkreis, wobei dessen Resonanzfrequenz gleich der Sendefrequenz des Lesegerätes ist. Auch im Tag wird durch den Kondensator ein Schwingkreis gebildet, abgestimmt auf die Sendefrequenz des Lesegerätes. [Bund04]

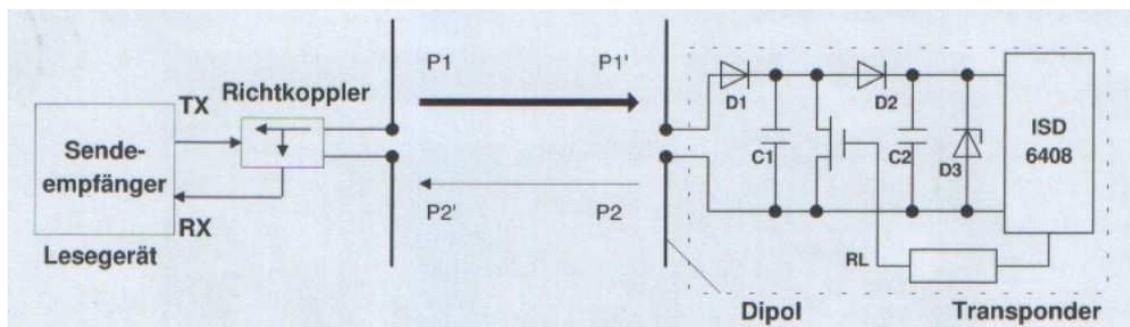


Abbildung 7: Backscatter-Verfahren [Fink02]

Dem Backscatter-Verfahren liegt die Radartechnik zugrunde. Radargleichungen besagen, „dass elektromagnetische Wellen von Materie, die eine Ausdehnung von mehr als der halben Wellenlänge der ausgesandten elektromagnetischen Welle besitzt, reflektiert werden. Besonders gut werden elektromagnetische Wellen dann reflektiert, wenn das Objekt, auf das die Wellenfront trifft, in Resonanz gerät.“ [Bund04] In RFID-Systemen werden Lesegerät und Tags mit Dipol-Antennen ausgestattet. Diese zeigen für die jeweils verwendete Frequenz ein Resonanzverhalten. Um den Tag mit Energie zu versorgen, strahlt die Antenne des Lesegerätes eine bestimmte Sendeleistung ab. Diese an der Antenne des Tags ankommende Leistung wird gleichgerichtet und steht dann als Energie für den Tag zur Verfügung. [Bund04]

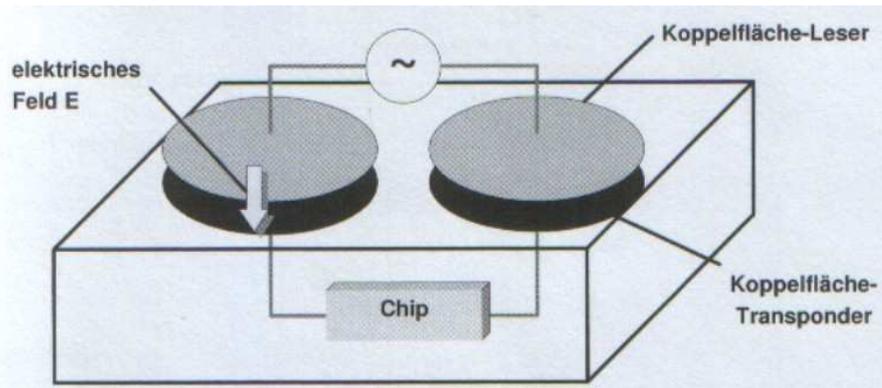


Abbildung 8: Kapazitive Kopplung [Fink02]

Bei der kapazitiven Kopplung wird die Signalübertragung von zwei voneinander isolierten elektrischen Leitern gewährleistet. Sie sind sowohl im Tag als auch im Lesegerät parallel angeordnet. Ähnlich wie beim Plattenkondensator, wirkt sich eine Ladungsveränderung auf einem Leiter über ein elektrisches Feld auf den anderen Leiter aus. Diese Koppelkapazität ist sehr gering und daher wird die kapazitive Kopplung auch vorwiegend bei Close Coupling-Systemen verwendet. [Bund04]

### 4.3 Antikollisionsverfahren

Wie zu Beginn dieses Kapitels schon beschrieben, besteht ein RFID-System normalerweise aus einem Reader und mehreren Tags, wobei zwei verschiedene Arten der Kommunikation zwischen Reader und Tags möglich sind. [Fink02]

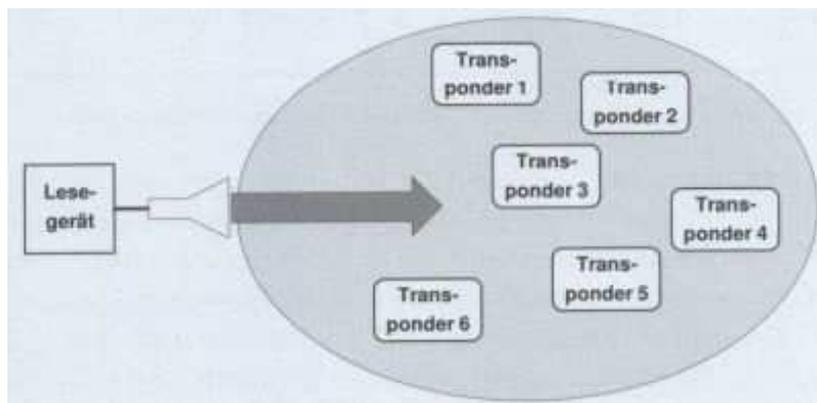


Abbildung 9: Broadcastbetrieb [Fink02]

Die erste Kommunikationsart heißt „broadcast“. Bei dieser Kommunikationsart sendet der Reader einen Datenstrom, den alle Tags empfangen. Der Reader verschickt folglich

einen Befehl an alle Tags, der die Tags veranlasst, die in ihnen gespeicherten Daten an den Reader zu übermitteln. [Fink02]

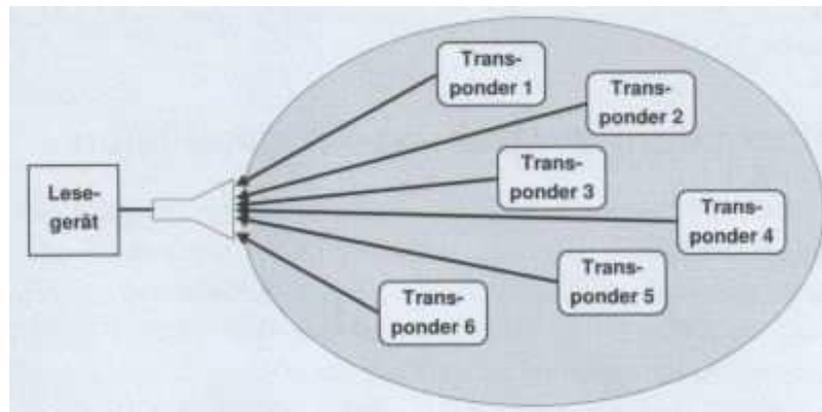


Abbildung 10: Vielfachzugriff auf ein Lesegerät [Fink02]

Die zweite Kommunikationsart nennt sich „multi-access“. Hierbei sendet jeder einzelne Tag seine Daten an einen Reader. Bei einer solchen Datenübertragung kann es zu Kollisionen kommen. Dies kann dazu führen, dass der Reader die gesendeten Daten nicht mehr lesen kann. Um eine fehlerfreie Datenübertragung zu gewährleisten werden Antikollisionsverfahren eingesetzt. Drei Verfahren haben sich zurzeit in der Technik herauskristallisiert, das Raummultiplexverfahren (SDMA), das Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) und das Zeitmultiplexverfahren (TDMA). [Fink02]

### 4.3.1 Raummultiplex

„Unter Raummultiplex (SDMA, space division multiple access) versteht man Techniken, die eine bestimmte Ressource (Kanalkapazität) in räumlich getrennten Bereichen wieder verwendet.“ [Fink02]

Die angesprochene räumliche Trennung ist zu erreichen, indem man die Reichweiten der Reader verringert. Diese Maßnahme erfordert allerdings den Einsatz sehr vieler Reader

Die Kanalkapazität kann jetzt mehrfach zur Verfügung gestellt werden.

Beispiele für eine Anwendung dieses Verfahrens sind Marathon-Großveranstaltungen. Jeder einzelne Läufer ist mit einem Tag ausgestattet. Beim Start überqueren die Läufer Matten, in denen Reader eingelassen sind.

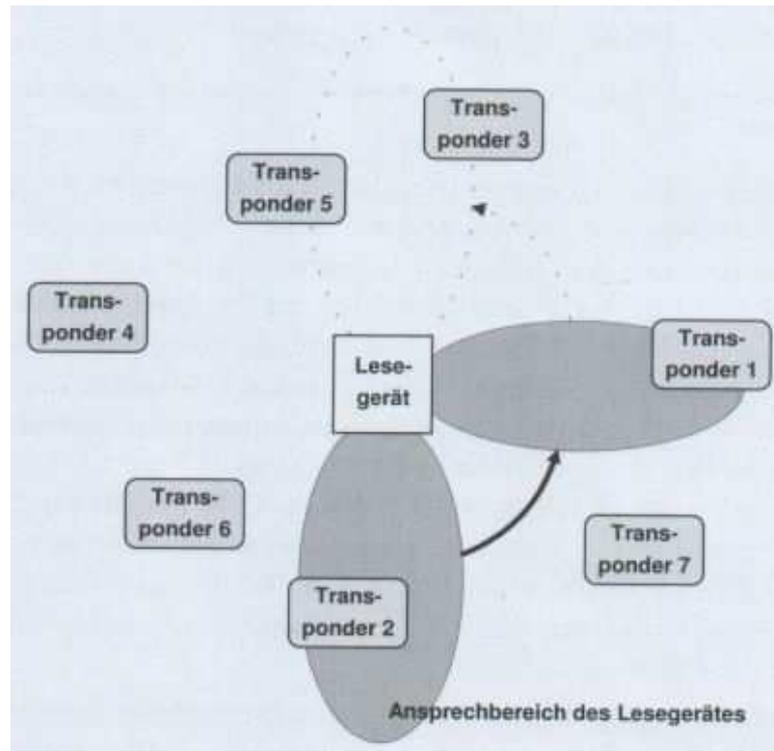


Abbildung 11: SDMA mit einer elektronischen Richtantenne [Fink02]

Eine andere Möglichkeit um SDMA zu realisieren besteht darin, elektronisch steuerbare Richtantennen einzusetzen, die auf einen Tag ausgerichtet werden können. Anhand ihrer Winkelpositionen im Ansprechbereich des Readers lassen sich die einzelnen Tags unterscheiden.

Die SDMA-Technik wird allerdings nur in wenigen Spezialfällen eingesetzt, da sie mit einem sehr hohen Implementierungsaufwand der Antennensysteme verbunden ist. [Fink02]

### 4.3.2 Frequenzmultiplex

„Unter Frequenzmultiplexverfahren (FDMA, frequency domain multiple access) versteht man Techniken, bei denen den Kommunikationsteilnehmern mehrere Übertragungskanäle auf unterschiedlichen Trägerfrequenzen gleichzeitig zur Verfügung stehen.“ [Fink02]

Wie in Abbildung 12 gezeigt, sendet beim FDMA der Reader in einer bestimmten Frequenz ( $f_a$ ) und die Tag antworten in verschiedenen Frequenzen ( $f_1 \dots f_N$ ). Dabei können sich die Frequenzbereiche für die beiden Richtungen unterscheiden.

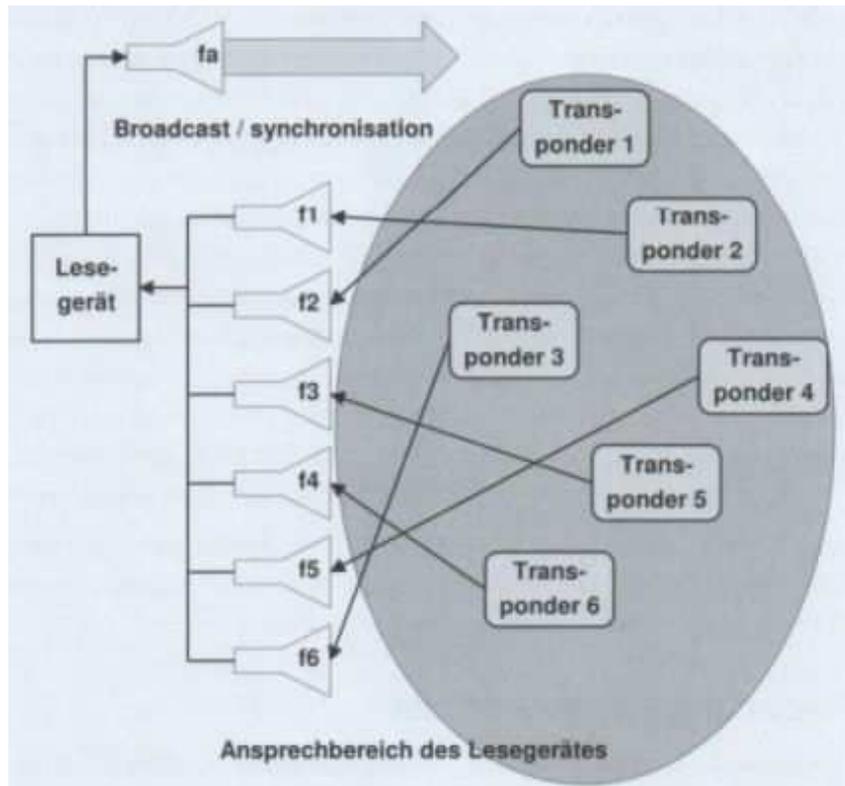


Abbildung 12: FDMA-Verfahren [Fink02]

Wie auch bei der SDMA-Technik werden Systeme mit FDMA-Technik nur in wenigen Spezialfällen eingesetzt, denn es muss in den Readern für jeden Empfangskanal ein eigener Empfänger zur Verfügung gestellt werden. [Fink02]

### 4.3.3 Zeitmultiplex

„Unter Zeitmultiplexverfahren (TDMA, time domain multiple access) versteht man Techniken, bei denen die gesamte zur Verfügung stehende Kanalkapazität zeitlich zwischen den Teilnehmern aufgeteilt wird.“ [Fink02]

Die meisten RFID-Systeme mit TDMA-Technik nutzen den Reader als Master und werden von ihm gesteuert. Dieses Verfahren besitzt gegenüber dem transponder-gesteuerten den Vorteil, dass es wesentlich schneller und flexibler arbeitet. Da der Reader alle Tags gleichzeitig ansteuert, kann man auch von einem synchronen Verfahren sprechen. „Dabei wird durch einen bestimmten Algorithmus ein einzelner Transponder aus einer größeren Gruppe von Transpondern im Ansprechbereich eines Lesegerätes zunächst selektiert und dann die Kommunikation zwischen dem selektierten Transponder und dem Lesegerät (z.B. Authentifizierung Lesen und Schreiben von Daten) vollständig abgewickelt. Erst dann wird die Kommunikationsbeziehung wieder aufgelöst, um einen weiteren Transponder zu selektieren.“ [Fink02]

Zeitmultiplexverfahren sind die am häufigsten verwendeten Techniken der Antikollisionsverfahren bei RFID-Systemen [Fink02]

Als Beispiel dient das sogenannte ALOHA-Verfahren. Hier werden Datenpakete von Tags zu zufälligen Zeitpunkten zum Reader gesendet. Man spricht von einem stochastischen TDMA-Verfahren. Die Tags senden in zyklischen Intervallen ihre in der Regel geringe Anzahl von Daten an den Reader. Dabei sind die Datenübertragungszeiten wesentlich geringer als die Wiederholzeiten. Letztere unterscheiden sich von Tag zu Tag. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Datenübertragung von zwei Tags zu unterschiedlichen Zeiten stattfindet. [Fink02]

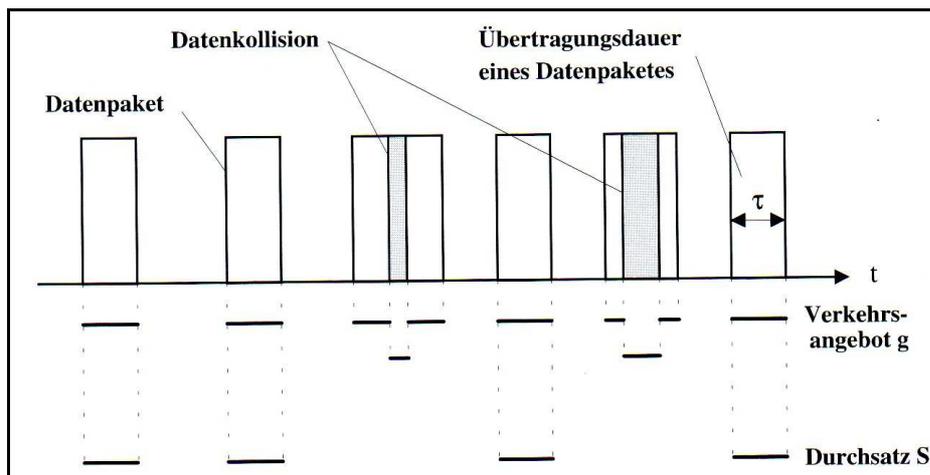


Abbildung 13: ALOHA-Verfahren [Fink02]

## 5 Verschiedene Systeme & Frequenzen

RFID-Systeme lassen sich nach verschiedenen Arten einteilen. Eine Möglichkeit ist die Einteilung nach aktiven oder passiven Systemen, eine andere die Unterteilung nach Reichweiten und eine weitere die Unterteilung nach Frequenzbereichen. Diese unterschiedlichen Betrachtungsweisen sollen in den folgenden Unterkapiteln näher beleuchtet werden.

### 5.1 Passiv - Aktiv

RFID wird in der Regel als Oberbegriff für verschiedene RFID-Lösungen verwendet. Zwecks Übersichtlichkeit entsteht das Bedürfnis diese unterschiedlichen Lösungen nach Kategorien zu ordnen. Eine erste Gruppe bilden die passiven und aktiven Tags. Allerdings ist auch eine Kombination aus passiven und aktiven Tags denkbar.

#### 5.1.1 Passiv

Passive Tags besitzen keine eigene Stromquelle, sondern beziehen die Energie, die sie zum Übertragen von Daten benötigen, aus dem sie umgebenden elektro-magnetischen Feld des Readers. Daher haben sie auch eine unbegrenzte Lebensdauer, sind billiger und leichter als aktive Tags. [Aim01] Nur im Einflussbereich des Readers können passive Tags arbeiten und auch nur dann, wenn die Feldstärke ausreichend ist. [Scho05]

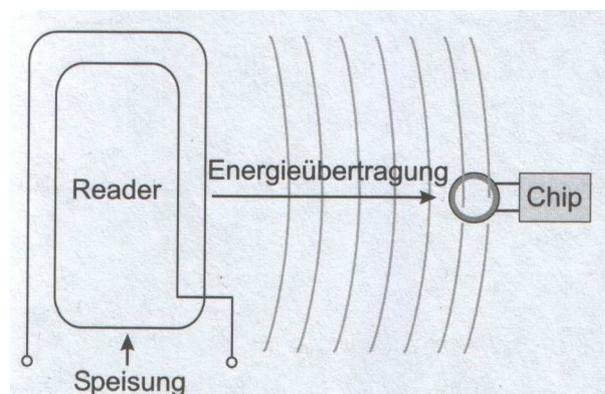


Abbildung 14: Arbeitsweise eines passiven RFID-Tags [Scho05]

Allerdings ist die Lesereichweite bei passiven Tags mit bis zu 10 m relativ gering und hängt von der Größe des Tags ab. [Cavo04] Diese Lesereichweite kann aber auch von äußeren Umständen (Wind, Wasser, Metall, usw.) abhängig sein. [Plat05] Die Anzahl der Tags, die ein Lesegerät pro Sekunde auslesen kann, liegt bei 200. Allerdings darf beim Auslesen eine Fahrgeschwindigkeit von 300 km/h nicht überschritten werden. [Pohl04]

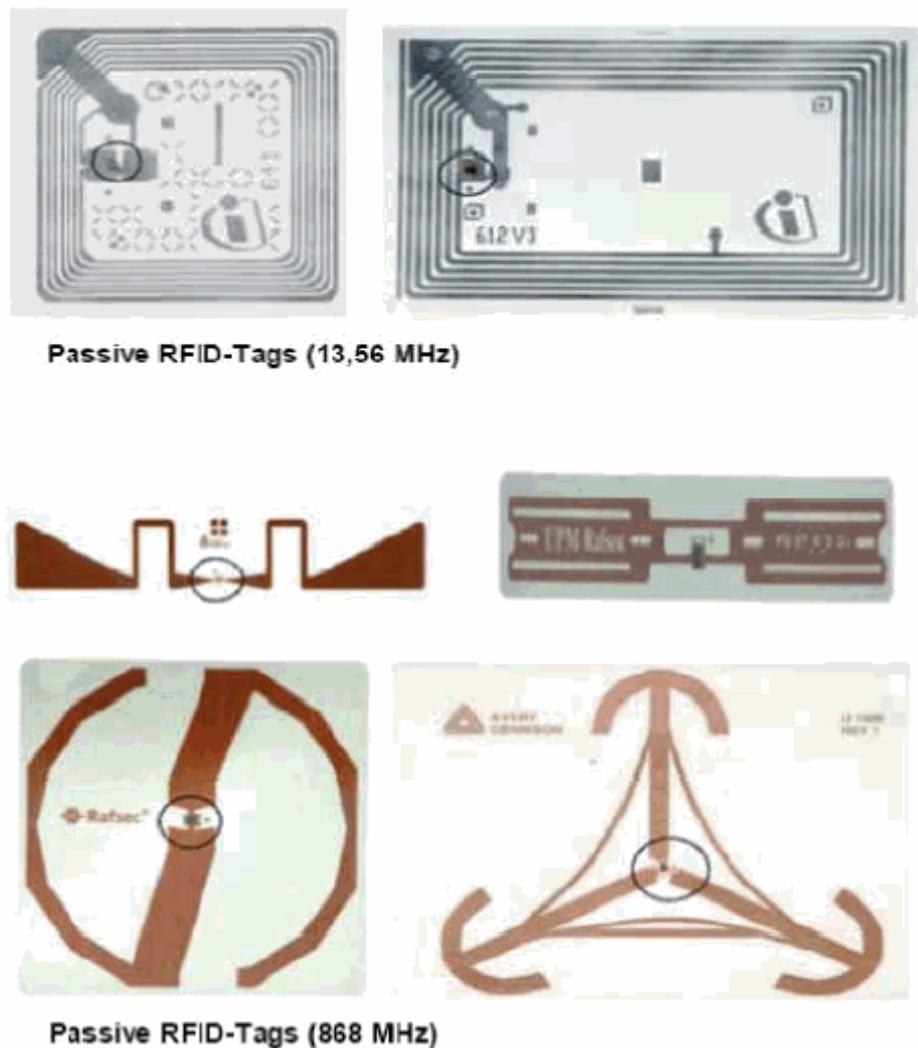


Abbildung 15: Passive Tag [Kreu06]

Passive Tags haben mit in der Regel bis zu 2 kbit einen relativ geringen Datenspeicher [Past06], keine Suchfunktionen und keine Datenbearbeitungsfunktionen. [Qued04] Ein Vorteil der passiven Tags besteht darin, dass Verschmutzungen ihre Funktionstüchtigkeit nicht beeinträchtigen, sie keinem Verschleiß unterliegen und somit keine Wartung benötigen. [Pohl04] Den größten Vorteil der passiven Tags sind ihre geringen Stückpreise. Die Kosten für passive Tags liegen zwischen 20 Cent und mehreren Dollar. [Plat05]

Am meisten verwendet werden passive Tag in Gebäudezutrittskarten oder bei Tickets für öffentliche Verkehrsmittel. [Plat05]

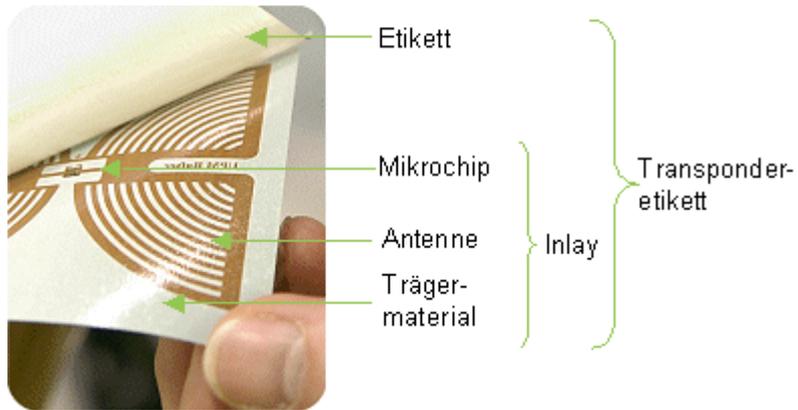


Abbildung 16: Aufbau eines Tags [GS1Gb]

### 5.1.2 Aktiv

Im Gegensatz zu passiven sind aktive Tags nicht abhängig von einem sie umgebenden leistungsstarken elektromagnetischen Feld. Sie beziehen ihre Betriebs- und Sendenergie nicht aus diesem Feld, sondern aus einer Batterie. Die Feldstärken des Readers müssen also nur so groß sein, dass der Tag Anfragen des Readers empfängt und die Antworten des Tags vom Reader ausgewertet werden können. Die wohl größte Herausforderung bei aktiven Tags ist eine geeignete Größe und Form der Batterie zu entwickeln, damit sie sich in die Bauform des Tags optimal einfügen lässt. Ideale Energiespeicher für aktive Tags sind momentan leistungsfähige Folienbatterien. [Scho05]

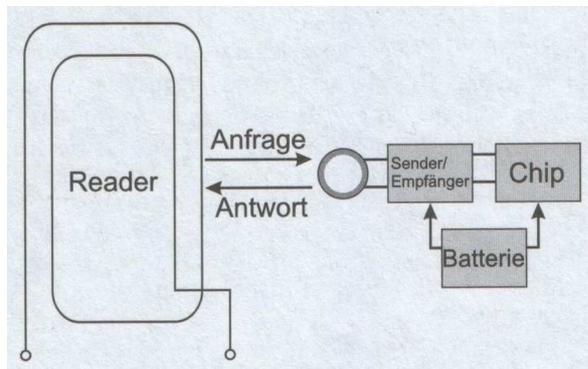


Abbildung 17: Arbeitsweise eines aktiven RFID- Tags [Scho05]

Bedingt durch die Batterie haben aktive Tags nur eine begrenzte Lebensdauer, die je nach Arbeitstemperatur (-50° C bis 70° C) und Verwendung durchaus bei über 10 Jahren liegen kann. Weitere Nachteile der aktiven Tags sind die Größe und der Preis. [Aim01]. Ihre Kosten beliefen sich im Jahr 2005 auf ca. 20 Dollar und mehr pro Stück. [Plat05]



Abbildung 18: Aktive Tag [Kreu06]

Allerdings besitzen aktive Tags viele Vorteile gegenüber den passiven. Ihre Kommunikationsreichweiten erstrecken sich auf mehrere Kilometer. [Cavo04]

Außerdem besitzen sie höhere Datentransferraten. [Aim01]

Ein Anschluss an Sensoren, Displays und Tastaturen ist möglich und ein integrierter Prozessor kann Daten verarbeiten. [Pho104]

Aktive Tags besitzen wesentlich mehr Datenspeicher (bis zu 256 kbit), als passive Tags. [Past06] Außerdem verfügen sie über Such- und Datenbearbeitungsfunktionen. [Qued04] Darüber hinaus leiten aktive Tags die Kommunikation zum Reader selbst ein. [Plat05]

Die häufigsten Verwendungen finden aktive Tags in der Logistik und in Mautsystemen. [Book04]

### 5.1.3 Semi-passiv

Ähnlich wie passive Tag leiten semi-passive Tag, „Transponder mit Stützbatterien“ [Scho05] oder „semi-aktive Transponder“ [Past06], wie sie auch genannt werden, nicht die Kommunikation ein. [Plat05] Wie aktive Tags besitzen sie eigene Stromquellen. Diese werden, sobald sich der Tag im Feld des Readers befindet, aufgeladen. Dadurch ist eine Übertragung der im Tag gespeicherten Daten zum Reader gewährleistet. [Scho05]

Eine andere Variante der semi-passiven Transponder besteht darin, dass die eigene Stromquelle nur für die Stromversorgung von Mikrochips oder integrierter Aktoren (z.B. Temperatursensoren) verwendet wird. Die Datenübertragung erfolgt dann wie bei passiven Tags. [Past06]

### 5.1.4 Gegenüberstellung

In Tabelle 3 werden die Unterschiede zwischen aktiven, passiven und semi-passiven Transpondern noch einmal zusammengefasst.

	<b>Aktiv</b>	<b>Passiv</b>	<b>Semi-passiv</b>
<b>Tag-Energie-Quelle</b>	Innerhalb des Tags	Übertragen vom Reader	Kombination aus Aktiv & Passiv
<b>Stromquelle</b>	Ja	Nein	Ja
<b>Verfügbarkeit der Tag-Energie</b>	Ununterbrochen	Nur im Feld des Readers	Nur im Feld des Readers
<b>Notwendige Signalstärke vom Reader zum Tag</b>	Niedrig	Hoch	Hoch
<b>Notwendige Signalstärke vom Tag zum Reader</b>	Hoch	Niedrig	Niedrig
<b>Kommunikationsreichweite</b>	Bis mehrere Kilometer	Bis 10 Meter	Ähnlich wie bei passiven
<b>Datenspeicher</b>	Bis zu 256 kbit	Bis zu 2 kbit	

Tabelle 3: Gegenüberstellung aktiv, passiv, semi-passiv (angelehnt an [Qued04])

## 5.2 Gliederung nach Reichweite

Eine weitere Unterteilungsmöglichkeit der verschiedenen RFID-Systeme ist die Reichweite, die von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Kilometern reichen kann. In Zukunft werden sicherlich auch noch größere Reichweiten denkbar sein, aber für eine grobe Gliederung reicht eine Unterteilung in Short Range-, Mid Range- und Long Range-Systeme. [Scho05]

### 5.2.1 Short Range-Systeme

Die Reichweite eines Short Range-Systems liegt bei wenigen Zentimeter. [rfid] Durch diese sehr geringe Lesereichweite sind diese RFID-Systeme vergleichbar mit kontaktbehafteten Identifikationskarten. Allerdings zeigen die RFID-Systeme keine Verschleißerscheinungen. Zudem gibt es auch keine Probleme beim Auslesen, wenn Verunreinigungen vorliegen. [Scho05]

Spezielle Short Range-Systeme sind die Close Coupling-Systeme, die einen Leseabstand von nur einem Zentimeter haben [rfid]

Der Vergleich mit kontaktbehafteten Identifikationskarten zeigt, dass Close Coupling-Systeme überall dort eingesetzt werden können, wo die kontaktbehafteten Systeme heute schon eingesetzt werden. Beispiele sind EC-Karten, Zugangssicherungen zu Gebäuden, aber auch die Kfz-Wegfahrsperrern. [Scho05]

Abbildung 19 zeigt ein kontaktloses Close Coupling-System, das in öffentlichen Verkehrsmitteln (Bezahlen der gefahrenen Strecke) eingesetzt wird.

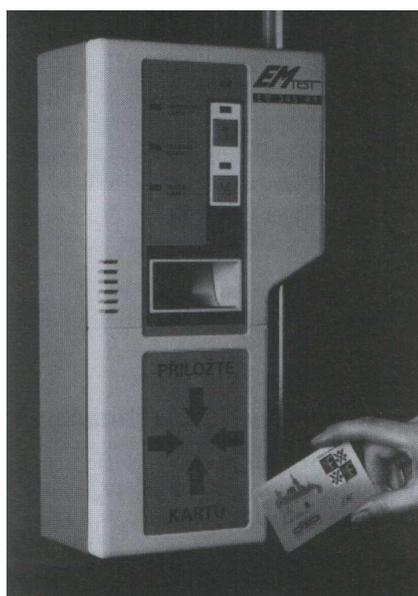


Abbildung 19: Kontaktloses Lesegerät in öffentlichen Verkehrsmitteln [Fink02]

## 5.2.2 Mid Range-Systeme

Mid Range-Systeme besitzen eine Reichweite, die auf 1 bis 1,5 m limitiert ist. Man findet sie am häufigsten in Warenhäusern als Diebstahlschutz. Jeder kennt die Schranken am Ende einer Kasse. Diese haben in etwa einen Abstand von 2 m. Aber auch im Bereich der Logistik und der Zugangskontrolle werden Mid Range-Systeme eingesetzt. [Scho05]

In Abbildung 20 ist ein weiteres Einsatzgebiet der Mid Range-Systeme zu erkennen. Man trägt einen RFID-Tag (meist in Form einer Chipkarte) mit sich, in welchem der Zeitraum für die Benutzung der Skilifte eingespeichert ist. So kann ohne manuelles Scannen des Skipasses die Schranke zum Skilift passiert werden. [Fink02] Dies ist natürlich nur ein Beispiel für verschiedene Möglichkeiten von Zugangskontrollen.



Abbildung 20: Kontaktlose Lesegeräte als Zugangskontrolle [Fink02]

## 5.2.3 Long Range-Systeme

Long Range-Systeme haben in der Regel eine Reichweite von 10 bis 15 m, wobei allerdings auch schon über eine Ausdehnung der Reichweiten von bis zu einem Kilometer nachgedacht wird. Bei Lesereichweiten von über 10 m kommen, im Gegensatz zu den Short Range- und Mid Range-Systemen, ausschließlich aktive Tag zum Einsatz. Das größte Einsatzgebiet von Long Range-Systeme ist die Identifikation von Containern in Häfen oder Verladebahnhöfen (siehe auch Abbildung 21). [Scho05]



Abbildung 21: Verladung von Containern [Metro07]

## 5.3 Verschiedene Frequenzen

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir gesehen, dass es unterschiedliche RFID-Systeme gibt. Im nächsten Abschnitt folgt eine Unterteilung nach Frequenzbereichen.

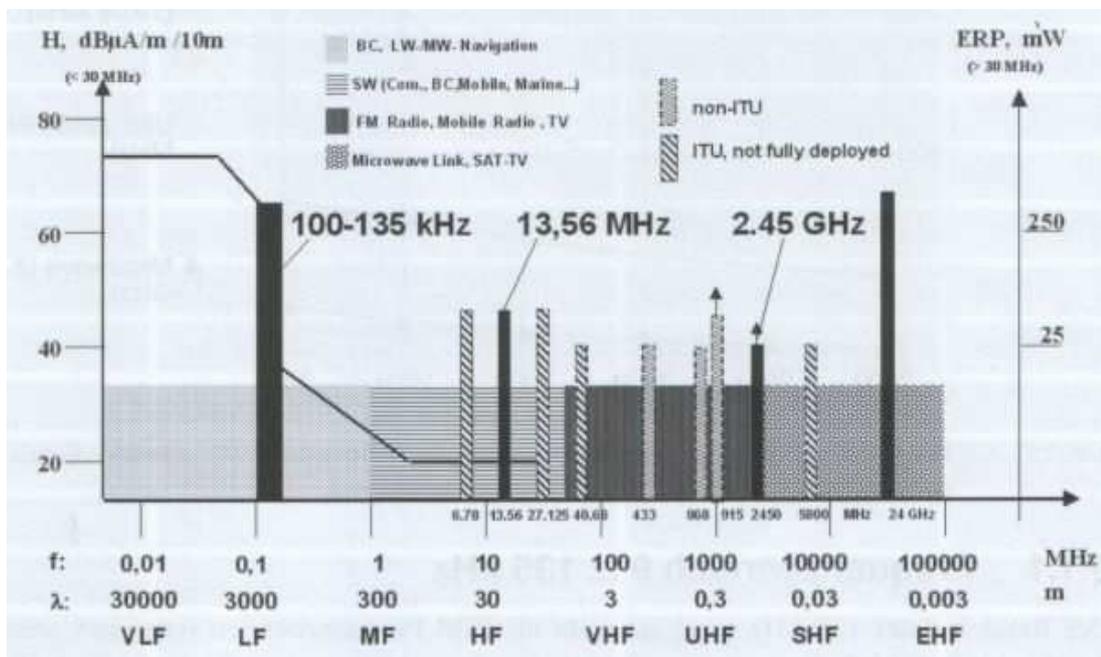


Abbildung 22: RFID Frequenzbereiche [Fink02]

Beginnend im langwelligen Bereich, bis hin zum Mikrowellenbereich können RFID-Systeme nicht nur in einem Frequenzbereich, sondern gleichsam im gesamten Funkspektrum betrieben werden. Auch wenn RFID-Systeme sehr klein ausfallen können, es sind dennoch Funkanlagen. Somit ist die Belegung der Frequenzen für

RFID-Systeme begrenzt. Vorwiegend werden die ISM-Bänder, die für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen reserviert sind, verwendet. [Scho05] Abbildung 22 verdeutlicht das breite Spektrum an möglichen Frequenzbereichen für RFID-Systeme.

In den folgenden Unterkapiteln sollen die einzelnen Frequenzbereiche, in denen RFID-Systeme betrieben werden können, näher erläutert werden.

### **5.3.1 Langwellenbereich**

Wenn über den Langwellenbereich für RFID-Systeme gesprochen wird, ist im Allgemeinen der Bereich zwischen 100 und 135 kHz gemeint. Die meisten dieser Systeme verwenden allerdings Frequenzen zwischen 125 und 135 kHz.

Langwellen werden nur für kurze Distanzen bis zu 1,5 m genutzt. Folglich arbeiten Short Range- und Mid Range-Systeme im Langwellenbereich. Neben dieser recht kurzen Reichweite existiert noch ein weiterer großer Nachteil. Ihre Lesegeschwindigkeit ist sehr langsam und daher nicht sehr gut geeignet für Multi-Access-Lösungen.

Es gibt allerdings nicht nur Nachteile bei der Langwellen-Technologie. Ein großer Vorteil ist die internationale Nutzbarkeit des Frequenzbereiches, da er nicht als ISM-Frequenzbereich reserviert ist. [Fink02] Dies bedeutet, dass im Langwellenbereich arbeitende RFID-Systeme weltweit betrieben werden können.

Eingesetzt werden Langwellen-RFID-Systeme vor allem in der Tieridentifikation, in elektronischen Kfz-Wegfahrsperren und in Zugangs-Kontrollsystemen. [Scho05]

### **5.3.2 Kurzwellenbereich**

Kurzwellen-RFID-Systeme arbeiten in Frequenzbereich um 13,56 MHz und kommen ähnlich wie die Langwellen-Systeme bei Mid Range-Systemen zum Einsatz. Im Gegensatz zum Langwellenbereich erreichen RFID-Lösungen im Kurzwellenbereich sehr viel bessere Lesegeschwindigkeiten. Übertragungen von größeren Informationsmengen (z.B. bei Multi-Access-Lösungen) sind möglich. Auch der Kurzwellenbereich um 13,56 MHz ist international nutzbar. Daher sind RFID-Systeme, die diesen Frequenzbereich nutzen, zurzeit die gefragtesten RFID-Lösungen.

Die häufigsten Einsatzgebiete der Kurzwellen-RFID-Systeme findet man bei elektronischen Kassensystemen in Supermärkten und Kaufhäuser oder bei Massenzugangskontrollsystemen in Theatern und an Skiliften. [Scho05]

### 5.3.3 Ultra-Kurzwellenbereich

Im Ultra-Kurzwellenbereich gibt es zwei nutzbare Frequenzen, die länderspezifisch unterschiedlich genutzt werden. Europa nutzt den Bereich um 868 MHz, die USA den Bereich um 915 MHz.

Durch die hohe Bandbreite bei den UKW-RFID-Systemen, liegt der entscheidende Vorteil gegenüber den ersten beiden Systemen in der Lesegeschwindigkeit. Allerdings besitzt diese Technik auch Nachteile. Ein Problem entsteht dadurch, dass die Stellung von Reader- und Tagantennen zueinander, von immenser Bedeutung ist. [Scho05] Das heißt, es muss genau darauf geachtet werden, wie z.B. Container durch eine Schranke gefahren werden müssen, damit überhaupt eine Datenübertragung zwischen Reader und Tag stattfindet. Diese Eigenschaft kann aber auch als Vorteil betrachtet werden. Es befinden sich immer nur wenige Tags im Ansprechbereich des Readers. Die Gefahr von Datenverlusten durch Kollisionen verringert sich.

Am häufigsten werden UKW-RFID-Systeme in industriellen und logistischen Bereichen, wie der Erkennung Erfassung von Euro-Paletten oder Containern, eingesetzt. [Scho05]

### 5.3.4 Mikrowellenbereich

Auch im Mikrowellenbereich stehen zwei Frequenzen zur Verfügung, der international nutzbare Bereich um 2,45 GHz und der in der EU problematische Bereich um 5,8 GHz. [Scho05] Letztgenannter ist in der EU vor allem für Amateurfunk- und Ortungsfunkdienste vorgesehen und daher für den Einsatz in RFID-Systemen problematisch. [Fink02] Diese Frequenzbereiche werden für Long Range-Systeme verwendet und es werden fast ausschließlich aktive Tags eingesetzt. [Scho05]

Der entscheidende Vorteil dieser Systeme liegt, ähnlich wie bei UKW-Systemen, in der schnellen Lesegeschwindigkeit. Allerdings haben die Mikrowellen-RFID-Systeme den Nachteil, dass Mikrowellenenergie von Feuchtigkeit absorbiert wird. Regen, Nebel und Schnee können sich nachteilig auf die Zuverlässigkeit der Systeme auswirken. Ein weiterer Nachteil liegt, wie bei den UKW-Systemen, in der zielgenauen Ausrichtung der Antennen, um eine störungsfreie Übertragung zu ermöglichen. [Scho05]

Eingesetzt werden die Mikrowellen-RFID-Systeme im Logistik-Bereich, sowie in öffentlichen Mautsystemen. [Scho05]

## 5.4 Abschließende Gegenüberstellung

Die folgende Tabelle zeigt abschließend einen Überblick über die verschiedenen RFID-Systeme.

Arbeitsfrequenz	100 – 135 kHz (LF; Low Frequency)	13,56 MHz (HF; High Frequency)	868/915 MHz (UHF; Ultra High Frequency)	2,45 GHz (SHF; Short High Frequency)
Funktionsprinzip	induktive Kopplung	induktive Kopplung	Backscatter-Kopplung oder Erzeugung eigener elektromagnetischer Wellen	
Energieversorgung	passiv	passiv und semiaktiv (Batterie für Sensorik)	passiv und aktiv	passiv und aktiv
Datenspeicherung	Read Only und Read/ Write (i.d.R. bis 2 kbit Speicherkapazität)	fast ausschl. Read/ Write (i.d.R. bis 2 kbit Speicherkapazität)	Read Only und Read/Write (i.d.R. bis 256 kbit Speicherkapazität bei aktiven Systemen)	
Reichweite <sup>1)</sup>	bis 1,0 m	bis ca. 1,7 m	bis ca. 6,0 m bei passiven Systemen; bis ca. 100 m bei aktiven Systemen	
Einfluss von Metall	Abschwächung des magnetischen Feldes, Verstimmung der Resonanzfrequenz, Ferritschichten oder -kerne können Metalleinflüsse mindern		Reflexion an Metalloberflächen	
Einfluss von Flüssigkeiten	niedrig	niedrig	hoch	sehr hoch
Pulkfähigkeit	technisch möglich, derzeit nicht realisiert	möglich	möglich	möglich
Lebensdauer	EEPROM bei Read/Write-Systemen ist auf ca. 10 000 bis 100 000 Schreibzyklen begrenzt, bei aktiven und semi-aktiven Systemen abhängig von der Lebensdauer der Batterie			
ISO-Standards	10536, 18000	14443, 15693, 18000	18000	18000
Datenübertragungsraten	niedrig	hoch	sehr hoch	sehr hoch
Transponder-Bauformen <sup>2)</sup>	Disk, Glasröhrchen, Stick, Nagelform, Coin, Karte	Disk, Label, Coin, Karte	Label, Kunststoffgehäuse	Label, Kunststoffgehäuse
Ca.-Preis je Transponder (Euro, mengenabhängig)	0,50 bis 1,00 passiv	0,40 bis 0,70 passiv, 8,00 mit Temp.- Sensor	0,40 bis 0,70 passiv, 30,00 bis 60,00 aktiv	30,00 bis 50,00 aktiv

Tabelle 4: Überblick zu wichtigen Parametern von RFID-Systemen [Past06]

## 6 Konzeption eines EuLa-Armbandes

In diesem Kapitel soll anhand der in Kapitel 3 beschriebenen Visionen, wie in Zukunft der Einkauf eines Lebensmittelallergikers erleichtert werden könnte und mit dem Wissen über die RFID-Technologie (siehe Kapitel 4), ein EuLa-Armband konzipiert werden. Dieses Armband nutzt die RFID-Technologie zum Einlesen der Produktnummern und fragt über ein Datenbanksystem ab, ob der Benutzer auf ein Produkt allergisch reagiert oder nicht.

Näher erläutert werden der Aufbau des Prototyps, die verwendeten Komponenten und ein mögliches Szenario.

Bei der Entwicklung des Prototyps lautete die Zielsetzung, die technische Machbarkeit eines solchen Systems zu prüfen und die möglichen Schwierigkeiten herauszuarbeiten. Da es sich um eine Prototyp-Entwicklung handelt, ist es möglich, dass die Performanz des Systems, sowie dessen Robustheit noch nicht so ausgereift sind, wie es für ein späteres EuLa-Armband nötig wäre. So konnte z.B. nur mit wenigen Produkten und einem einzigen Prototyp getestet werden.

Bevor der Aufbau des Prototyps näher beschrieben wird, soll erst der Aufbau der in den RFID-Tags gespeicherten Produktnummern dargelegt werden.

### 6.1 Aufbau der Produktnummer

Die in den RFID-Tags gespeicherte Produktnummer ist nicht identisch mit der bekannten 8- bzw. 13-stelligen internationalen Artikelnummer EAN (früher europäische Artikelnummer) der Barcodes. In den Tags ist der Elektronische Produktcode EPC gespeichert [GS1Ga], bei dem die etablierten EAN-Nummerierungsstandards mit integriert wurden.

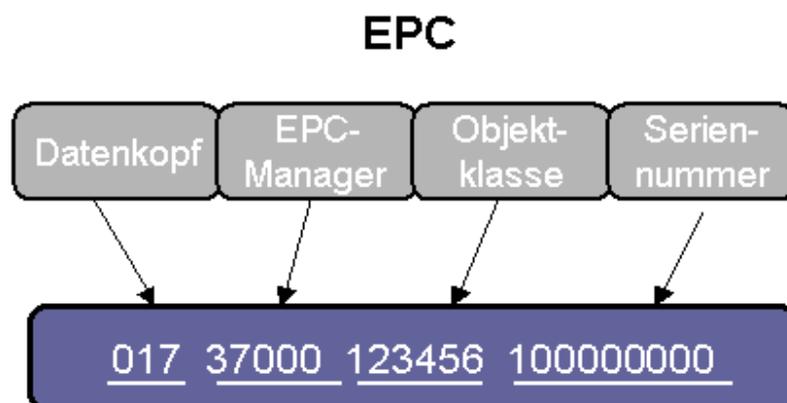


Abbildung 23: Aufbau des EPC [GS1Ga]

Der EPC ist „eine weltweit überschneidungsfreie Ziffernfolge, mit deren Hilfe jedes Produkt auf der ganzen Welt eindeutig gekennzeichnet und somit jederzeit identifiziert werden kann. Auch logistische Einheiten sowie einzelne Produktkomponenten lassen sich durch den EPC identifizieren.“ [GS1Ga]

Der Aufbau des EPC ist in Abbildung 23 dargestellt.

Die einzelnen Teile des EPC setzen sich wie folgt zusammen:

- „Datenkopf (Header) - klassifiziert, welche EPC-Version genutzt wird und welche Informationsart verschlüsselt ist, z. B. SGTIN, SSCC, GRAI etc.
- EPC-Manager - stellt die Kennzeichnungsnummer des Nummerngebers, z. B. des Herstellers dar.
- Objektklasse (Object Class) - bezeichnet die Objektnummer, z. B. eine Artikelnummer.
- Seriennummer (Serial Number) - dient der serialisierten Identifikation des Objektes.“ [GS1Ga]

## **6.2 Aufbau des Prototyps**

In diesem Kapitel soll nun auf den Aufbau des Prototyps mit seinen Hard- und Software-Komponenten eingegangen werden. Dabei wird eine Unterteilung in zwei große Teilgebiete vorgenommen. Zuerst wird auf die RFID-Technik und die benötigten Komponenten eingegangen, dann auf das IT-Gesamtsystem.

### **6.2.1 RFID-Technik**

Die Komponenten für die RFID-Technik sind der RFID-Tag und der RFID-Reader. Die für das System des EuLa-Armbandes zu verwendenden Tags müssen bei Kälte (tiefgekühlte Lebensmittel) funktionieren und auch Feuchtigkeit (Kondenswasser) darf ihnen nichts ausmachen. Zusätzlich sollte der Einsatz an metallischen Oberflächen (Dosen) möglich sein. Aktive Tags werden nicht benötigt, da sie im Vergleich zu passiven Tags viel zu teuer sind. Außerdem müssen nur geringe Strecken (< 20 cm) überbrückt werden. Daher reichen die in Kapitel 5.1.1 beschriebenen passiven Tags vollkommen aus. Es handelt sich somit um ein Short Range-System. Unter Berücksichtigung, dass die Tags keinesfalls von den scharfen Kanten anderer Lebensmittelverpackungen beschädigt werden, bieten sich Tags in Form eines Aufklebers an. Sie sind bequem auf der Verpackung des Lebensmittels zu befestigen.

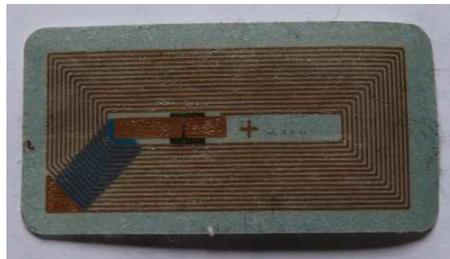
In den Regalen eines Supermarktes steht nicht nur ein Produkt mit einem RFID-Tag, sondern es befinden sich sehr viele dieser Tags in unmittelbarer Nähe zueinander. Unter

diesen Umständen gilt es zu berücksichtigen, dass der Leser die einzelnen RFID-Tags korrekt auslesen kann. Hier kommt den in Kapitel 5 beschriebenen Antikollisionsverfahren eine erhöhte Bedeutung zu.

Die für das EuLa-Armband verwendeten Tags entsprechen den oben beschriebenen Aufklebern, die im Metro Future Store in Rheinberg [Metro] an manchen Produkten verwendet und getestet werden und daher leicht zu beschaffen sind (siehe Kapitel 1.4). Es handelt sich um passive, induktiv gekoppelte EPC-Tags, die im UHF-Frequenzbereich von 860 bis 960 MHz arbeiten [UPM] und das ALOHA-Verfahren (siehe Kapitel 5.3) als Antikollisionsverfahren verwenden [GS1Gc]. Abbildung 24 und Abbildung 25 zeigen die Vorder- und Rückseite eines solchen Tag-Aufklebers des Metro Future Store.



*Abbildung 24: EPC-Tag aufgeklebt auf einem Produkt*



*Abbildung 25: Rückseite des EPC-Tags*

Nachdem die Entscheidung für ein Tag-Produkt gefallen ist, steht die Wahl eines kompatiblen Lesers an. Da Allergiker das EuLa-Armband am Handgelenk tragen, muss ein mobiler Leser eingesetzt werden.

Für die prototypische Realisierung des EuLa-Armbandes wurde ein PDA eingesetzt. Es gibt zwei verschiedene Arten von Readern. Beim All-in-One-Gerät ist der Reader direkt im PDA integriert. Zum anderen existiert der Reader auch als Erweiterungskarte. In diesem Fall wird die Verbindung zum PDA über eine CF-Schnittstelle hergestellt. Diese Erweiterungskarten sind inzwischen für sehr viele Frequenzbereiche zu erhalten und wesentlich preisgünstiger als ein All-in-One-Gerät.



Abbildung 26: RFID-Leser als Erweiterungskarte mit CF-Schnittstelle [ACG]

Bei der Auswahl des RFID-Readers gilt es zu beachten, dass eine API vorhanden ist. Da später aus dem Programm des EuLa-Armbandes auf den Reader zugegriffen wird, muss dieser eine API besitzen. Der Multi ISO CF Card Reader von ACG [ACG] (siehe Abbildung 26) besitzt diese Eigenschaft und ist auch kompatibel zu vielen Frequenzen (insbesondere zu den UHF Frequenzen der EPC-Tags).



Abbildung 27: Einsatz eines PDA als EuLa-Armband

## 6.2.2 IT-Gesamtsystem

Nachdem die Komponenten des RFID-Systems ausgewählt sind, kann mit der Auswahl der restlichen Komponenten für das EuLa-Armband-System fortgefahren werden. Mit diesen Komponenten werden die Produktnummern, die über den RFID-Reader eingelesen wurden, versendet und weiterverarbeitet. Hierzu müssen Kommunikationswege, Datenbanksysteme und auch Hard- und Software des Clients sowie eines Servers, der die Zugriffe auf das Datenbanksystem übernimmt, betrachtet werden.

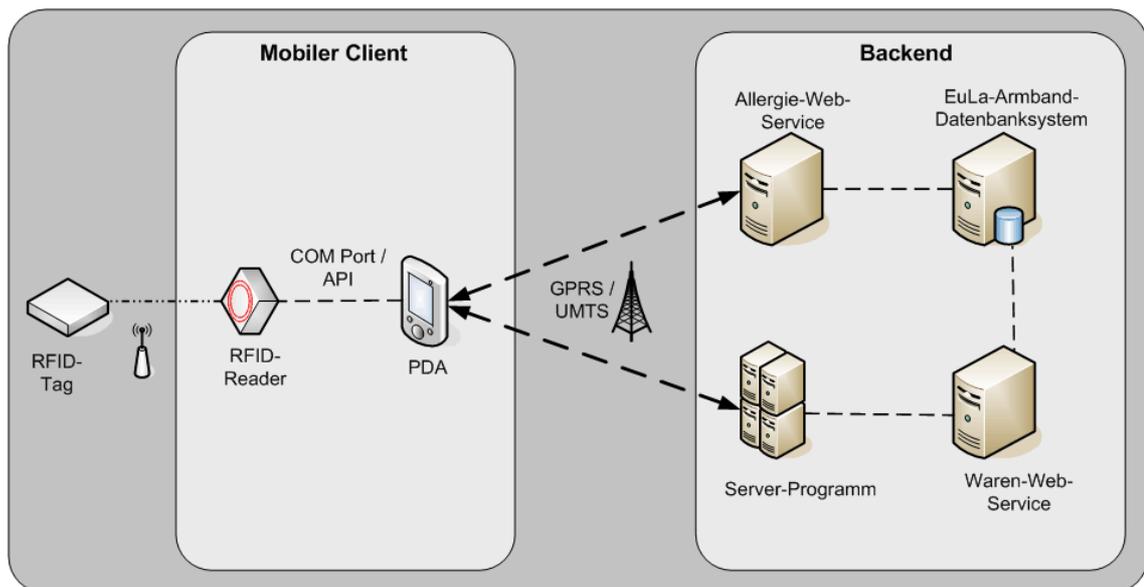


Abbildung 28: IT-Gesamtsystem

Abbildung 28 zeigt das IT-Gesamtsystem mit den Komponenten des Clients und den Komponenten des Backends.

In den folgenden Abschnitten wird näher auf den Client und die einzelnen Komponenten des Backends eingegangen.

### Client

Als Client dient ein PDA von Dell (Axim X51v), der eine für den RFID-Reader benötigte CF-Schnittstelle bereitstellt. Dieser Pocket PC verfügt über das Betriebssystem Windows Mobile 5.0.

Selbstverständlich ist es auch möglich andere mobile Geräte als Client einzusetzen. In diesem Fall wurde der PDA – für den Zeitraum der Diplomarbeit – vom Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik der Universität Koblenz-Landau zur Verfügung gestellt.

Als Entwicklungsumgebung für das EuLa-Armband fungiert das Visual Studio 2005. Es bietet mit dem .NET Framework und dem .NET Compact Framework die Möglichkeit

alle Komponenten des Prototyps in der gleichen Programmiersprache (C#) zu schreiben und damit Kompatibilitätsprobleme zu vermeiden.

Im Client müssen innerhalb eines XML-Dokumentes alle wichtigen Einstellungsdaten (Patientennummer, Benutzername und Passwort für Web-Service-Zugriffe, Einstellungen für den RFID-Reader und die Einstellungen einer möglichen Proxy-Verbindung) gespeichert werden.



*Abbildung 29: PDA Dell Axim X51v als Prototyp für das EuLa-Armband*

Beim Start des Client-Programms werden mithilfe des Allergie-Web-Services die InhaltsstoffeID's (gegen die der Benutzer allergisch reagiert) und die zugehörigen Wertigkeiten aus der Patientendatenbank abgefragt und in einem XML-Dokument gespeichert. So wird gewährleistet, dass immer die aktuellen Allergene des Patienten vom System verwendet werden.

Der Client nimmt die vom RFID-Reader eingelesene Produktnummer auf. Er schickt sie zusammen mit der in ihm gespeicherten Patientennummer, den gespeicherten allergenen InhaltsstoffeID's, den zugehörigen Wertigkeiten und – falls vorhanden – einer Nummer des Supermarktes an einen Server, der dann die Datenbankabfragen und die nötigen Berechnungen vornimmt. Der Aufbau vom Server (Server-Programm), den beiden Web-Services und dem EuLa-Armband-Datenbank-system wird im folgenden Abschnitt über das Backend näher erläutert.

Die Nummer eines Supermarktes soll später beim Betreten des Geschäftes über den RFID-Reader eingelesen werden. Dies wird beim Prototyp nur durch eine in ihm gespeicherte, feststehende Nummer simuliert. Die Implementierung des Einlesens der Geschäftsnummer stellt im Übrigen keinen großen Unterschied zum Einlesen der Produktnummern durch den RFID-Reader dar. Die weitere Verarbeitung würde sich durch das Einlesen nicht zusätzlich verändern.

## Backend

Das Backend besteht, wie auch schon Kapitel 3.2 beschrieben, aus einem Server-Programm, zwei Web-Services und einem Datenbanksystem, dem EuLa-Armband-Datenbanksystem. Dieses setzt sich aus Patienten-Datenbank, Waren-Datenbank, Geschäfte-Datenbank und dem Warenwirtschafts-Datenbanksystem zusammen. Das Server-Programm nimmt alle Berechnungen und Datenbankabfragen vor, die für die Überprüfung eines Lebensmittels von Nöten sind. Für diese Datenbankabfragen wird der Waren-Web-Service verwendet.

Der Client greift über den Allergie-Web-Service direkt auf die Patienten-Datenbank zu. Dieser Zugriff auf die Patienten-Datenbank erfolgt nur einmalig beim Start des Programms des EuLa-Armbandes. Die allergenen Inhaltsstoffe und die zugehörigen Wertigkeiten werden abgefragt und im EuLa-Armband gespeichert.

Das EuLa-Armband-Datenbanksystem besteht aus der Patienten-, Waren- und Geschäfte-Datenbank und dem Warenwirtschafts-Datenbanksystem. Dieses gliedert sich wiederum in mehrere Datenbanken auf. Im Warenwirtschafts-Datenbanksystem befindet sich für jede Ladenkette mindestens eine Datenbank. In Abbildung 30 ist dies anhand der Datenbanken Aldi, Real und Globus dargestellt.

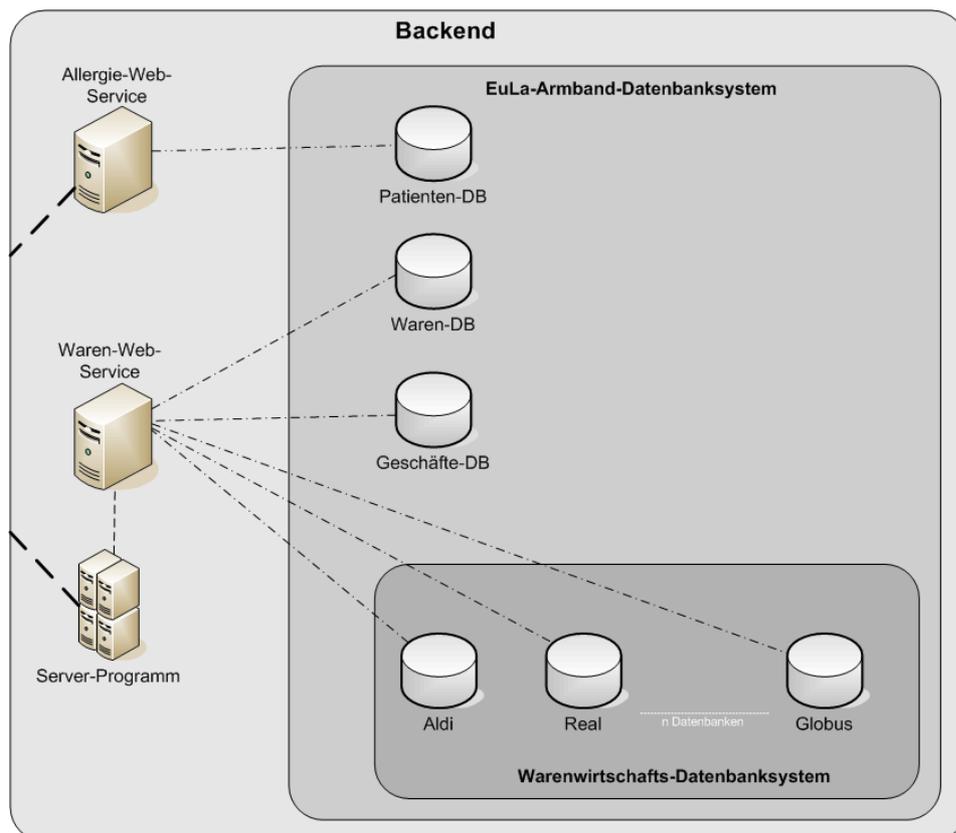


Abbildung 30: Backend des EuLa-Armbands

Die Aufteilung in zwei Web-Services wurde vorgenommen um das EuLa-Armband-System in einen sicheren (Allergie-Web-Service und Patienten-Datenbank) und einen

unsicheren Bereich (Waren-Web-Service und restliche Datenbanken) zu unterteilen (siehe Abbildung 31). Es soll verhindert werden, dass andere Personen außer einem Arzt und dem Patienten auf die Patientendatenbank zugreifen können. Nähere Ausführungen bezüglich des Datenschutzes werden in Kapitel 7.4 vorgenommen.

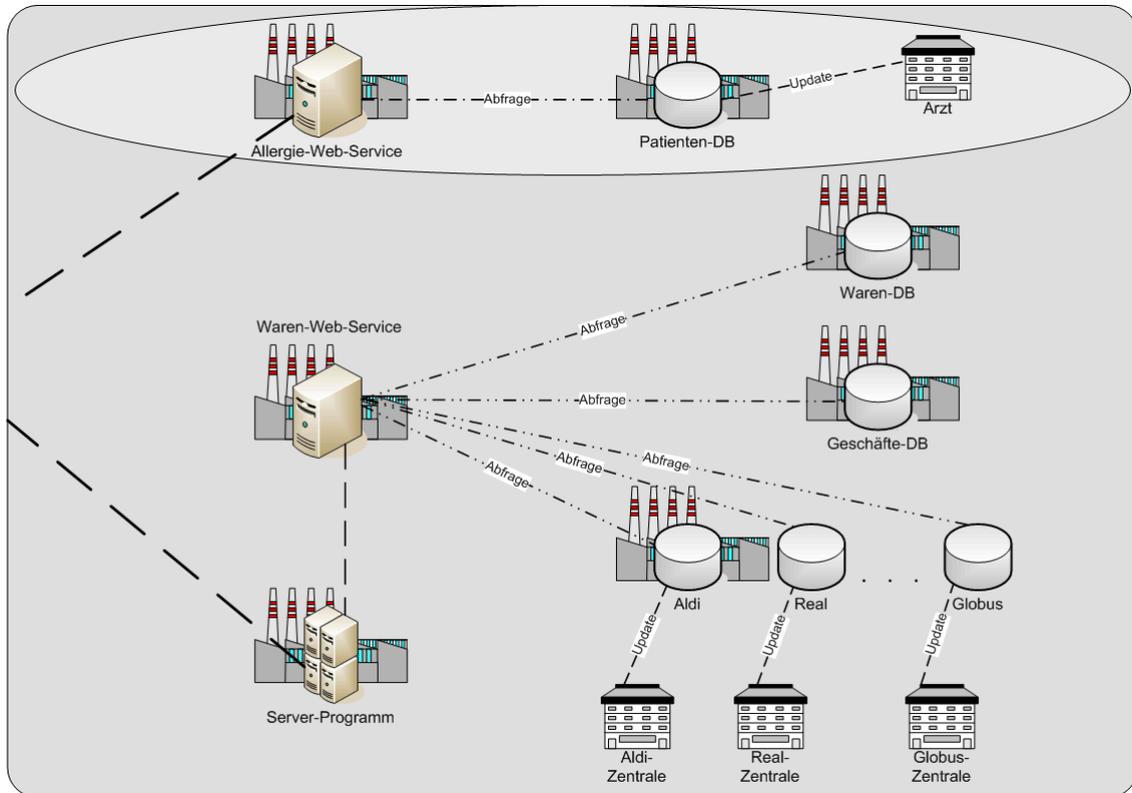


Abbildung 31: Räumliche Verteilung des Backends

Die einzelnen Komponenten des Backends sind räumlich getrennt. Hierbei wird aufgezeigt, dass unterschiedliche Firmen die Komponenten betreiben. In Abbildung 31 sind die Firmen durch Fabrik-Gebäude symbolisiert und die Komponenten diesen zugeordnet.

Auffällig ist, dass die Patienten-Datenbank und die Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems (Aldi, Real und Globus) nicht von den Firmen upgedatet werden, von denen sie betrieben werden. Aus Datenschutzgründen erfolgt das Update der Patienten-Datenbank durch den behandelnden Arzt. In den Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems sind die Preise der Produkte der einzelnen Ladenketten gespeichert. Bei Preisänderungen oder Sonderangeboten innerhalb einer Ladenkette wird von der Zentrale dieser Ladenkette die zugehörige Datenbank upgedatet. So können die Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems auch für die Kassensysteme der einzelnen Ladenketten verwendet werden.

In den folgenden Abschnitten soll näher auf die Komponenten des Backends eingegangen werden.

## **Server**

Das Betriebssystem des Servers ist Windows XP Professional. Das Server-Programm ist, wie die Anwendung des Clients, in C# geschrieben (mithilfe der Entwicklungsumgebung des Visual Studios 2005). Dadurch und durch die ähnlichen Betriebssysteme von Client und Server (beide Windows) werden Kompatibilitätsprobleme zwischen den beiden Komponenten vermieden.

Das Server-Programm fungiert als ausgelagerte Logik des Client, so dass dieser nicht selbst die Datenbankabfragen und die Berechnungen mit den empfangenen Daten durchführen muss. Damit werden häufige Datenbankabfragen über eine mögliche GPRS-Verbindung vermieden. Würde der Client selbst alle Datenbankabfragen durchführen, müssten deutlich mehr Abfragen über die langsamere GPRS-Verbindung erfolgen, als dies mit dem Server-Programm der Fall wäre (siehe Kapitel 6.3.2). Da nicht alle abgefragten Daten für die Ausgabe auf dem Client benötigt werden, wie z.B. die Liste der Inhaltsstoffe eines Produktes, kann diese Zeit eingespart werden. Außerdem können die notwendigen Berechnungen auf einem Server schneller durchgeführt werden, als auf dem wesentlich leistungsschwächeren PDA.

Die Verbindung zwischen Client und Server wird über eine TCP/IP Verbindung realisiert. Der Client versucht den Server zu kontaktieren, der auf Anfragen des Clients wartet. Dieser schreibt Daten auf einen Stream, die vom Server gelesen und verarbeitet werden. Mit den empfangenen Daten führt der Server über Web-Services mehrere Datenbankabfragen durch und verarbeitet die empfangenen Daten (siehe Kapitel 6.3.2). Schließlich schreibt er die berechneten Daten auf den Stream, die dann vom Client gelesen werden.

## **Web-Services**

Für das EuLa-Armband werden zwei Web-Services (Allergie- und Waren-Web-Service) benötigt. Dabei wird der Allergie-Web-Service nur für die Abfrage der Patientendaten verwendet und der Waren-Web-Service für die Abfragen bei einer Produktüberprüfung.

Der Client ruft den Allergie-Web-Services direkt auf, um beim Programmstart die allergenen Inhaltsstoffe von der Patienten-Datenbank abzufragen. Mit dem Waren-Web-Service nimmt die Server-Anwendung verschiedene Datenbankabfragen vor, um daraus die Daten zu berechnen, die sie schlussendlich zum Client zurücksendet.

Auch die Web-Services sind mit Visual Studio 2005 entwickelt worden und in der Programmiersprache C# geschrieben. Dadurch und durch den Einsatz von Microsoft SQL-Server 2005 als Datenbanksystem werden Kompatibilitätsprobleme zwischen Client bzw. Server, Web-Service und Datenbanksystem vermieden.

In die Web-Service Dienste sind so genannte SOAP-Header zur Authentifizierung eingebaut, so dass nur berechtigte Nutzer die Dienste der Web-Services verwenden können. Auf das Thema Sicherheit wird in einem späteren Kapitel genauer eingegangen.

## Datenbank-System

Für das Datenbanksystem wird Microsoft SQL-Server 2005 verwendet. Es ist aber auch möglich andere Datenbanksysteme zu verwenden.

Wie in Kapitel 3.2 dargelegt, besteht das EuLa-Armband-Datenbanksystem aus den Patienten-, Waren- und Geschäfte-Datenbanken und dem Warenwirtschafts-Datenbanksystem. Das Warenwirtschafts-Datenbanksystem besteht wiederum aus so vielen Datenbanken, wie Supermarktketten existieren. Abbildung 32 zeigt den Aufbau des EuLa-Armband-Datenbanksystems und die Beziehungen zwischen den Datenbanken. Diese Beziehungen sind mit Linien zwischen den Datenbanken und dem Warenwirtschafts-Datenbanksystem dargestellt. Auf diese Beziehungen wird im Laufe dieses Abschnittes noch näher eingegangen.

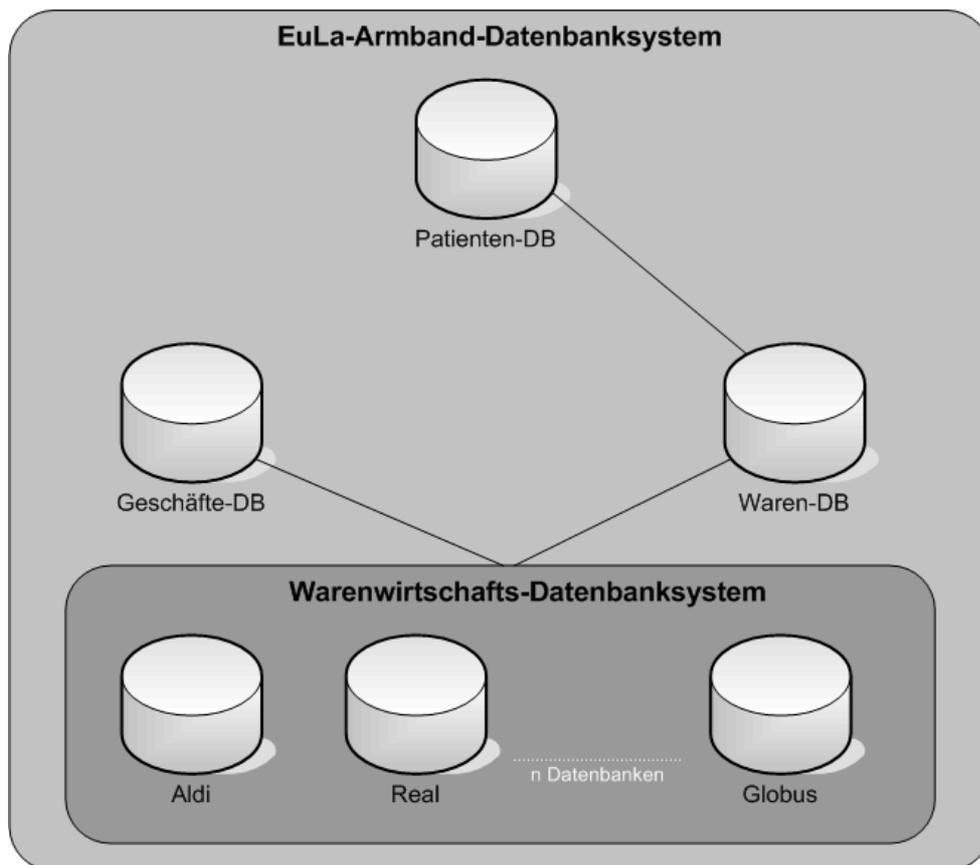


Abbildung 32: Aufbau des Datenbank-Systems

Die Patienten-Datenbank setzt sich aus 3 Tabellen zusammen, in denen die Patientennummer, die verschiedenen Allergene und die zugehörigen Wertigkeiten der Allergene gespeichert sind. Diese Wertigkeiten sollen die Stärke der Allergie auf das jeweilige Allergen berücksichtigen und dadurch eine Abstufung bei der Ausgabe des Clients ermöglichen. So wird dem Allergiker angezeigt, ob er ein Produkt in Maßen genießen kann oder vollständig weglassen muss. In der Waren-Datenbank befinden sich 3 Tabellen, die Daten wie Name, Produktnummer, Inhaltsstoffe und Kategorie der einzelnen Lebensmittel enthalten. Die Kategorie der Lebensmittel wird benötigt, um

dem Benutzer des EuLa-Armbandes Alternativen zum abgefragten Produkt auszugeben. In der Waren-Datenbank sind nicht die Preise der Produkte enthalten, weil diese in den einzelnen Supermarktketten nicht einheitlich sind. Für den Produktpreis existiert noch ein Warenwirtschafts-Datenbanksystem. Dieses System besteht aus so vielen Datenbanken, wie es Supermarktketten gibt, wobei in der jeweiligen Tabelle der Supermarktkette, der Produktpreis eingetragen ist. Zwecks Unterscheidung der einzelnen Supermarktketten besteht eine weitere Datenbank (Geschäfte-Datenbank), in der jede Supermarktkette mit einer eindeutigen Nummer gespeichert ist. Beim Betreten des Supermarktes wird die Supermarktkette sofort identifiziert. Auf den Ablauf der Datenbankzugriffe wird in Kapitel 6.3.2 näher eingegangen.

Wie auch schon in Kapitel 3.2 beschrieben, sind besonders die Patientendaten als sehr sensibel zu werten. Diese dürfen unter keinen Umständen von Unbefugten eingesehen werden. Es muss gewährleistet sein, dass diese Daten nur vom behandelnden Arzt in die Datenbank eingetragen werden. Eine externe Firma sollte diese Patienten-Datenbank nur betreiben, nicht aber Daten eingeben können.

Auch die Inhaltsstoffe der Produkte sind sensible Daten, wenn auch nicht als so kritisch zu betrachten wie die Patientendaten. Das Problem bei den Inhaltsstoffen besteht darin, dass die Hersteller die Inhaltsstoffe – wegen möglicher Produktkopien durch Konkurrenten – nur ungern vollständig angegeben werden. Es kommt also für den Betreiber der Waren-Datenbank nur ein Unternehmen in Frage, dem die Hersteller vertrauen. Es muss gewährleistet sein, dass keine Informationen über Inhaltsstoffe eines Produktes an Dritte weitergeleitet werden.

In Abbildung 33 kann man den Aufbau der Datenbanken und die Beziehungen der einzelnen Tabellen zueinander erkennen. Dabei unterscheiden sich die Beziehungen zwischen den Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems zur Geschäfte-Datenbank und den anderen Beziehungen dadurch, dass jedem Geschäft in der Geschäfte-Datenbank eine Datenbank im Warenwirtschafts-Datenbanksystem zugeordnet ist. Die übrigen Beziehungen bestehen immer nur zwischen den Spalten der jeweiligen Tabellen der Datenbanken.

In der Waren-Datenbank gibt es eine 1:n Beziehung zwischen den Tabellen „Produkt“ und „ProduktInhalt“, bezüglich der Spalte „Produktnummer“. Eine einzige Produktnummer in der Tabelle „Produkt“ kann folglich der identischen Produktnummer in der Tabelle „ProduktInhalt“ einmal, mehrmals bzw. gar nicht zugeordnet sein. Ähnliche 1:n Beziehungen gibt es noch zwischen den Tabellen „Inhaltsstoff“ und „ProduktInhalt“ bezüglich der Spalte „InhaltsstoffID“ der Waren-Datenbank. Ebenso zwischen den Tabellen „Allergen“ und „AllergenMap“ und den Tabellen „Allergen“ und „Patient“ bezüglich der Spalte „AllergenID“ der Patienten-Datenbank. Die oben angesprochenen Beziehungen bestehen nur zwischen Tabellen innerhalb einer einzigen Datenbank.

Es gibt auch Beziehungen zwischen Tabellen unterschiedlicher Datenbanken. Auch hier existiert eine 1:n Beziehung zwischen den Tabellen „Inhaltsstoff“ (Waren-Datenbank) und „AllergenMap“ (Patienten-Datenbank) bezüglich der Spalte „InhaltsstoffID“. Auf diese Beziehung wird in Kapitel 6.3.1 näher eingegangen.

Auch zwischen den Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems und der Waren-Datenbank bestehen Beziehungen. In diesem Fall handelt es sich allerdings um 1:1 Beziehungen. Der Spalte „Produktnummer“ in der Tabelle „Produkt“ der Waren-Datenbank wird dabei die Spalte „Produktnummer“ der Tabelle „Produkte“ der jeweiligen Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems zugeordnet. Dabei gewährleistet die 1:1 Beziehung, dass zu einer Produktnummer in der Tabelle „Produkt“ (Waren-Datenbank) genau eine Produktnummer in der Tabelle „Produkte“ (z.B. der Datenbank „Aldi“ des Warenwirtschafts-Datenbanksystems) vorhanden ist.

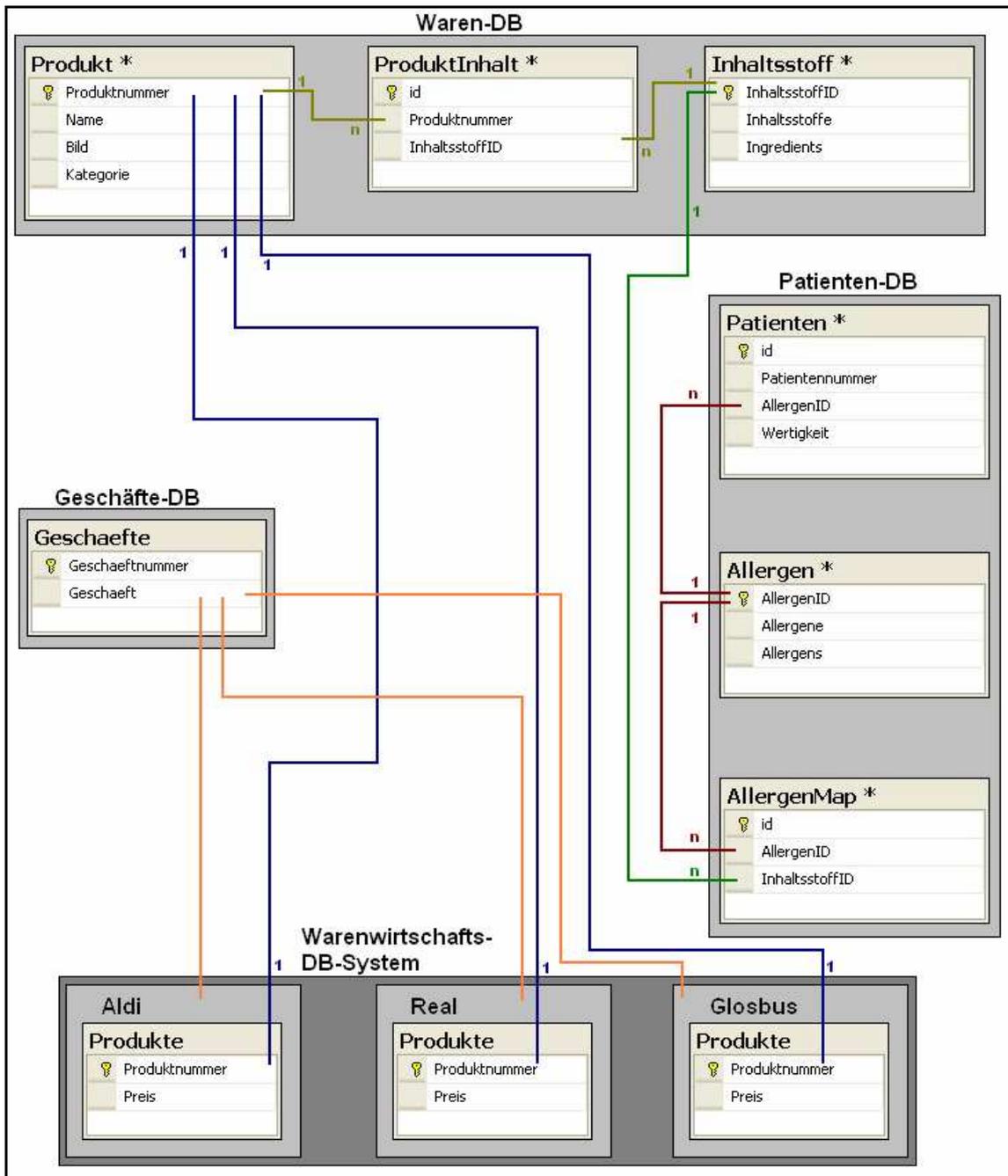


Abbildung 33: Abhängigkeiten Datenbanken

Sicherlich stellt sich die Frage, warum eine Unterteilung in mindestens 4 Datenbanken erforderlich ist. Dafür gibt es mehrere Gründe. Einer der Hauptgründe ist der Datenschutz. Wie zuvor schon angesprochen, sollten Patientendaten nur vom behandelnden Arzt gepflegt werden. Dies gilt in ähnlicher Form auch für die Waren-Datenbank, bei der nur autorisierte Personen oder Firmen die Datenbank pflegen, um Produktpiraterie auszuschließen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass die einzelnen Datenbanken von unterschiedlichen Firmen (Drittanbietern) gepflegt und betrieben werden sollen. Pflegt jeweils eine Firma eine Datenbank hat dies den Vorteil, dass ein effektiverer Datenschutz gewährleistet wird, in dem z.B. die Zahl der autorisierten Personen auf ein Minimum beschränkt bleibt. Zusätzlich kann eine solche Datenbank in anderen Bereichen verwendet und speziell abgestimmt werden. Das Warenwirtschafts-Datenbanksystem kann z.B. auch für die Kassensysteme der einzelnen Geschäfte genutzt werden. Patienten-, und Geschäfte-Datenbank können zentral europaweit, die Waren-Datenbank und das Warenwirtschafts-Datenbanksystem müssen dezentral von den einzelnen europäischen Ländern betrieben werden. Solch ein Konzept wäre mit einer einzigen Datenbank nicht umsetzbar.

Um die Möglichkeit des europaweiten Betriebes zu demonstrieren, werden die Waren- und Patienten-Datenbank des Prototyps beispielhaft im Bereich der Allergene und Inhaltsstoffe zweisprachig (deutsch und englisch) entworfen. Diesen zweisprachigen Entwurf kann man in Abbildung 33 in den Tabellen „Inhaltsstoff“ (Waren-Datenbank) und „Allergen“ (Patienten-Datenbank) erkennen. In beiden Tabellen existiert jeweils eine Spalte in deutscher und englischer Sprache.

In jedem Land sollte ein länderspezifisches Warenwirtschafts-Datenbanksystem existieren. Wenn jedes Land seine eigene Datenbank betreibt, ist die Datenpflege einfacher und effizienter zu realisieren.

Beim Warenwirtschafts-Datenbanksystem ist noch zu berücksichtigen, dass viele Geschäfte Sonderangebote in ihrem Sortiment anbieten. Diese Sonderangebote müssen ständig in den Datenbanken aktualisiert werden, damit die aktuellen Preise im EuLa-Armband angezeigt werden. Hierbei ist zu beachten, dass sich Sonderangebote auch regional unterscheiden können. Für die Supermarktketten wäre zu überdenken, ob eine Datenbank ausreicht oder ob mehrere Datenbanken notwendig sind, um auf regionale Unterschiede bzgl. der Preisgestaltung eingehen zu können.

Auch für die Waren-Datenbank bietet es sich an, für jedes europäische Land eine eigene Datenbank anzulegen. Es gibt in den einzelnen Ländern unterschiedliche Produkte. Unterschiedliche Verordnungen in den einzelnen Ländern lassen es zu, dass sich vom Namen her gleiche Produkte in ihren Inhaltsstoffen unterscheiden.

Auf eine ständige Aktualisierung der Waren-Datenbank ist zu achten, besonders wenn sich die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe eines Produktes ändert. Sind Produkte mit alter und neuer Zusammensetzung in den Geschäften erhältlich, müssen sie unterschiedliche Produktnummern haben. Es muss lediglich darauf geachtet werden, dass Supermarktketten, die in mehreren Ländern existieren, in den einzelnen Ländern unterschiedliche Nummern erhalten.

Auch der europaweite Betrieb einer Patienten-Datenbank ist möglich. Solch eine europaweite Patienten-Datenbank wäre nicht nur für den Betrieb des EuLa-Armbandes

hilfreich. Wenn in dieser Datenbank nicht nur Allergene der Patienten gespeichert würden, sondern die gesamte Krankenakte, könnte auch ein ausländischer Arzt auf diese Akte zugreifen und den Patienten effektiver behandeln.

## 6.3 Szenario

Nachdem die Betrachtung der Hard- und Software des Prototyps abgeschlossen ist, stellt sich die Frage, welchen Vorteil das EuLa-Armband bietet.

Wie schon in Kapitel 3.2 beschrieben, soll die Lebensqualität eines Lebensmittelallergikers verbessert werden. Ohne das EuLa-Armband muss ein Lebensmittelallergiker genau wissen, gegen welche Inhaltsstoffe er allergisch ist und welche für ihn unbedenklich sind. Er muss ständig die aufgelisteten Inhaltsstoffe auf der Verpackung überprüfen. Das EuLa-Armband erspart ihm diese manuelle Prüfung und auch das genaue Wissen über bedenkliche und unbedenkliche Inhaltsstoffe.

Diese Verkaufsunterstützung soll durch eine spezielle Symbolik auf dem Bildschirm des Prototyps und durch Warnsignale gewährleistet werden. Die Allergene eines Patienten werden in der Tabelle „Wertigkeit“ der Patienten-Datenbank gekennzeichnet und damit eine Unterscheidung in gefährliche Produkte und weniger gefährliche Produkte vorgenommen. Die Wertigkeiten liegen im Bereich von 1 bis 5. Bei einer Wertigkeit von 4 bis 5 sind die Allergene lebensgefährlich und der Patient erhält die Warnung, das Produkt nicht zu verzehren. Bei einer Wertigkeit von 1 bis 3 können die Produkte in Maßen gegessen werden und die Warnung des EuLa-Armbandes fällt dementsprechend aus.

Wie wäre die Ausgabe-Symbolik beim EuLa-Armband zu gestalten? Auf dem Display sollen möglichst wenige Textinformationen erscheinen, um vor allem ältere Menschen nicht zu verwirren. Für diese Textminimierung spricht auch das Argument, dass das Display des EuLa-Armbandes nicht sehr groß ausfällt, wenn es am Handgelenk getragen werden soll. Es wäre wichtig, dem Benutzer ein Bild und den Namen des abgefragten Produktes anzuzeigen, damit er kontrollieren kann, ob das richtige Produkt überprüft wurde. Die Preise müssten nicht unbedingt erscheinen, wären aber als Zusatzinformation denkbar. Sie würden zudem wenig Platz auf dem Display einnehmen und dem Benutzer einen Mehrwert bieten.

Falls ein Benutzer gegen ein Produkt hochgradig allergisch ist, wäre es hilfreich und wünschenswert, ihm eine Alternative mit Name, Bild und Preis anzuzeigen. Bei Produkten, die noch in Maßen genossen werden können, sollte der Benutzer selbst über eine entsprechende Anzeige entscheiden können.

Als sehr wichtig ist die Symbolauswahl des Warnhinweises anzusehen. Verwendet man einen Rahmen als Symbol, besteht die Möglichkeit die Ampelfarben (grün, gelb, rot) als Anzeigemöglichkeiten auf dem Display zu nutzen. Allerdings besteht die Gefahr, dass der Rahmen übersehen wird und dem Benutzer nicht sofort ersichtlich ist, welche Bedeutung die farbigen Rahmen besitzen. Ein weiteres Problem stellt eine mögliche

Farbenfehlsichtigkeit bei einem Benutzer des EuLa-Armbandes dar. Unter einer Farbenfehlsichtigkeit leiden 8-9 % aller Männer und 1 % aller Frauen. [Höff07] Bei der Auswahl der Warnhinweise muss diesem Umstand Beachtung geschenkt werden. Es müssen also Warnhinweise verwendet werden, die sofort verständlich und besonders für Menschen mit Farbenfehlsichtigkeit direkt erkennbar sind. In diesem Zusammenhang bieten sich Verkehrszeichen als ideale Lösung an. Schon als Kind lernt jeder die Warnungen und Hinweise der Verkehrszeichen kennen. Menschen mit Farbenfehlsichtigkeit ist die Symbolik ebenfalls bekannt.



Abbildung 34: Beispielhafte Symbolik beim Prototyp

Bei Produkten mit – für einen Allergiker – lebensgefährlichen Inhaltsstoffen erscheint ein Stopp-Schild mit einem roten Rahmen, bei weniger bedrohlichen Produkten ein Achtung-Schild mit gelbem Rahmen und bei unbedenklichen Produkten nur ein grüner Rahmen auf dem Display. Der Verzicht auf ein Verkehrszeichen bei den unbedenklichen Produkten signalisiert zusätzlich, dass alles in Ordnung ist. In Abbildung 34 sieht man beispielhaft die eben beschriebenen verschiedenen Ausgabemöglichkeiten und die mögliche „Startseite“ des EuLa-Armbandes.



Abbildung 35: Symbolik des Prototyp mit Graustufen

Zum Vergleich sind die drei Ausgabemöglichkeiten in Abbildung 35 in Grautönen dargestellt. Hier ist deutlich zu erkennen, dass ein roter, gelber oder grüner Rahmen für einen farbenfehlsichtigen Menschen eine unzulängliche Information darstellen. Die Symbolik der Schilder ist jedoch – trotz der Graustufen – klar und deutlich zu erkennen.

### 6.3.1 Mapping der Inhaltsstoffe und Allergene

Die Arbeitsweise des Prototyps ist so angelegt, dass er die Allergene eines Patienten mit den Inhaltsstoffen des Produktes, das der Patient in der Hand hält, vergleicht. Hier wird ein Problem ersichtlich. Die Namen der Inhaltsstoffe der einzelnen Produkte decken sich nicht mit den Namen der Allergene (siehe Kapitel 3.2). Ein direkter Vergleich ist folglich nicht möglich. Eine Zuordnung (Mapping) zwischen Inhaltsstoffen und Allergenen muss gewährleistet sein. Diese Zuordnung erfolgt über eine Tabelle in der Patienten-Datenbank. Abbildung 36 zeigt, wie in der Tabelle „*AllergenMap*“ der Patienten-Datenbank die AllergenID's den InhaltsstoffID's zugeordnet werden.

Sobald der Prototyp die Allergene des Patienten in der Datenbank abfragt, wird die Zuordnung der Allergene zu den möglichen Inhaltsstoffen vorgenommen. Der Allergie-Web-Service fragt in der Patienten-Datenbank die InhaltsstoffID's ab, die den AllergenID's des Patienten zugeordnet sind. Somit werden nicht die AllergenID's des Patienten an den Prototypen zurückgeschickt, sondern die zugeordneten möglichen InhaltsstoffID's. Diese InhaltsstoffID's werden vom Client in einer XML-Datei gespeichert und für die Überprüfung der Lebensmittel verwendet. Nimmt der Patient ein Produkt in die Hand, werden also nicht Allergene und Inhaltsstoffe des Produktes miteinander verglichen, sondern die den Allergenen zugeordneten InhaltsstoffID's mit den InhaltsstoffID's des Produktes. Die Inkompatibilität zwischen Allergenen und Inhaltsstoffen ist somit behoben.

Es wäre auch denkbar obiges Mapping in einer eigenen Datenbank vorzunehmen. Eine solch eigenständige Datenbank müsste sich auch im sicheren Bereich des EuLa-Armband-Systems (siehe Kapitel 6.2.2) befinden. Aus diesem Grund und wegen der benötigten Fachkenntnisse kann das Update nur durch einen Arzt durchgeführt werden. Damit der Arzt nicht an mehreren Datenbanken ein Update vornehmen muss und um Ressourcen einzusparen, ist es sinnvoll das Mapping innerhalb der Patienten-Datenbank mittels der Tabelle „*AllergenMap*“ durchzuführen.

Eine andere Problematik entsteht durch die Sprachenvielfalt. Inhaltsstoffe und Allergene besitzen in den verschiedenen europäischen Ländern unterschiedliche Namen. Dies kann beim Mapping der Inhaltsstoffe und Allergene zu Problemen führen. Behoben wird das Problem dadurch, dass Inhaltsstoffe und Allergene in den Datenbanken nur mit Nummern (sogenannten ID's) eingetragen sind. Die Zuordnung dieser ID's zu den jeweiligen Inhaltsstoffen und Allergenen (bzgl. der verschiedenen Sprachen) erfolgt in einer separaten Tabelle (Allergen-Tabelle) der Patienten-Datenbank. Beispielhaft wurde dies beim Prototyp für die Sprachen Deutsch und

Englisch umgesetzt. In Abbildung 36 kann man diese Zuordnung für die deutsche und englische Sprache erkennen.

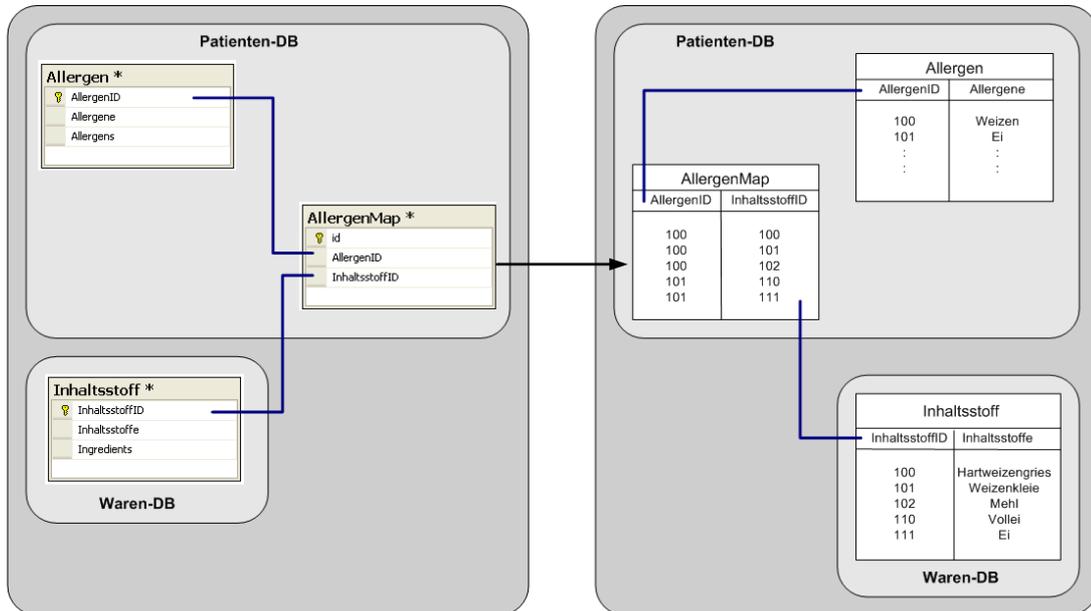


Abbildung 36: Mapping

## 6.3.2 Ablauf der Datenbankabfragen

Nachdem in Kapitel 6.2.2 unter anderem der Aufbau des EuLa-Armband-Datenbank-Systems beschrieben wurde, soll nun näher erläutert werden, wie die Abfragen der einzelnen Datenbanken ablaufen.

Bevor das EuLa-Armband genutzt werden kann, müssen in ihm die allergenen InhaltsstoffeID's gespeichert werden. Dazu wird über den Allergie-Web-Service die Patienten-Datenbank abgefragt und das Ergebnis in einem XML- Dokument gespeichert (siehe Kapitel 6.3.1). Dieser Vorgang wird einmalig, immer nur beim Start des Programms vorgenommen. So wird gewährleistet, dass die InhaltsstoffeID's immer auf dem neuesten Stand sind.

Die primäre Logik von Datenbankabfragen und Berechnungen, die für die Ausgaben des EuLa-Armbandes von Nöten sind, kann entweder auf dem EuLa-Armband selbst oder auf einem Server liegen.

Die Entscheidung ist so ausgefallen, dass die primäre Logik, welche die Datenbankabfragen und Berechnungen steuert, auf einem Server liegt, der von einer Firma (Drittanbieter) betrieben wird. Die angesprochenen Datenbankabfragen werden vom Waren-Web-Service vorgenommen.

Mit dieser Auslagerung der primären Logik (vom mobilen Gerät auf einen Server) wird vermieden, dass zu viele Verbindungen vom mobilen Gerät zu den Datenbanken aufgebaut werden. Bei der gegenteiligen Entscheidung (primäre Logik auf dem mobilen

Endgerät) müssten mehr Daten für die Berechnungen vom Client abgefragt werden, als für die Anzeigen auf dem EuLa-Armband nötig sind.

Die Verbindungsgeschwindigkeiten über GPRS sind nicht sehr schnell und die Übertragung einer kleinen Textdatei von 40 KB wird etwa 3 Sekunden dauern. [Roth02] Nachteilig wirkt sich auch die sehr hohe Latenzzeit (etwa 700 Millisekunden) von GPRS aus. [Riem05] Bei häufigen Zugriffen des EuLa-Armbandes auf die Datenbank muss der Benutzer längere Zeit auf das Ergebnis warten. Dies ist nicht erwünscht, da man ansonsten selbst die Liste der Inhaltsstoffe auf einer Verpackung nach Allergenen durchsuchen kann. Abhilfe könnte UMTS bieten, das wesentlich höhere Verbindungsgeschwindigkeiten erreicht. Allerdings ist der Ausbau in Deutschland noch nicht so flächendeckend, dass auch in ländlichen Regionen auf das UMTS-Netz zugegriffen werden kann. Dies muss aber möglich sein, wenn das EuLa-Armband mit UMTS zumindest deutschlandweit eingeführt werden soll (siehe auch Kapitel 7.2.2). Ein weiteres Problem stellt die (im Vergleich zu DSL) hohe Latenzzeit bei UMTS dar. Im Jahr 2006 lag die Latenzzeit noch bei 200 bis 300 Millisekunden. Durch HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) sollte diese auf 100 Millisekunden verringert werden. Trotzdem ist die Latenz noch immer etwa doppelt so hoch, wie bei DSL üblich. [Opit06]

Abbildung 37 zeigt den Unterschied in der Anzahl der GPRS / UMTS Verbindungen der beiden Varianten des RFID-Systems (Variante 1 mit Server-Programm und Variante 2 ohne Server-Programm als primäre Logik). Es ist deutlich zu erkennen, dass in der Lösung ohne das Server-Programm wesentlich mehr Datenbankabfragen über GPRS / UMTS Verbindungen durchgeführt werden müssen.

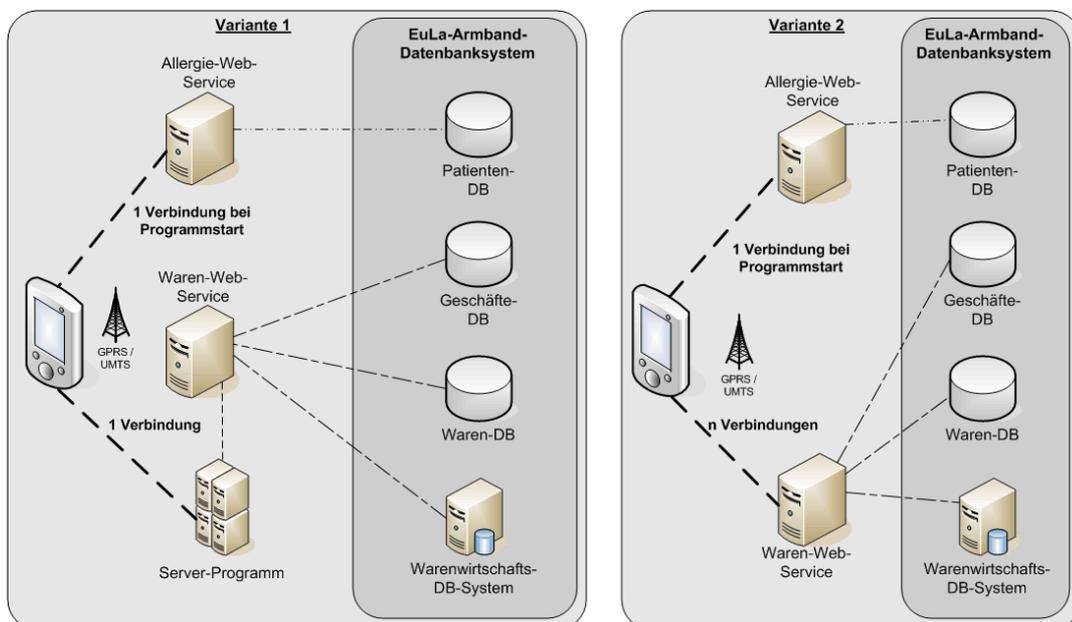


Abbildung 37: Anzahl der GPRS / UMTS Verbindungen

Würde die primäre Logik des Systems auf dem mobilen Endgerät liegen, müssten mindestens sechs Datenbankabfragen durchgeführt werden. Die Anzahl der

Datenbankabfragen variiert von Produkt zu Produkt. Je nach Produkt müssten mögliche alternative InhaltsstoffID's unterschiedlich häufig abgefragt werden. Dies wird im weiteren Verlauf dieses Abschnitts noch näher erläutert. In Abbildung 37 sind daher „n Verbindungen“ angegeben. Bei einer Auslagerung zu einem Drittanbieter würde GPRS / UMTS nur für die Verbindung zum Server-Programm genutzt. Die Datenbankabfragen erfolgen über schnellere Verbindungen.

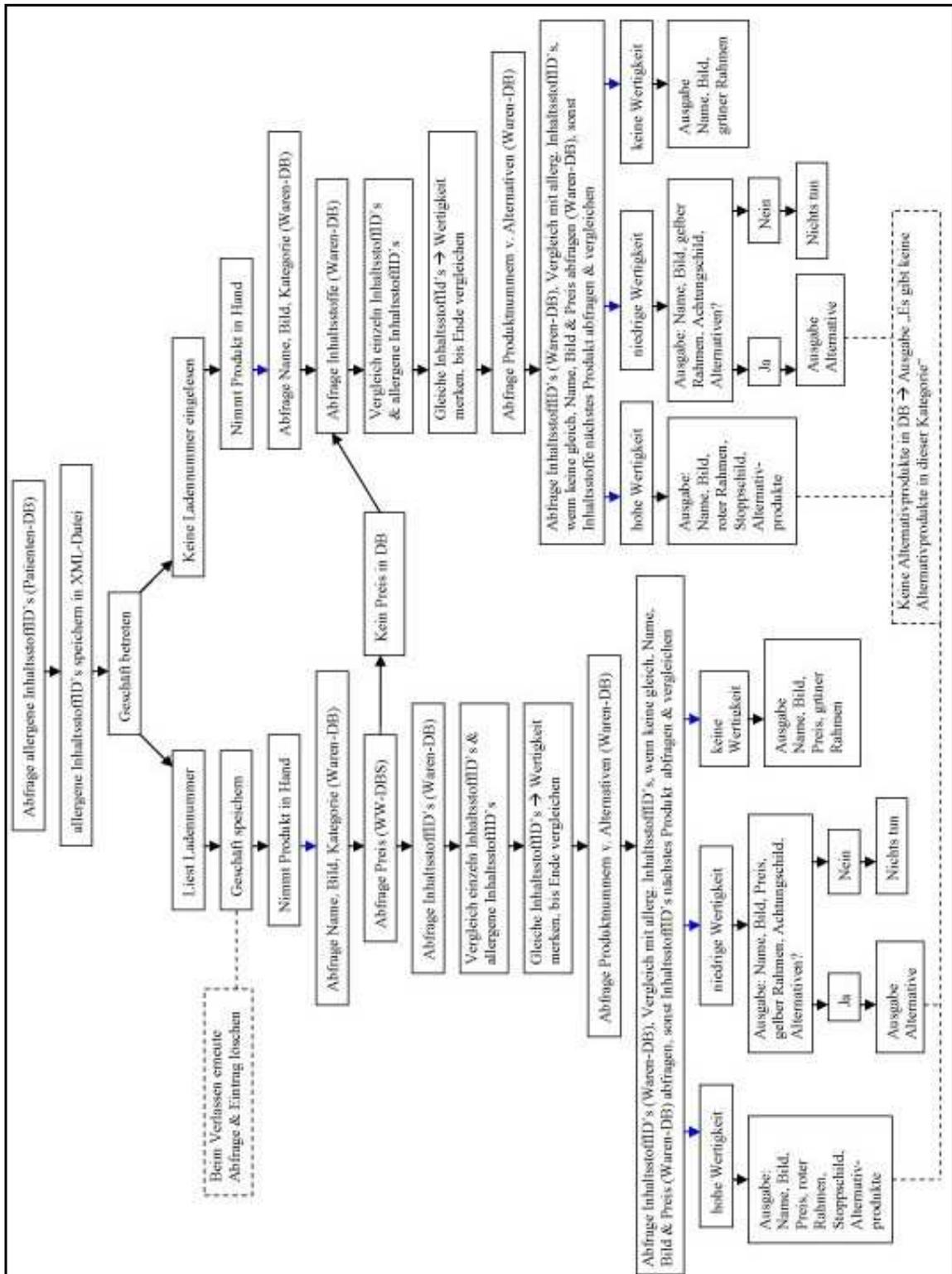


Abbildung 38: Ablaufplan Datenbankabfragen

Die Eingangsbereiche von Geschäften werden ebenfalls mit einem RFID-Tag ausgestattet, auf dem eine geschäftsspezifische Nummer eingespeichert ist. Beim Betreten des Geschäftes wird diese vom RFID-Reader des Armbandes eingelesen und gespeichert. Im Prototyp wird dieser Vorgang allerdings nur durch eine eingespeicherte Nummer simuliert.

Nimmt der Benutzer ein Produkt in die Hand, so liest der RFID-Reader die Produktnummer aus dem am Produkt befindlichen Tag aus. Diese Nummer, sowie die Nummer des Geschäftes, und die im Armband gespeicherten allergenen InhaltsstoffID's und die zugehörigen Wertigkeiten werden an den Server gesendet. Dort werden mithilfe des Waren-Web-Services (anhand der Produktnummer) der Name, das Bild und die Kategorie des Produktes in der Waren-Datenbank abgefragt. Anhand der Geschäftsnummer wird der Name der Ladenkette in der Geschäfte-Datenbank abgefragt. Mit diesem Namen und der Produktnummer wird in der Datenbank der Ladenkette des Warenwirtschafts-Datenbanksystems der Preis des Produktes abgefragt.

Anschließend erfolgt die Abfrage der InhaltsstoffID's in der Waren-Datenbank anhand der Produktnummer. Die InhaltsstoffID's des Produktes werden dann innerhalb einer Schleife mit den allergenen InhaltsstoffID's des Patienten verglichen. Stimmen zwei InhaltsstoffID's überein, wird die zugehörige Wertigkeit (Stärke der Allergie des Benutzers) zwischengespeichert. Die Schleife wird solange durchlaufen, bis alle Werte miteinander verglichen sind. Sollte bei einer erneuten Übereinstimmung der InhaltsstoffID's des Produktes und der allergenen InhaltsstoffID's die Wertigkeit höher liegen, wird diese anstelle der schon vorhandenen Wertigkeit zwischengespeichert.

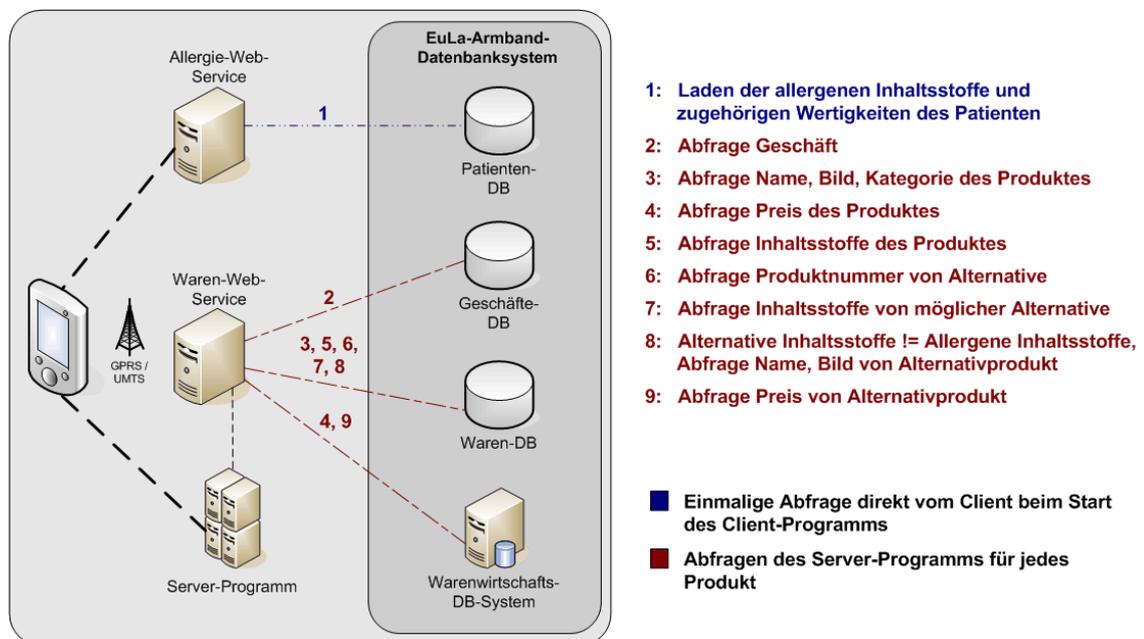


Abbildung 39: Datenbankabfragen

Nach Beendigung der Schleife werden anhand der Kategorie des Produktes und der Produktnummer über den Waren-Web-Service alternative Produktnummern in der Waren-Datenbank abgefragt. Zunächst werden zur ersten alternativen Produktnummer

die InhaltsstoffID's abgefragt. Diese werden mit den allergenen InhaltsstoffID's in einer Schleife verglichen. Liegt keine Übereinstimmung vor, werden Name, Bild und Preis dieser Alternative in der Waren-Datenbank abgefragt. Bei einer Übereinstimmung werden die InhaltsstoffID's zur nächsten alternativen Produktnummer abgefragt und überprüft. Dies ist auch der Grund warum die Anzahl der Datenbankabfragen von Produkt zu Produkt variiert.

Name, Bild, Preis und Wertigkeit des Produktes sowie Name, Bild und Preis der Alternative werden zurück an das EuLa-Armband gesendet. Das EuLa-Armband überprüft die übermittelte Wertigkeit und gibt die in Kapitel 6.3 beschriebenen Warnhinweise aus. Wird beim Betreten des Geschäftes keine Nummer eingelesen, läuft die Abfrage ähnlich wie oben beschrieben. Es können allerdings keine Preise für Produkt und Alternative abgefragt und später ausgegeben werden.

Abbildung 38 zeigt den Ablauf der Datenbankabfragen. Die blauen Pfeile geben dabei den Übergang vom Client zum Server und umgekehrt an. Abbildung 39 verdeutlicht in welcher Reihenfolge die einzelnen Datenbanken abgefragt werden.

### **6.3.3 Einsatzgebiete für das EuLa-Armband**

Im folgenden Kapitel soll der mögliche Einsatz des EuLa-Armbandes näher betrachtet werden. Ist eine Benutzung nur als spezielle Dienstleistung in einzelnen Supermarktketten, in allen Supermarktketten Deutschlands oder sogar in allen Supermarktketten Europas sinnvoll?

#### **Einsatz in einzelnen Supermarktketten**

Eine Einführung in einzelnen Supermarktketten innerhalb Deutschlands ist zwingend an zwei Voraussetzungen gebunden. Zum einen müssen alle Lebensmittel in diesen Supermarktketten mit RFID-Tags ausgestattet sein, zum anderen ist die Einrichtung spezieller Datenbanken notwendig.

Es ist durchaus fraglich, ob der Einsatz des EuLa-Armbandes in nur einzelnen Supermarktketten rentabel ist. Der Aufbau und die Pflege eines internen Datenbanksystems verursacht nicht nur Kosten für Hard- und Software, sondern auch Personalkosten. Es ist anzunehmen, dass diese Mehrkosten über teurere Produkte an den Kunden weitergegeben würden.

Wenn man allerdings bedenkt, dass diese speziellen Supermarktketten einen Mehrwert für Lebensmittelallergiker zur Verfügung stellen, sind geringe Aufpreise bei den Produkten vertretbar. Es wäre sogar denkbar, dass die Verkaufszahlen durch den Mehrwert des EuLa-Armbandes in diesen speziellen Supermarktketten ansteigen. Allerdings müssen die Anfahrtswege beachtet werden. Geschäfte, in denen das EuLa-Armband verwendet werden kann, werden wohl nicht flächendeckend in Städten oder

auf dem Land betrieben. Lange Anfahrtswege sind also eher die Regel. Es stellt sich die Frage, ob Lebensmittelallergiker eine längere Fahrstrecke in Kauf nehmen, um in den Genuss dieser speziellen Dienstleistung zu kommen. Die hohen Benzinpreise sprechen nicht unbedingt für eine solche Entscheidung. Mitentscheidend ist der Umstand, inwieweit eine vorhandene Lebensmittelallergie einen Patienten in seinem normalen Leben beeinträchtigt. Sollte z.B. beim Verzehr von Nüssen nur ein geringer Juckreiz auftreten, ist anzunehmen, dass dieser Patient auf eine lange Fahrstrecke verzichten wird.

Folglich muss man die Rentabilität des EuLa-Armbandes für nur einzelne Supermarktketten in Frage stellen.

## **Deutschlandweiter Einsatz**

Die zweite Möglichkeit besteht darin, das System in allen Supermarktketten in Deutschland einzuführen. Im Gegensatz zur Einführung in einzelnen Ketten, könnte diese Variante mit wesentlich weniger Aufwand betrieben werden. Es kann ein bundesweites Datenbanksystem installiert werden, mit dem das EuLa-Armband via GPRS oder UMTS kommunizieren könnte. Dieses Datenbanksystem müsste nicht von den Supermarktketten selbst, sondern könnte von speziellen Firmen betrieben werden.

Will man das System der EuLa-Armbänder flächendeckend in Deutschland einführen, müssen alle Lebensmittel mit RFID-Tags ausgestattet werden. Dabei gilt es den Kostenfaktor der RFID-Tags zu beachten. Heutzutage sind die RFID-Tags zwar noch teurer als der Aufdruck eines Barcodes, aber sie sind schon preiswerter (0,25 €) als vor ein paar Jahren. [RFID] Damals lag der Preis zwischen 0,5 € und 1 €. Es ist zu erwarten, dass der Preis für einen RFID-Tag in Zukunft speziell durch Massenproduktion bis auf 0,05 € pro Stück fallen wird. [Schm] Damit steigt die Wahrscheinlichkeit einer Umstellung von Barcodes auf RFID-Tags. Für die Geschäfte würden durch die Einführung des EuLa-Armbands keine höheren Kosten oder gar ein größerer Aufwand entstehen. Die Produktnummern der einzelnen Lebensmittel wären für die Kassensysteme in den RFID-Tags gespeichert und müssten nicht speziell für das System des EuLa-Armbandes eingespeichert werden.

Durch die bundesweite Einführung kann in jedem Ort und in jedem Lebensmittelgeschäft das EuLa-Armband genutzt werden. Eine Geschäftssuche und eventuell weite Anfahrtswege fallen für den Allergiker weg.

## **Europaweiter Einsatz**

Die kundenfreundlichste Möglichkeit wäre, das System europaweit in allen Supermarktketten einzuführen. Hier liegt die Vermutung nahe, dass es (sprachlich bedingt) viele länderbezogene Datenbanksysteme geben muss. Trägt man allerdings die Inhaltsstoffe und Allergene als Nummern in das Datenbanksystem ein, entfällt die Übersetzung in die verschiedenen Sprachen.

Bei einer europaweiten Einführung gilt es auch die Sendefrequenz des RFID-Systems in die Überlegungen mit einzubeziehen. Wie in Kapitel 7.2.1 beschrieben, wird für das EuLa-Armband die Sendefrequenz von 860 bis 960 MHz eingesetzt. Diese Frequenz ist international für RFID-Systeme nutzbar und stellt damit für eine europaweite, ja sogar weltweite Einführung des EuLa-Armbandes kein Problem dar.

Ein großes Problem sind jedoch die unterschiedlichen Verordnungen, Richtlinien und Gesetze der einzelnen Länder. In manchen Ländern sind gewisse Inhaltsstoffe zugelassen, in anderen Ländern nicht. Produkte mit gleichem Namen können, je nach Landesvorschrift, unterschiedliche Inhaltsstoffe enthalten. Einheitliche Richtlinien bei der Verwendung von Inhaltsstoffen lassen sich europaweit wohl nur sehr schwer umsetzen. Das Problem kann allerdings gelöst werden, indem Lebensmittel mit gleichem Namen, aber unterschiedlichen Inhaltsstoffen, verschiedene Produktnummern erhalten. Eine europaweite Unterscheidung im Datenbanksystem ist vollzogen.

## **Fazit**

Eine Einführung des Systems in einzelnen Supermarktketten ist nicht empfehlenswert. Der Aufwand und die Kosten für die einzelnen Geschäfte wären viel zu hoch. Eventuell weite Anfahrtswege widersprechen einem kundenfreundlichen Einkauf.

Obwohl eine europaweite Einführung wegen der unterschiedlichen Verordnungen, Richtlinien und Gesetze der einzelnen Länder problematisch ist, wäre es erstrebenswert das System zukünftig einzuführen. Außerdem unterstützt die Architektur des Systems einen europaweiten Einsatz des EuLa-Armbandes.

Eine deutschlandweite Einführung scheint auf nahe Sicht betrachtet, zunächst die beste Lösung zu sein. Sollte die deutschlandweite Einführung erfolgreich sein, werden andere europäische Länder nachziehen.

## 7 Umsetzung des Prototyps

In diesem Kapitel soll die Entwicklung des EuLa-Armband Prototyps vorgestellt werden. Zuerst wird kurz auf die verwendeten Komponenten der Entwicklungsumgebung eingegangen. Danach wird die Entwicklung des Backendes und des Clients mit Webserver, Datenbanken und der Server-Anwendung näher betrachtet.

Das Backend ist der Teil des Systems, der auf den Servern läuft. Der Benutzer des Systems kann nicht direkt, sondern nur über einen Client auf das Backend zugreifen. Der Client ist der Teil des Systems, mit dem der Benutzer direkt interagiert.

Im Fall des Prototyps interagieren die Patienten mittels des EuLa-Armbandes mit dem Backend (Server-Programm). Außerdem gibt es ein spezielles Update-Programm, mit dem der Arzt z.B. neue Allergene eines Patienten in die Patienten-Datenbank eintragen kann.

### 7.1 Entwicklungsumgebung

Die Anwendungen wurden, wie in Kapitel 6.2.2 beschrieben, unter dem Betriebssystem Microsoft Windows XP entwickelt und getestet. Webserver, Server-Anwendung, der Datenbank SQL Server, sowie das Programm Visual Studio 2005 laufen unter diesem Betriebssystem. Für einen späteren realen Einsatz wäre allerdings der Einsatz der Windows Server-Versionen die bessere Alternative. Zu Testzwecken laufen für den Prototyp Webserver, Datenbank-Server und die Server-Anwendung auf einem einzigen Computer. Dies soll und wird im realen Einsatz nicht der Fall sein. Es sind schon allein vier verschiedene Datenbank-Server vorgesehen.

Vor der Installation des Visual Studios 2005 muss der IIS (Internet Information Service), der Webserver von Microsoft, installiert sein. Visual Studio 2005 enthält alle benötigten Komponenten:

- Programmiersprache Visual C#
- Visual Web Developer (Web-Service Programmierung)
- MSXML 6.0 Parser (XML-Implementierung)
- .NET Framework 2.0
- .NET Framework 2.0 SDK
- .NET Compact Framework 2.0
- SQL Server Express 2005

Für diese Arbeit wird – anstelle des SQL Server Express 2005 – der umfangreichere SQL Server 2005 verwendet. Für die Entwicklung und den Betrieb des Prototyps reicht allerdings die Express Version des SQL Server vollkommen aus. Zusätzlich wird das

SQL Server Management Studio eingesetzt, welches die Verwaltung der Datenbanken, der einzelnen Tabellen und der enthaltenen Daten erlaubt.

Nach der erfolgreichen Einrichtung der Entwicklungsumgebung, beginnt die Entwicklung des Prototyps. Dies wird in den nächsten beiden Kapiteln (Backend und Client) beschrieben.

## 7.2 Backend

Das Backend muss vor der Client-Anwendung erstellt werden, da der Client auf das Backend zugreift.

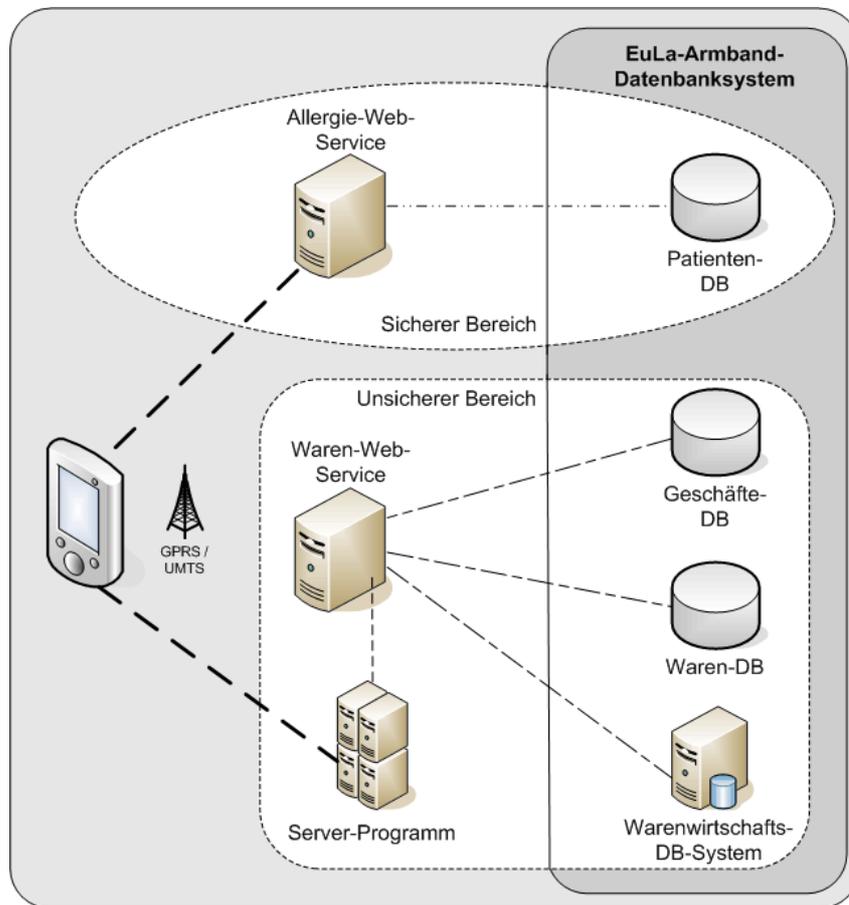


Abbildung 40: Backend mit sicherem und unsicherem Bereich

Die einzelnen Komponenten des Backends sind zwei Webserver (siehe Abbildung 40), die die jeweiligen Web-Services anbieten, welche auf die (mindestens) vier SQL-Server zugreifen, auf denen sich die einzelnen Datenbanken befinden. Zusätzlich existiert noch ein weiterer Server, auf dem ein Programm läuft, welches die Datenbankabfragen (bzgl.

der Produktüberprüfung) vornimmt, die empfangenen Daten verarbeitet und die Ergebnisse an den Client zurückschickt.

Unabhängig zu den obigen Datenbankabfragen, greift das EuLa-Armband bei jedem Programmstart auf den Allergie-Web-Service direkt zu. Der Dienst dieses Web-Services fragt die allergenen InhaltsstoffID's des Patienten ab, die dann in einer XML-Datei im Armband gespeichert werden. Dies ist der einzige Datenbankzugriff, der direkt vom EuLa-Armband erfolgt. Die übrigen Datenbankabfragen werden vom Server-Programm initiiert, welches nacheinander die 7 Dienste des Waren-Web-Service aufruft.

Das Warenwirtschafts-Datenbanksystem besitzt in Abbildung 40 eine andere Form der Darstellung als die übrigen Datenbanken. Diese abweichende Form wurde deshalb gewählt, weil es nicht aus einer, sondern aus mehreren Datenbanken besteht.

Abbildung 40 zeigt außerdem noch die Einteilung des Systems in einen sicheren und unsicheren Bereich. Aus Datenschutzgründen haben nur ein Arzt und der Patient selbst Zugriff auf den sicheren Bereich. Nähere Ausführungen zum Datenschutz folgen in Kapitel 7.4

## 7.2.1 Server-Anwendung

Die Server-Anwendung (siehe Kapitel 7.3.2) hat die Aufgabe, die Datenbank-Abfragen vorzunehmen, die empfangenen Daten zu verarbeiten, mit ihnen weitere Datenbankabfragen durchzuführen und die Ergebnisse an den Client zurückzuschicken. Die Daten, die für die Datenbankabfragen der einzelnen Dienste der Web-Services nötig sind, werden über eine TCP/IP-Verbindung vom Client zum Server geschickt. Diese Daten enthalten die Produktnummer, die Nummer des Geschäftes und die allergenen InhaltsstoffeID's des Patienten mit den zugehörigen Wertigkeiten.

Beim Start des Server-Programms, wird ein TCP-Listener initialisiert und gestartet. Versucht ein Client eine Verbindung zum Server aufzubauen, wird serverseitig ein neuer Thread initialisiert, gestartet und die Verbindung zum Client gespeichert. Durch den Thread wird gewährleistet, dass auch mehrere Clients gleichzeitig auf das Server-Programm zugreifen können. Der Server fragt einen Stream nach Daten ab und liest die vom Client gesendeten Daten vom Stream.

Sind die Daten vollständig eingelesen, wird die Methode „*erfasseDaten*“ angestoßen, der die vom Client empfangenen Daten übergeben werden.

Es werden zuerst über die Dienste „*GetLaden*“, „*GetProduktinfo*“, „*GetPreis*“ und „*GetInhaltsID*“ des Waren-Web-Service „*wsProduktabfrage*“ das Geschäft, der Name, die Kategorie, der Preis und die InhaltsstoffeID's des Produktes aus den – in Kapitel 6.2.2 beschriebenen – Datenbanken abgefragt. Anschließend werden die abgefragten InhaltsstoffeID's des Produktes mit den vom Client gesendeten allergenen InhaltsstoffeID's verglichen. Bei einer Übereinstimmung wird die zugehörige Wertigkeit der InhaltsstoffeID in einer Variablen zwischengespeichert. Der Vergleich

wird fortgesetzt und sobald eine weitere Übereinstimmung vorhanden ist, wird überprüft, ob die zugehörige Wertigkeit höher ist, als die in der Variablen zwischengespeicherte. Falls dies der Fall ist, wird die höhere Wertigkeit der Variablen zugewiesen.

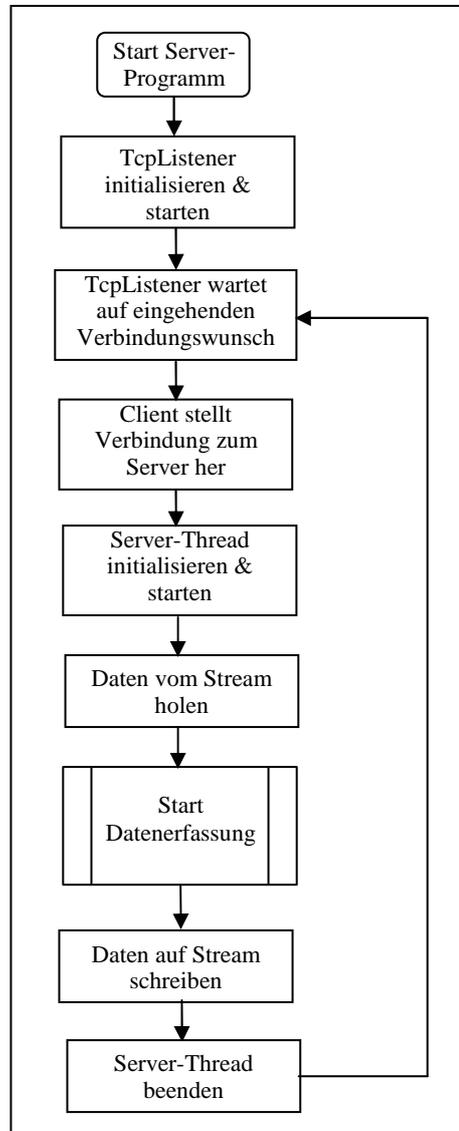


Abbildung 41: Flussdiagramm Server-Programm

Ist der Vergleich abgeschlossen, werden zunächst die Produktnummern von möglichen Alternativen (zum zuvor abgefragten Produkt) über den Dienst „GetAlterProdNr“ des Web-Services abgefragt. Von den empfangenen Produktnummern wird die erste für die Abfrage der InhaltsstoffeID's genommen. Diese alternativen InhaltsstoffeID's werden mit den allergenen InhaltstoffeID's verglichen. Wenn es keine Übereinstimmung gibt, werden über die Methoden „GetAlternative“ und „GetAlterPreis“ der Name, das Bild und der Preis für dieses alternative Produkt geladen.

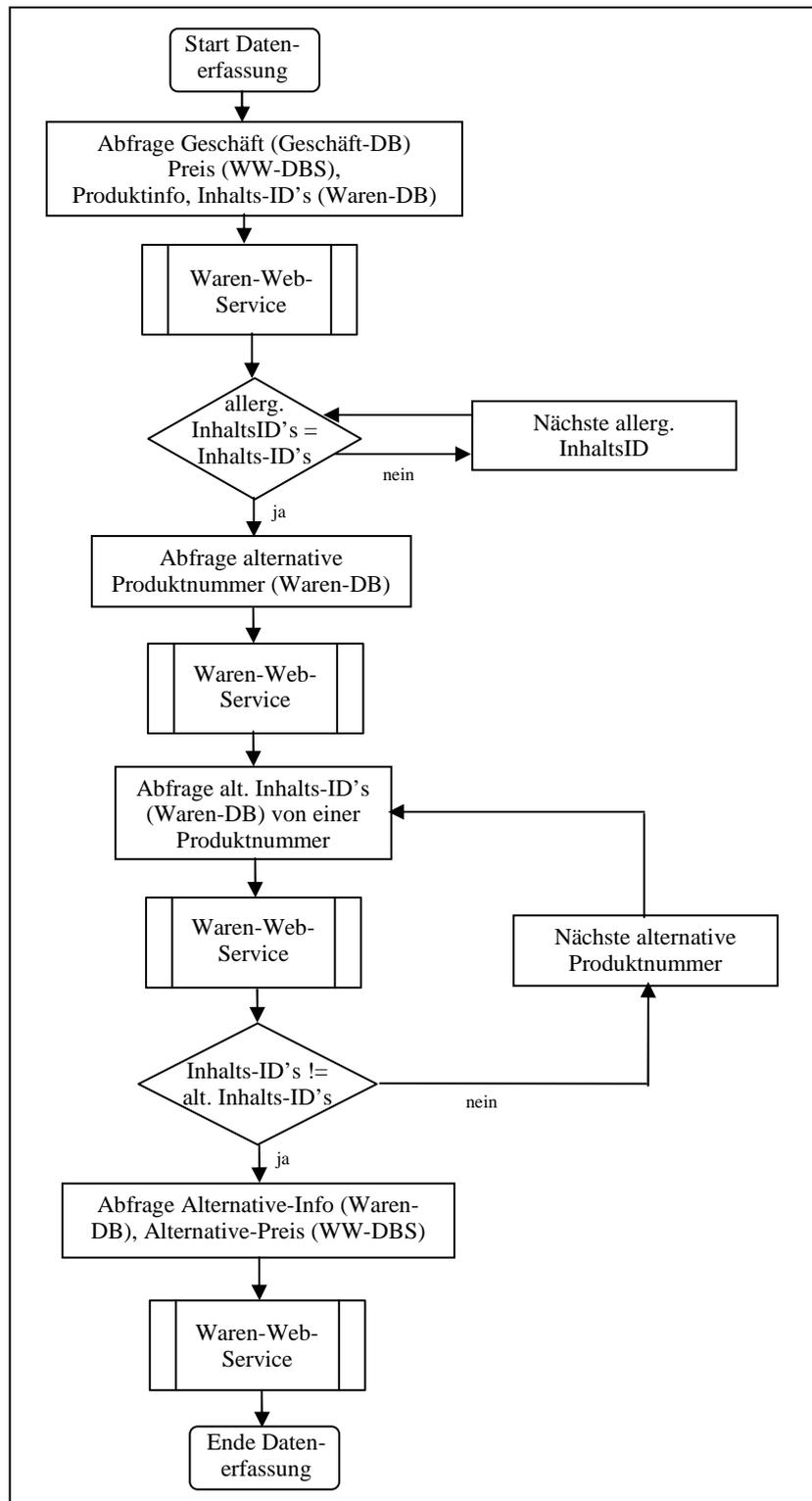


Abbildung 42: Flussdiagramm Datenbankabfragen und Berechnungen (Server)

Damit ist die Methode „*erfasseDaten*“ beendet und das Server-Programm schreibt die zuvor abgefragten und berechneten Daten auf den Stream. Die Daten werden anschließend vom Client gelesen. Der soeben beschriebene Ablauf des Server-Programms wird zusätzlich in Abbildung 41 und Abbildung 42 verdeutlicht.

## 7.2.2 Web-Services

Dieser Abschnitt bezieht sich nicht allein auf das Backend, sondern geht auch schon kurz auf den Client ein. Dies ist sinnvoll, weil der verwendete Allergie-Web-Service vom Client aufgerufen wird und der Waren-Web-Service vom Server-Programm (siehe Abbildung 40).

Zum Betreiben der beiden Web-Services muss jeweils ein Webserver eingerichtet sein. Wie in Kapitel 7.1 beschrieben, wird dafür der IIS verwendet. Im speziellen Fall ist dies der IIS 5.1. Für Windows XP wird der IIS nicht direkt mit der Installation des Betriebssystems installiert und muss daher nachinstalliert werden. Dies sollte vor der Installation des .NET Frameworks 2.0 und dem Visual Studio 2005 geschehen, da sonst die Version 2.0 des .NET Frameworks nicht erkannt wird. Ansonsten benutzt der IIS, anstelle der Version 2.0, weiterhin die Version 1.1. Dies kann zu Fehlermeldungen führen.

Am IIS müssen noch ein paar Einstellungen vollzogen werden, damit ausschließlich verschlüsselte HTTPS-Verbindungen zugelassen werden. Ansonsten würden für die Datenbankabfragen normale unverschlüsselte HTTP-Verbindungen genutzt. Durch die Verwendung dieser unsicheren HTTP-Verbindungen könnten sowohl hochsensible Patientendaten als auch brisante Produktinformationen ausgelesen werden. Dies gilt es zu verhindern.

Als erstes wird dem IIS ein globales Serverzertifikat hinzugefügt. Anschließend müssen die Verzeichnisse der Web-Services und der Anwendung konfiguriert werden. Bei den Verzeichnissen des Webservers muss die Option „Sicheren Kanal verlangen“ (im Verzeichnis Sicherheit, Sichere Kommunikation, Bearbeiten) aktiviert werden. Damit die Anwendung ausgeführt werden kann, muss zusätzlich (unter Eigenschaften, Verzeichnis, Anwendungseinstellungen) die Option „Erstellen“ ausgewählt werden.

Die in Kapitel 6.3.2 angesprochenen Datenbankabfragen des Server-Programms, werden von insgesamt 7 Diensten des Waren-Web-Services „*wsProduktabfrage*“ vorgenommen. Beim Aufruf eines solchen Dienstes muss sich der Web-Service erst beim Webserver authentifizieren. Dies wird beim IIS durch die Windows-Authentifizierung vollzogen. Danach muss sich das den Dienst aufrufende Programm beim Web-Service authentifizieren. Dafür werden mittels eines SOAP-Headers ein Benutzername und ein Passwort an den Web-Service geschickt und dort überprüft. So können nur berechtigte Anwendungen den Web-Service nutzen und Daten aus den Datenbanken abfragen. Durch die sichere Übertragung mittels SSL kann der SOAP-Header nicht ausgelesen werden.

Der Allergie-Web-Service „*wsAllergene*“ besitzt nur einen Dienst, der direkt vom Client aufgerufen wird. Auch hier muss sich der Web-Service erst beim IIS authentifizieren. Vom Client werden über eine SSL-Verbindung Benutzername und Passwort (für den Dienst des Web-Services) in einem SOAP-Header an den Web-Service verschickt, der diese dann überprüft.

Die Dienste beider Web-Services fragen jeweils verschiedene Datenbanken ab und unterscheiden sich daher nur in den Daten, die für die Verbindung zur jeweiligen

Datenbank benötigt werden. Abbildung 43 zeigt solch eine Datenbankabfrage, mittels eines Web-Services, in einem Flussdiagramm.

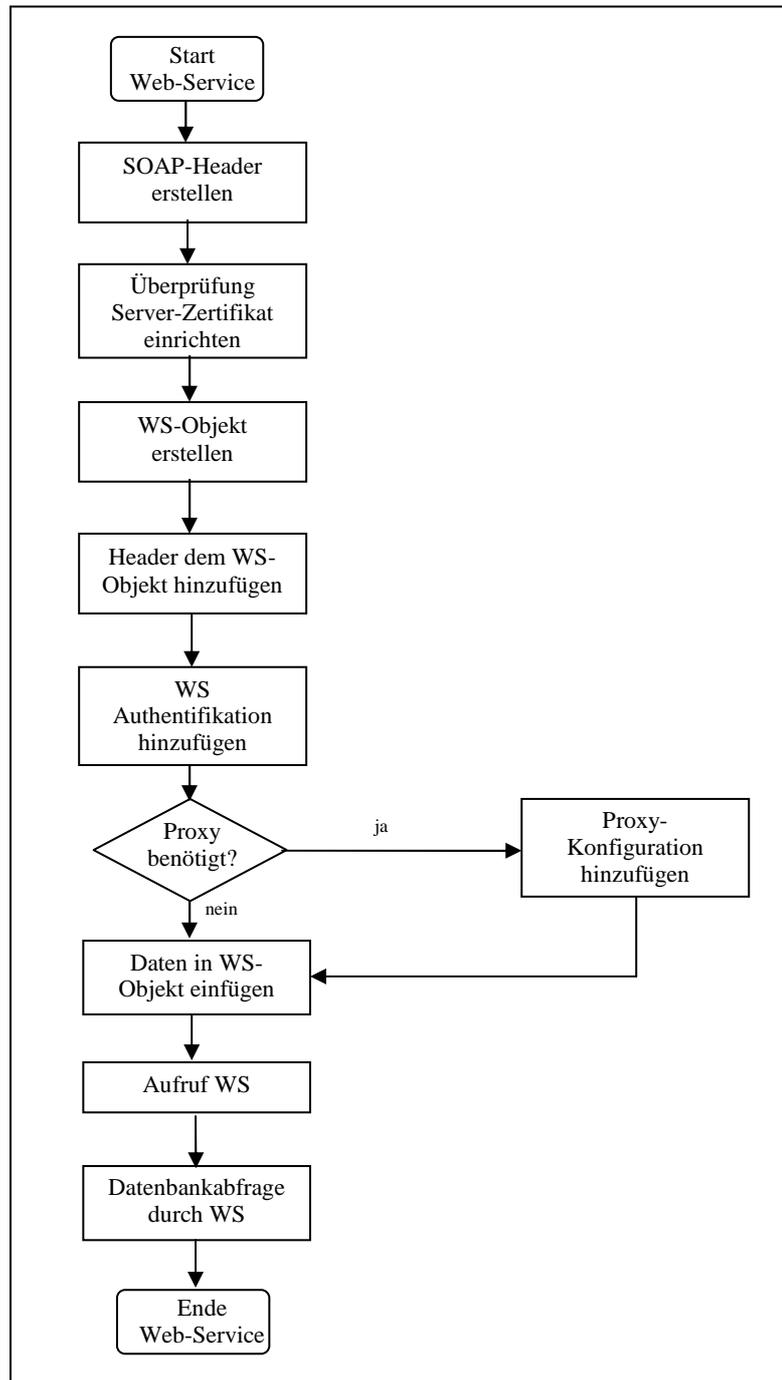


Abbildung 43: Flussdiagramm Web-Services

## 7.3 Client

Der Client des Prototyps ist ein PDA, kombiniert mit einem RFID-Reader als zusätzlicher Hardware. Für den späteren realen Einsatz wäre es wünschenswert, wenn der Client als mobiles Gerät in Form einer Uhr mit integriertem RFID-Reader existiert. Der RFID-Reader wird an der CF-Schnittstelle betrieben, die vom Betriebssystem des PDA zur Verfügung gestellt wird. Diese Schnittstelle wird mithilfe von Treibern nutzbar gemacht. So können Daten zwischen PDA und RFID-Reader mithilfe der mit dem Reader mitgelieferten APIs und Protokolle ausgetauscht werden.

### 7.3.1 Einrichten des PDA

Über eine Docking-Station kann eine Verbindung zwischen Entwicklungscomputer und PDA hergestellt werden. Dazu muss allerdings Microsoft ActiveSync auf dem Entwicklungscomputer installiert sein. In dieser Arbeit wird die Version 4.1 von ActiveSync verwendet.

Möchte man die Anwendung auf dem PDA nutzen, so muss auch dort das .NET Framework installiert sein. Speziell für mobile Geräte ist das .NET Compact Framework 2.0 erhältlich. Die Installation des .NET Compact Frameworks wird erst auf dem Entwicklungscomputer durchgeführt. Beim Einsetzen des PDA in die Docking-Station wird erkannt, dass das .NET Compact Framework auf dem PDA noch nicht installiert ist. Es folgt die Anfrage, ob das Framework auf dem PDA installiert werden soll. Nach der Installation des .NET Compact Frameworks 2.0 muss noch das OpenNETCF Smart Device Framework 2.1 installiert werden. Dies ermöglicht einen Zugriff auf LED's bzw. einen Vibrationsalarm des PDA. [Open] Danach ist der PDA für die Entwicklung einsatzbereit.

### 7.3.2 Modellierung der Anwendung

Die Anwendung besteht aus den sieben Klassen, die von der .NET-Schnittstelle „Form“ abgeleitet sind. Sie bilden die verschiedenen Fenster, die während des Betriebes des EuLa-Armbandes aufgerufen werden können und die GUI für den Anwender bilden. „FrmHaupt“ ist dabei die zentrale Klasse, mit der auch die Anwendung gestartet wird. Über die Methode „ladeAllergene()“ wird mit jedem Start der Anwendung der Dienst „GetAllergene“ des Allergie-Web-Services „wsAllergene“ aufgerufen. Mittels dieses Dienstes werden die allergenen InhaltsstoffID's des Patienten und die zugehörigen Wertigkeiten aus der Patienten-Datenbank geladen und anschließend in der Datei

„*Allergie.xml*“ gespeichert, so dass auf sie, während des Betriebs der Anwendung, ständig zugegriffen werden kann. Beim Aufruf des Web-Service Dienstes muss sich, wie schon im Kapitel 7.2.2 beschrieben, der Web-Service beim Webserver authentifizieren. Anschließend muss sich noch das Dienst aufrufende Programm mittels eines SOAP-Headers beim Web-Service authentifizieren. Stimmen Benutzername und Passwort des SOAP-Headers mit denen des Web-Services überein, kann die Datenbankabfrage gestartet werden.

Die Verwaltung der Stammdaten, wie Patientennummer, Benutzername und Passwort für den Web-Service, Proxy-Einstellungen und die Einstellungen für den RFID-Reader, wird von der Klasse „*XMLEinstellungen*“ vorgenommen. Die angesprochenen Daten sind in der Datei „*config.xml*“ gespeichert. Die Werte der Stammdaten werden beim Start der Anwendung ausgelesen. Bei einer Veränderung dieser Werte wird die Datei entsprechend aktualisiert. Die Klasse „*XMLEinstellungen*“ konnte – mit ein paar Veränderungen – von der Diplomarbeit von Sven Westenberg [West06] übernommen werden.

Über die Schnittstelle „*IRFIDLeser*“ kann die RFID-Hardware in die Anwendung eingebunden werden. Diese Schnittstelle wird von der Klasse „*ACGHandheldLeser*“ implementiert, die auch die CF-Karte über die API in die Anwendung einbindet. Eine detaillierte Beschreibung dieser Einbindung ist in Kapitel 7.3.3 zu finden. Auch die Schnittstelle „*IRFIDLeser*“, sowie die Klasse „*ACGHandheldLeser*“ konnten – mit einigen Veränderungen – von der Diplomarbeit Sven Westenbergs [West06] übernommen werden.

Ist der RFID-Reader initialisiert und befindet sich ein Tag in Reichweite, wird die Tag-ID eingelesen. Der Client überprüft, ob sie genau 24 Zeichen lang ist. Ist dies der Fall wird sie in einer Variablen gespeichert und das Lesen gestoppt. Liegt die Zeichenlänge unter 24 Zeichen wird weiter eingelesen. In Abbildung 44 ist der Ablauf dieser Rahmenanwendung in einem Flussdiagramm verdeutlicht.

Anschließend wird die Methode „*frageDatenab*“ angestoßen. Diese Methode versucht eine Verbindung mit dem Server herzustellen. Ist dieser Versuch geglückt, schreibt der Client die vom Server-Programm benötigten Daten (Produktnummer, Geschäftsnummer, allergene InhaltsstoffID's und zugehörige Wertigkeiten) auf den Stream. Die Daten werden anschließend vom Server-Programm aus dem Stream ausgelesen. Nachdem das Server-Programm seine Berechnungen und Datenbankabfragen durchgeführt hat (siehe Kapitel 7.2.1), schreibt es bestimmte Daten (Name, Bild, Preis und Wertigkeit des Produktes, sowie Name, Bild und Preis des Alternativproduktes) auf den Stream zurück. Der Client liest die Daten aus dem Stream und speichert sie in Variablen. Diese Variablen sind „*ProdName*“, „*ProdBild*“, „*ProdPreis*“, „*Wertigkeit*“, „*AlternativName*“, „*AlternativBild*“ und „*AlternativPreis*“.

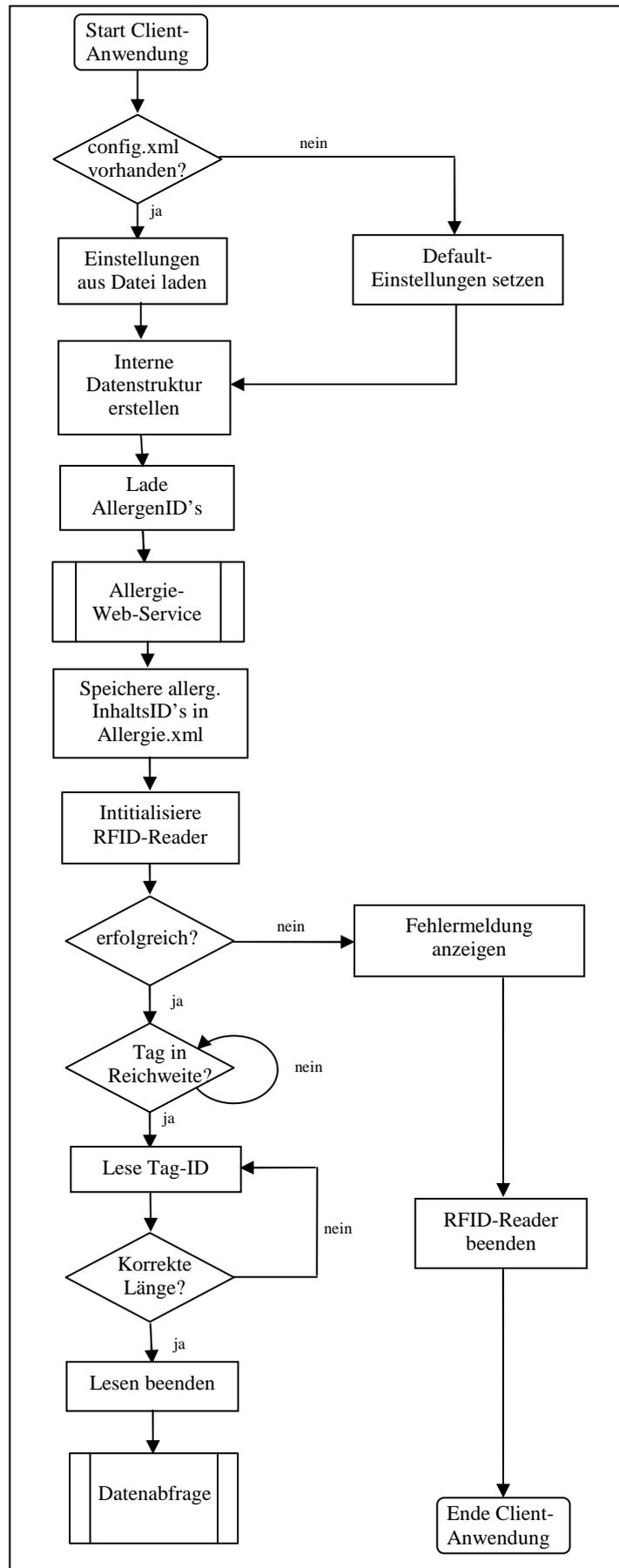


Abbildung 44: Flussdiagramm des Clients (Rahmenanwendung)

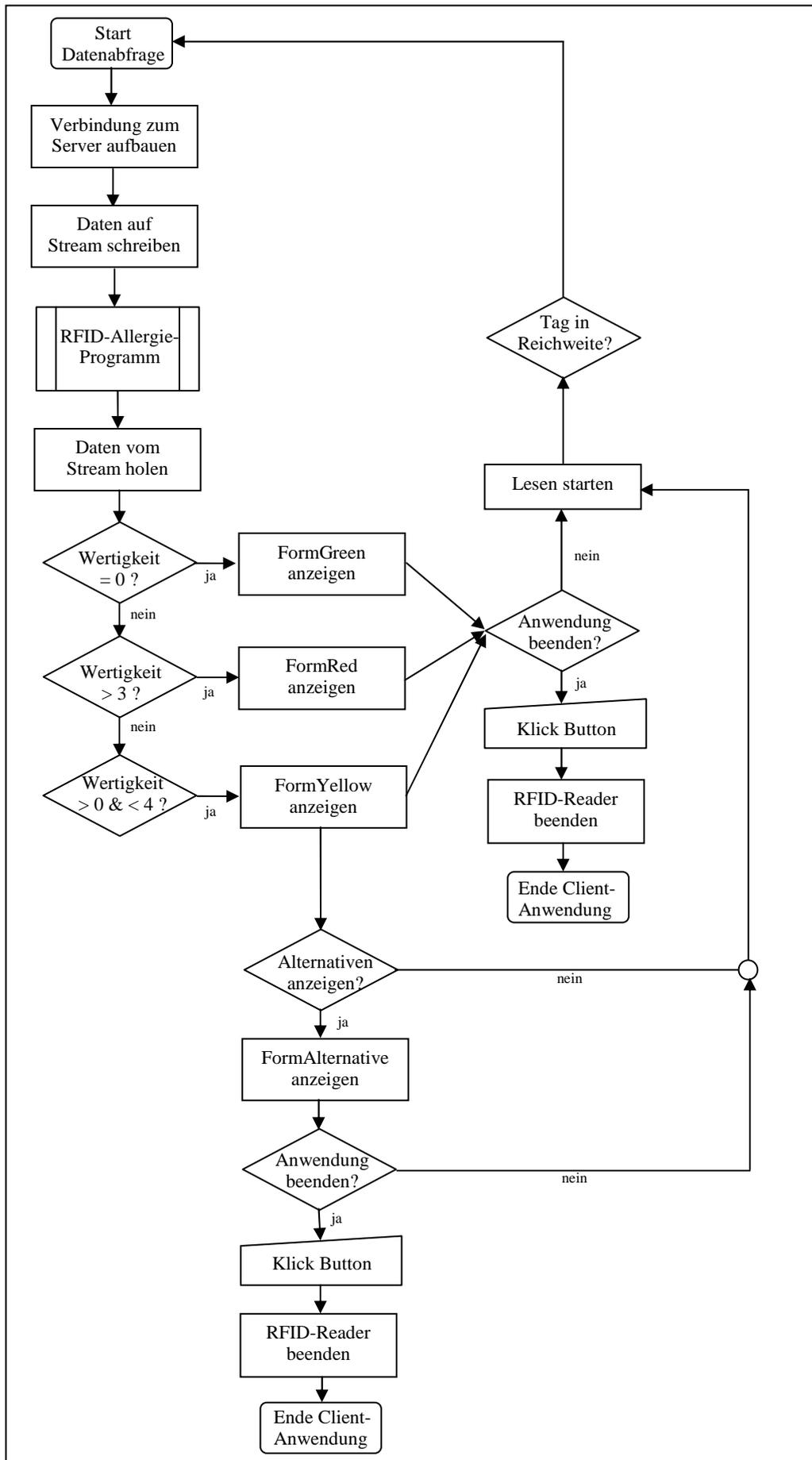


Abbildung 45: Flussdiagramm des Client (Datenabfrage & Ausgabe)

Der Client überprüft anschließend den Wert der Variablen „Wertigkeit“, die das Server-Programm an ihn geschickt hat. Ist der Wert 0, wird die „FormGreen“ ausgegeben. Das Display zeigt dem Patienten mittels der Variablen „ProdName“, „ProdBild“, „ProdPreis“ den Produktnamen, ein Produktbild, den Preis und einen grünen Rahmen an. Hat die Variable „Wertigkeit“ einen Wert zwischen 1 und 3, wird die „FormYellow“ ausgegeben. Hier werden dem Benutzer neben den Produktinformationen (Name, Bild und Preis) ein gelber Rahmen und ein Achtung-Schild angezeigt. Außerdem wird der Benutzer gefragt, ob ein Alternativprodukt zur Anzeige kommen soll. Wählt er „Ja“ wird ihm dieses mit Name, Bild und Preis über die „FormAlternative“ angezeigt.

Sollte der Wert der Variablen „Wertigkeit“ 4 oder 5 betragen, kommt die „FormRed“ zur Ausgabe. Zusätzlich zu den Produktinformationen erscheinen ein roter Rahmen, ein Stopp-Schild und eine Alternative mit Bild, Name und Preis auf dem Display. Um die Gefahr zu verdeutlichen, die mit diesem abgefragten Produkt einhergeht, wird noch ein Blinken beim PDA ausgelöst. Beim späteren EuLa-Armband soll das Blinken durch einen Vibrationsalarm ersetzt werden.

Um die Anwendung des EuLa-Armbandes zu beenden, betätigt man den Button „Beenden“, der sich auf „FormGreen“, „FormYellow“, „FormAlternative“ und „FormRed“ befinden.

Abbildung 45 zeigt die Datenabfrage und die Ausgabe auf dem PDA in einem Flussdiagramm.

### 7.3.3 Einstellungen und Benutzung des Prototyp

Im folgenden Kapitel soll der Umgang mit dem EuLa-Armband aus Sicht des Patienten näher beleuchtet werden. Dazu sind Screenshots des Prototyps in die Arbeit eingebunden, die näher erläutert werden. Die Screenshots wurden mit dem Programm GetPDAScreen erstellt.

Wird die Anwendung des EuLa-Armbandes gestartet, erscheint das Hauptfenster (siehe Abbildung 46). Der Prototyp ist so eingerichtet, dass die Anwendung automatisch startet, sobald ein RFID-Tag in die Reichweite des Readers gebracht wird. Deshalb besitzt die Startseite lediglich einen Button „Einstellungen“, der nur dann benötigt wird, wenn Änderungen in den Stammdaten, den Proxy-Einstellungen oder den Einstellungen des RFID-Readers vorgenommen werden müssen.

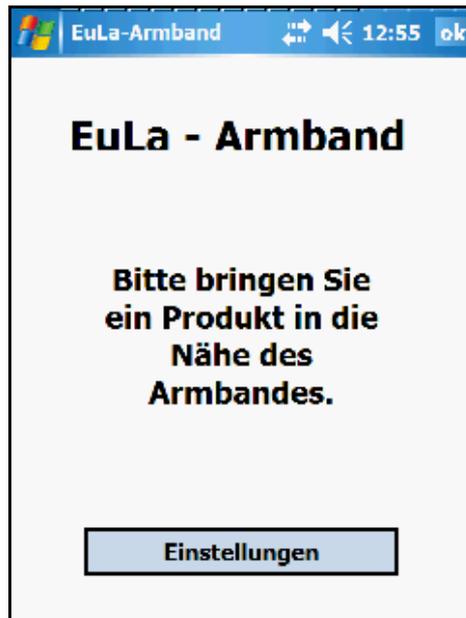


Abbildung 46: Screenshot - Startseite des EuLa-Armbandes

Betätigt man den Button „Einstellungen“ öffnet sich ein Fenster. Dieses ist (siehe Abbildung 47) mit drei Reitern unterteilt. Zuerst erscheint die Seite der Stammdaten. Hier kann der Benutzername und das Passwort für den Web-Service und den Webserver geändert werden.

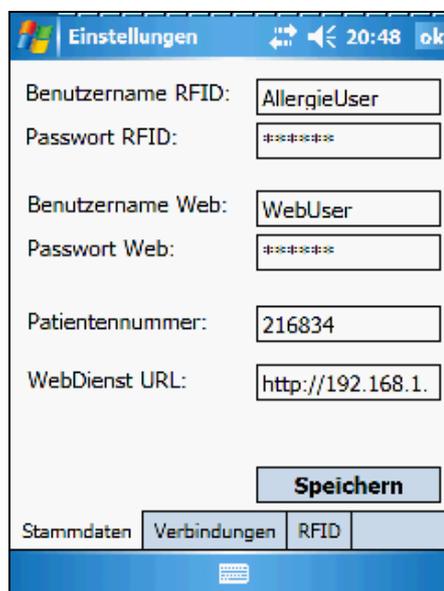


Abbildung 47: Screenshot - Einstellungen, Stammdaten

Außerdem werden auf dieser Seite die Patientennummer und die URL des Web-Service eingetragen, mit dem die allergenen InhaltsstoffID's des Patienten und die zugehörigen Wertigkeiten beim Start der Anwendung geladen werden. Über den Button „Speichern“

werden die Stammdaten in der Datei „*config.xml*“ gespeichert. Dabei werden die Passwörter über den Rijndael-Algorithmus verschlüsselt abgelegt. [Bund]

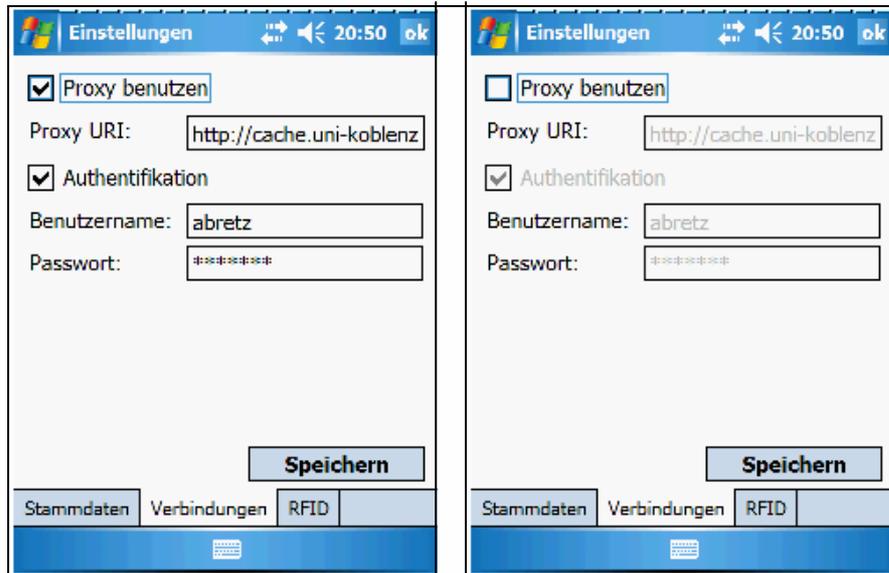


Abbildung 48: Screenshots - Einstellungen, Proxy

Klickt man auf den Reiter „Verbindungen“, gelangt man zum Fenster für die Proxy-Einstellungen (siehe Abbildung 48). Ist das Häkchen vor „Proxy benutzen“ gesetzt, wird bei der Verbindung zum Webserver der eingetragene Proxy mit dem zugehörigen Benutzernamen und Passwort (falls benötigt) verwendet. Auch hier wird das Passwort über den Rijndael-Algorithmus verschlüsselt, wenn der Button „Speichern“ betätigt wird um die Verbindungs-Daten in der Datei „*config.xml*“ zu speichern.

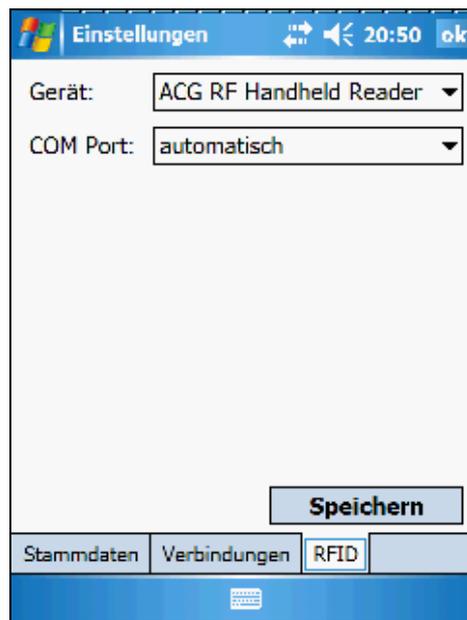


Abbildung 49: Screenshot - Einstellungen, RFID

Über den Reiter „RFID“ gelangt man zu den Einstellungen für den RFID-Reader (siehe Abbildung 49). Zuerst wird der Gerätetyp eingegeben. Im Fall des Prototypen ist dies „ACG RF Handheld Reader“. Danach wird der COM-Port für den RFID-Reader eingetragen. Ist die Einstellung „automatisch“ gewählt, so erkennt der PDA automatisch, welchen Port der RFID-Reader benutzt. Es besteht auch die Möglichkeit den Port des Readers manuell einzutragen. Auch die Einstellungen des RFID-Readers werden über den Button „Speichern“ in die Datei „config.xml“ geschrieben. Über den Button „OK“ (oben rechts) gelangt man wieder zurück zur Startseite.



Abbildung 50: Screenshots - Ausgabemöglichkeiten

Bringt man einen RFID-Tag in die Nähe des Readers, wird die Anwendung gestartet. Auf dem Display erscheinen die drei verschiedenen Ausgabemöglichkeiten (siehe Abbildung 50), die in Kapitel 6.3 beschrieben wurden. Alle Ausgaben verfügen am unteren Bildrand über den Button „Beenden“. Über ihn werden alle geöffneten Fenster der Anwendung geschlossen und der RFID-Reader beendet.

### 7.3.4 Anbindung RFID-Reader

Der RFID-Reader hat die Form einer CF-Karte, welche über die CF-Schnittstelle des PDA genutzt werden kann. Diese Schnittstelle wird vom Betriebssystem des PDA (Windows Mobile 5.0) erkannt und auch nutzbar gemacht. Wird die CF-Karte in den PDA eingesteckt, so weist das Betriebssystem ihr automatisch eine Adresse (COM1 bis COM8) zu. Die Kommunikation zwischen RFID-Reader und PDA ist gewährleistet.

Der RFID-Reader von ACG wurde bei der Firma TAGnology erworben, aber ohne API und Dokumentationen zugestellt. Erst auf Nachfrage wurden diese per Email zugesendet. Die API kann in .NET Anwendungen, die in der Sprache C# geschrieben sind, verwendet werden. Die Einbindung des RFID-Readers in die Anwendung konnte vollständig aus der Diplomarbeit von Sven Westenberg [West06] übernommen werden, soll aber im Folgenden trotzdem näher erläutert werden.

Die API stellt für C# die Datei „*CFReader.dll*“ und den Wrapper „*CFReaderDLLWrapper.dll*“ zur Verfügung. Um die Wrapper-Objekte nutzen zu können, muss der Wrapper erst im Visual Studio eingebunden werden. Dazu wird der Anwendung eine neue Referenz hinzugefügt. Über das Schlüsselwort „using“ wird dann noch der Namespace „*CFReaderDLLWrapper*“ deklariert.

Mit „*ACG\_CFReader()*“ als Konstruktor wird ein neues Objekt für den RFID-Reader erstellt. Um dann die Verbindung zwischen Anwendung und Reader herzustellen wird der Port des Readers benötigt. Dieser kann entweder in der Anwendung eingestellt werden oder (falls dies nicht der Fall ist) automatisch über die Methode „*RDR\_DetectSerialPort()*“ erkannt werden. Danach wird die Kommunikation über „*RDR\_OpenComm()*“ zum Gerät aufgebaut. Anschließend wird der RFID-Reader des Gerätes mit „*RDR\_OpenReader()*“ initialisiert. Nach dem Initialisieren wird die Methode „*RDR\_AbortContinuousRead()*“ aufgerufen, um das kontinuierliche Scannen nach RFID-Tags zu stoppen. Dies geschieht deshalb, weil beim Einsetzen der CF-Karte in den PDA automatisch auf „Continuous Read“ geschaltet wird. Sollte in diesem Modus ein Befehl an den Reader geschickt werden, wird das nicht erwünschte Fehlercode-Zeichen „S“ zurückgegeben. Ist das „Continuous Read“ abgeschaltet, befindet sich der Reader im Modus der manuellen Erfassung und kann nun Befehle über die Methode „*RDR\_SendCommandGetData()*“ entgegennehmen. Diese Befehle sind unabhängig von der Programmiersprache aus dem Wort „use“ und dem Protokoll-Bezeichner (z.B. iso14443a oder all) aufgebaut. Der RFID-Reader ist nun für mögliche Lesevorgänge bereit.

Zu Beginn des Lesevorgangs sollte über die Methode „*RDR\_EmptyCommRcvBuffer()*“ der Befehl gegeben werden den Empfangspuffer der Karte zu leeren. So können die neu eingelesenen RFID-Daten an die Anwendung weitergegeben werden. Danach wird über die Methode „*RDR\_SendCommandGetData()*“ mit dem Befehl „*contiuous read*“ wieder der Modus „Continuous Read“ aufgerufen. Kommt nun ein Tag in die Lesereichweite des Readers, wird die Tag-ID an die Anwendung zurückgegeben. Sollte ein Fehler auftreten, werden verschiedene Fehlercodes an die Anwendung zurückgegeben. [ACG05]

### 7.3.5 XML

Die Daten der globalen Einstellungen, sowie die von der Datenbank abgefragten allergenen InhaltsstoffID's des Benutzers und die zugehörigen Wertigkeiten werden in XML-Dateien gespeichert. Die globalen Einstellungen befinden sich in der Datei „*config.xml*“ und die allergenen InhaltsstoffID's und Wertigkeiten in „*Allergie.xml*“. Eine Änderung der Datei „*config.xml*“ erfolgt nur, wenn die Daten der globalen Einstellungen verändert werden. Die Datei „*Allergie.xml*“ wird bei jedem Programmstart neu geschrieben. Dies bewirkt, dass die allergenen InhaltsstoffID's und die zugehörigen Wertigkeiten immer auf dem neuesten Stand sind.

Für den späteren realen Einsatz wäre es wünschenswert, dass auch eine Geschäftsnummer über den RFID-Reader eingelesen und in einer XML-Datei gespeichert wird. Diese Datei ändert sich beim Betreten eines neuen Geschäftes.

Es wäre auch möglich, die angesprochenen Daten in Text-Dateien zu speichern. Allerdings müsste in diesem Fall das Speichern und Auslesen mit einem aufwendigen Parsen implementiert werden, damit die Struktur von Paaren aus Parameternamen und Parameterwerten gewährleistet ist. Aufgrund der Struktur von Tags und deren zugeordneten Werten, bietet sich XML viel eher an. Außerdem verfügt das .NET Framework über den Namespace „*System.Xml*“ und vereinfacht damit das Erstellen, Verändern und Auslesen von XML-Dateien.

### 7.3.6 Installation Client-Anwendung auf PDA

Nach der Programmierung der Client-Anwendung, kann sie über „Debuggen starten“ direkt aus der Entwicklungsumgebung des Visual Studio 2005 gestartet werden. Selbstverständlich muss sich der PDA in der Docking-Station befinden und somit an den Entwicklungsrechner angeschlossen sein. Wird der Button „Debuggen starten“ betätigt, wird die kompilierte Anwendung in ein eigenes Verzeichnis des Ordners „Programme“ auf den PDA kopiert und von dort gestartet.

Die Anwendung benötigt zusätzlich noch die API (DLL-Datei) und .NET C#-Wrapper für den RFID-Reader. Der Wrapper befindet sich als Referenz innerhalb der Anwendung und wird dadurch mit in das Verzeichnis der Anwendung kopiert. Die DLL-Datei muss allerdings manuell vom Entwicklungscomputer in das Verzeichnis des PDA, das die .exe-Datei der Anwendung enthält, kopiert werden.

## 7.4 Datenschutz und Datensicherheit

Für den Betrieb des EuLa-Armbandes müssen hochsensible Daten in Datenbanken gespeichert und über Netzwerke verschickt werden. Diese dürfen nicht von Unbefugten ausgespäht oder verändert werden. Datensicherheit und Datenschutz des Systems des EuLa-Armbandes haben eine hohe Bedeutung.

In Kapitel 7.2.2 wurde darauf eingegangen, wie durch SSL-Verschlüsselung und SOAP-Authentifizierung vermieden wird, dass bei der Datenübertragung über ein Netzwerk Daten ausgespäht werden können. Ebenso wurde in Kapitel 7.3.3 beschrieben, wie Passwörter in der „*config.xml*“ Datei – mittels des Rijndael-Algorithmus – verschlüsselt abgespeichert werden. Es soll deshalb hier nicht mehr näher auf diesen Algorithmus, die SSL-Verschlüsselung und auf die SOAP-Header eingegangen werden.

An dieser Stelle soll vielmehr auf die Problematik der Patientendaten und die Deklaration der Inhaltsstoffe der Produkte Bezug genommen werden.

In den Datenbanken befinden sich mit den Allergenen der jeweiligen Patienten und den Inhaltsstoffen der Produkte hochsensible Daten, die nicht von Unbefugten ausgespäht oder verändert werden dürfen. Daher muss unbedingt garantiert werden, dass die Betreiber und Verwalter der Datenbanken einer Schweigepflicht unterliegen. Zusätzlich werden die Datenbanken durch Passwörter geschützt, so dass nur befugte Personen Daten ändern oder neu eintragen können. Für die verwendeten SQL-Datenbanken bedeutet dies, dass die SQL-Authentifizierung verwendet wird. Diese erlaubt nur eingetragenen Benutzern den Zugriff auf die jeweilige Datenbank. Dabei können für jede Datenbank andere Benutzer eingetragen werden.

Es werden auch nie Allergene oder Inhaltsstoffe im Klartext an das EuLa-Armband bzw. das Server-Programm geschickt, sondern den Allergenen bzw. Inhaltsstoffen zugeordnete ID's. Eine Zuordnung der ID's zu den Allergenen bzw. Inhaltsstoffen erfolgt über einen Zugriff auf die jeweilige Datenbank. Ein solcher Zugriff ist nur dann möglich, wenn Autorisierung vorliegt.

Wie schon in Kapitel 3.2 erwähnt, wird es nicht einfach sein, die Lebensmittelhersteller davon zu überzeugen, dass sie im Datenbanksystem die Inhaltsstoffe ihrer Produkte vollständig deklarieren. Unter Berücksichtigung obiger Sicherheitsvorkehrungen müsste es möglich sein, die Hersteller für eine vollständige Deklaration zu gewinnen.

Auch für die Patienten ist es wichtig zu wissen, dass ihre Allergene niemals im Klartext übertragen und gespeichert werden, sondern nur die zugeordneten ID's. Da die Patienten-Datenbank nur von autorisierten Personen eingesehen und bearbeitet werden

kann, ist anzunehmen, dass die Patienten der Sicherheit ihrer persönlichen Daten Vertrauen schenken und das EuLa-Armband nutzen werden.

In Kapitel 3.2 wurde schon erwähnt, dass die Patientendaten am besten vom behandelnden Arzt selbst eingetragen werden, da die Patienten diesem das meiste Vertrauen schenken. Es wäre aber auch denkbar eine ärztliche Verwaltungsstelle zu schaffen, die (vom Arzt beauftragt) alle Patientendaten in der Datenbank aktualisiert. Ist dies der Fall, werden die Patienten von ihrem Arzt davon in Kenntnis gesetzt. Dazu wird dem Patienten eine Vereinbarung vorgelegt, in der er sich einverstanden erklärt, dass seine Daten an die ärztliche Verwaltungsstelle weitergegeben und von dieser in der Datenbank aktualisiert werden.

Zusätzlich zu denjenigen Datenbanken, die „sensible Daten“ enthalten, sind auch die beiden Web-Services in den Datenschutz zu integrieren. Ein vollständiger Patientendatenschutz ist nur gewährleistet, wenn der Allergie-Web-Service ausschließlich von einer ärztlichen Verwaltungsstelle betrieben wird.

Ebenfalls muss der Waren-Web-Service, der auf die Herstellerdaten zugreift, in das Datenschutzkonzept aufgenommen werden. Die den Waren-Web-Service betreibende Firma muss den Zugriff nicht autorisierter Personen auf die Datenbanken ausschließen.

## 8 Benutzertest

Nachdem die Implementierung des Prototyps abgeschlossen ist, soll ein (nicht repräsentativer) Benutzertest Aufschluss darüber geben, ob ein EuLa-Armband überhaupt angenommen wird. Können sich Lebensmittelallergiker entschließen ein solches Armband einzusetzen? Vertrauen sie den angezeigten Ergebnissen?

Im Rahmen des Benutzertestes machten sich 82 Personen im Alter von 7 bis 73 Jahren ein Bild über den Prototypen und überprüften selbstständig Produkte. Anhand der gesammelten Erfahrungen füllten sie einen Fragebogen (siehe Anhang A) aus. Unter ihnen befanden sich 16 Lebensmittelallergiker. Dies ist sehr interessant, denn aus den bisherigen Statistiken (siehe Kapitel 2.2) geht hervor, dass im Durchschnitt nur 5 % der Deutschen an einer Lebensmittelallergie leiden. [G-Netz] Der Benutzertest weist hingegen 19,5 % Allergiker auf. Ob dies nur ein Zufall ist, eventuell eine hohe nicht registrierte Dunkelziffer vorliegt, oder ob die Zahl der Lebensmittelallergiker wirklich stark zugenommen hat, konnte nicht geklärt werden. Um dieser Sache dennoch nachzugehen, wurde mit einem Arzt Rücksprache gehalten, um zumindest die Erfahrungen aus einer Praxis mit einzubeziehen (siehe Kapitel 8.4).

Für die Auswertung des Benutzertests wurde der Fragebogen in drei Bereiche untergliedert, die in den folgenden Unterkapiteln behandelt werden.

### 8.1 Vertrauen in das EuLa-Armband

Zunächst soll die Frage betrachtet werden, ob die befragten Personen dem EuLa-Armband und den angezeigten Warnungen vertrauen, und ob sie das Armband bei einem Einkauf unbekannter Produkte einsetzen würden.

Abbildung 51 zeigt, dass viele der befragten Personen der Anzeige des EuLa-Armbandes vertrauen. Allerdings zeigt sich auch, dass die Altersgruppen „jüngerer als 30“ und „zwischen 30 und 50“ anfänglich ihre Zweifel haben und die Inhaltsstoffe zusätzlich selbst auf der Verpackung überprüfen möchten. Interessant zu beobachten ist, dass im Vergleich der drei Altersgruppen, die Älteren (über 50) dem EuLa-Armband am ehesten direktes Vertrauen schenken. Allerdings sprechen in dieser Altersgruppe auch die meisten Personen (im Vergleich zu den beiden anderen Altersgruppen) ihr Misstrauen in das Armband aus. Insgesamt betrachtet spielt es keine Rolle, ob die Befragten Computer-, Handy- oder PDA-Kenntnisse besitzen, denn unter den Personen, die kein Vertrauen haben, befinden sich Personen mit den unterschiedlichsten Vorkenntnissen. Interessant ist jedoch, dass sich unter den insgesamt 5 Personen, die der Anzeige des EuLa-Armbandes kein Vertrauen schenken würden, 2 Lebensmittelallergiker befinden.

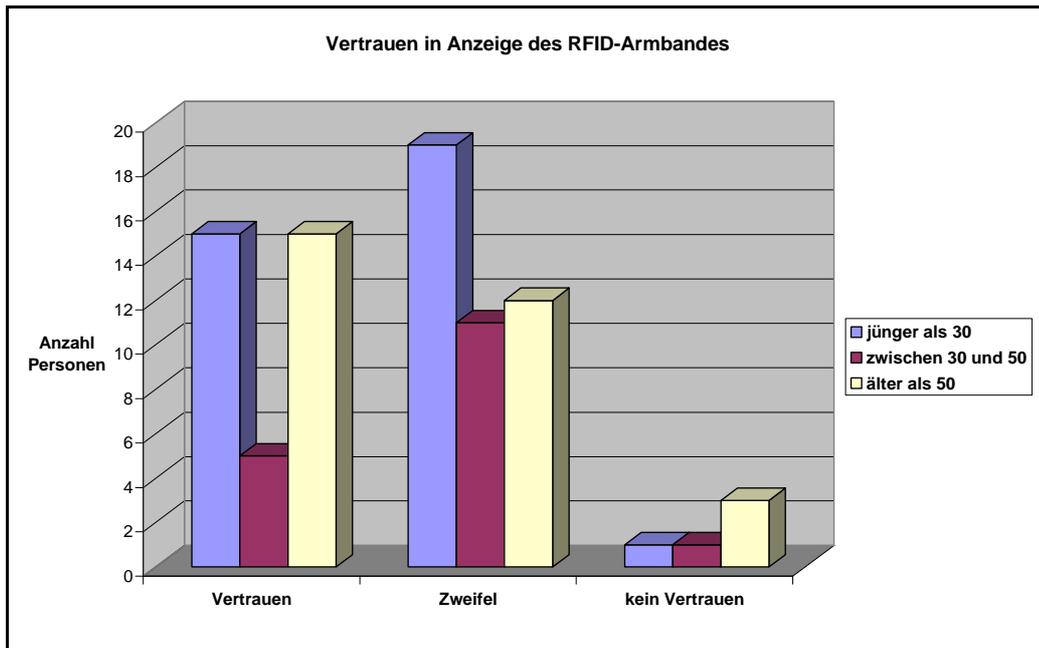


Abbildung 51: Vertrauen in Anzeige des EuLa-Armbandes

Eine weitere Frage zielte darauf ab, ob die Personen selbst das Armband bei einem Lebensmitteleinkauf einsetzen würden. In diesem Fall wollten 4 Lebensmittelallergiker lieber weiterhin die Inhaltsstoffe auf der Verpackung überprüfen. Das sind immerhin 25% der befragten Lebensmittelallergiker. Interessant ist, dass eher die Jüngeren (unter 30) die Inhaltsstoffe überprüfen möchten. Allein unter ihnen befinden sich 3 Lebensmittelallergiker. Bei den Älteren (über 50) würde dagegen eine deutliche Mehrheit das Armband selbst nutzen.

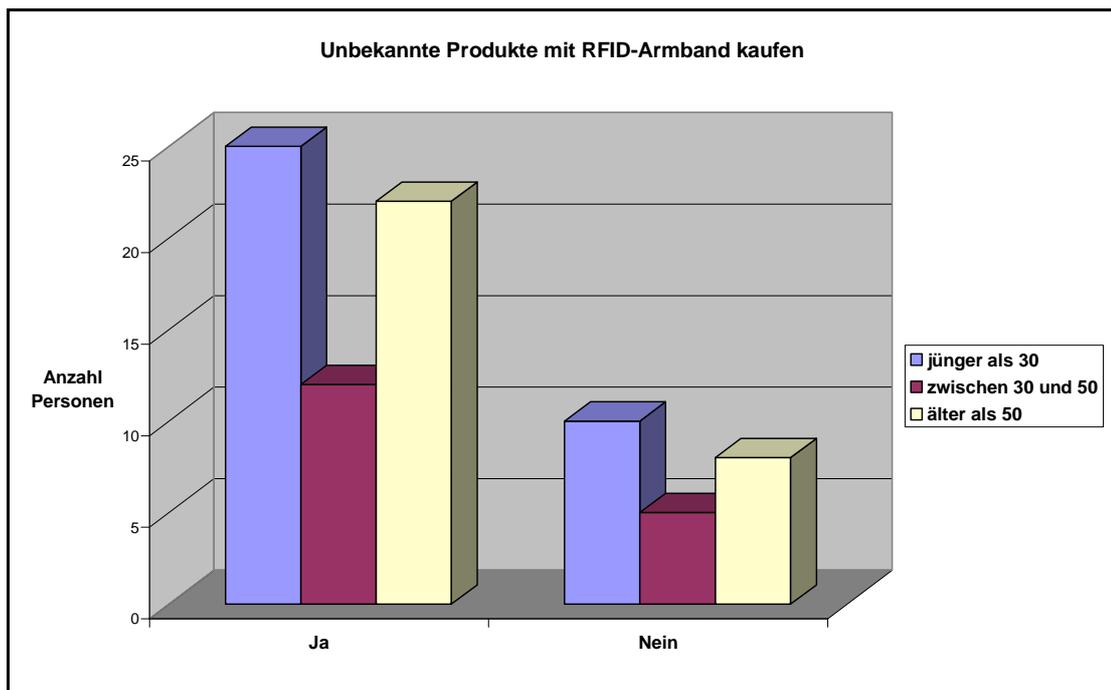


Abbildung 52: Unbekannte Produkte mit EuLa-Armband kaufen

Auf die Frage, ob das Armband den Lebensmittel-Einkauf eines Allergikers erleichtern könne, waren sich die verschiedenen Altersgruppen einig. Bis auf 5 Personen, darunter 2 Lebensmittelallergiker, stimmten die Restlichen mit „Ja“. Diese 5 Personen waren alle der Ansicht, dass keiner den Daten des Armbandes vertrauen wird.

Ein weiterer wichtiger zu überprüfender Punkt ist, ob unbekannte Produkte mithilfe des EuLa-Armbandes gekauft würden. Unter allen Befragten bejahten 71,8% einen Einkauf unbekannter Produkte mittels des Armbandes. Allerdings befanden sich unter ihnen nur 56,25% der Lebensmittelallergiker. 7 Lebensmittelallergiker würden keine unbekannt Produkte kaufen, wobei 5 von ihnen jünger als 35 Jahre sind. Als Grund gaben diese eine mögliche fehlerhafte Anzeige des EuLa-Armbandes an.

Abbildung 52 zeigt in absoluten Zahlen, wie viele Personen unbekannt Produkte kaufen würden.

## **8.2 Erscheinungsbild und Benutzerfreundlichkeit**

In diesem Kapitel soll nun näher auf die Verständlichkeit der Anweisungen und der Symbolik, auf die Lesbarkeit der Schrift, die Abfragegeschwindigkeit und die angezeigten Daten eingegangen werden.

Zunächst gilt die Betrachtung dem Startbildschirm des EuLa-Armbandes. Für insgesamt 76,9% der Befragten war die Anweisung „Bitte bringen Sie ein Produkt in die Nähe des Armbandes“ sofort verständlich. Bis auf eine Person war diese Anweisung nach kurzer Überlegung verständlich. Diejenige Person, die die Startanweisung als unverständlich bewertete, ist ein 7-jähriges Kind, das sich statt der Anweisung ein Bild wünschen würde.

Ähnlich wie bei der Startanweisung, verhält es sich bei der Verständlichkeit der Verkehrszeichen-Symbolik. Hier gaben 76,7% aller Befragten an, dass die Symbolik sofort verständlich sei. Den größten Anteil hatten dabei die Jüngeren (unter 30). Sie bewerteten die Verkehrszeichen-Symbolik sogar zu 82,9% als sofort verständlich. Als völlig unverständlich erschien die Ausgabe des EuLa-Armbandes keinem der Befragten. Abbildung 53 verdeutlicht die Frage nach der Verständlichkeit der Verkehrszeichen-Symbolik.

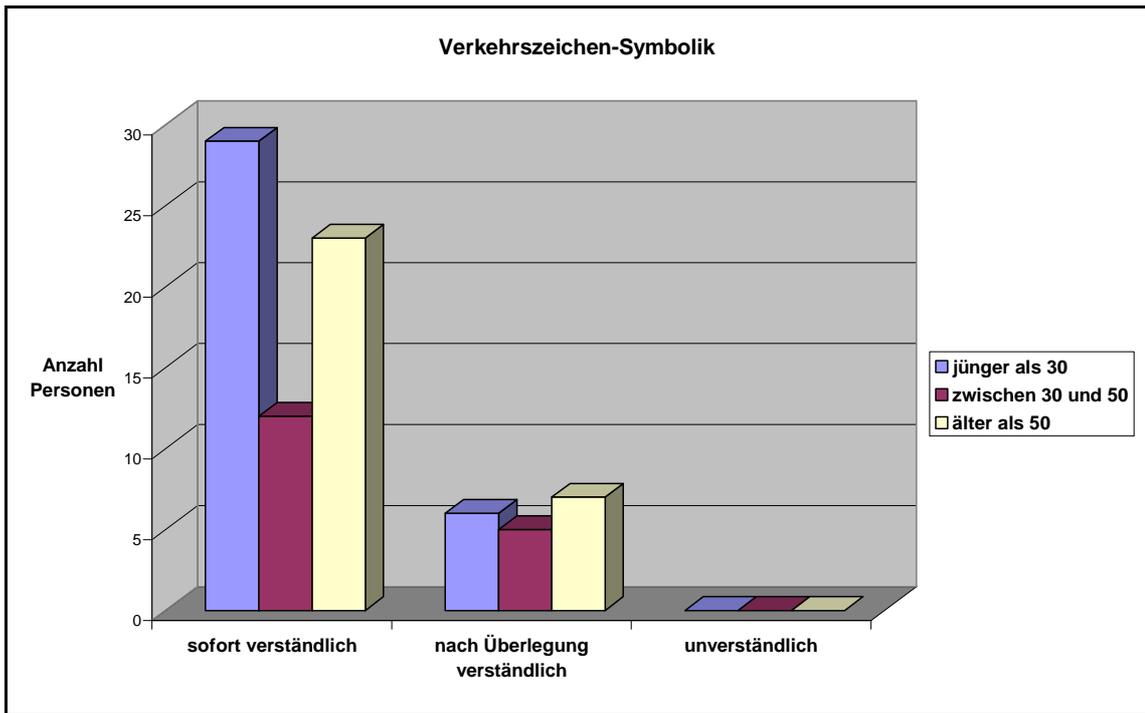


Abbildung 53: Verständlichkeit der Verkehrszeichen-Symbolik

Die Lesbarkeit der Schrift bezüglich ihrer Größe beurteilten nahezu 100% der Befragten als „lesbar“ oder „müheles lesbar“. Sehr interessant ist in diesem Zusammenhang, dass nicht im Altersbereich „älter als 50“ Probleme bei der Lesbarkeit auftraten, sondern dass Personen aus der Gruppe „jünger als 30“ die Schrift als „mit Mühe lesbar“ einstufen (siehe Abbildung 54).

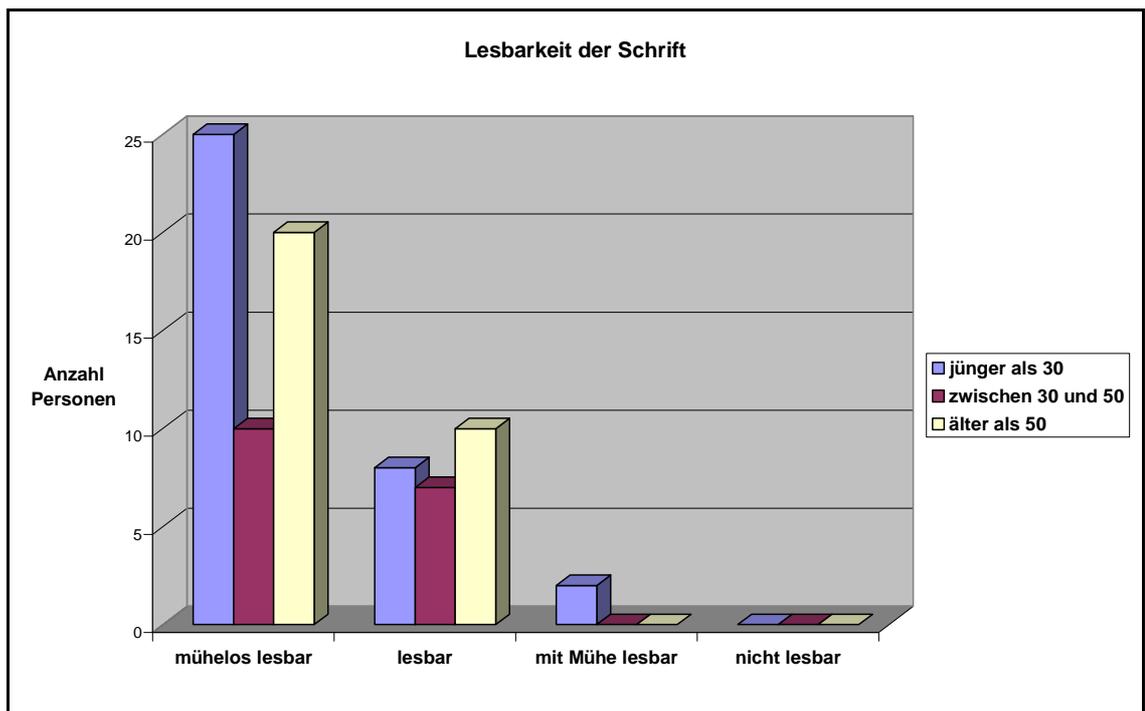


Abbildung 54: Lesbarkeit der Schrift

Einige Personen, die für sich selbst die Schrift als „lesbar“ oder „müheles lesbar“ einstufen, merkten an, dass vor allem ältere und Menschen mit einer Sehschwäche Lese Probleme bekommen könnten. Eine Person formulierte als Feedback, Einstellungen zur Veränderung der Schriftgröße in das EuLa-Armband zu integrieren.

Wie schon in Kapitel 8.3.2 erwähnt, blinkt bei der Warnung für hochgradig allergische Inhaltsstoffe eine LED. Später soll ein Vibrationsalarm das Blinken ersetzen. Im Fragebogen sollte dieser Vibrationsalarm bezüglich seiner Wichtigkeit beurteilt werden. Interessanterweise stuften 71,4% der Jüngeren (unter 30) und 63,3% der Älteren (über 50) den Vibrationsalarm als „wichtig“ oder „sehr wichtig“ ein. Die mittlere Gruppe (zwischen 30 und 50) empfanden den Vibrationsalarm jedoch zu 58,8% als „nicht unbedingt nötig“.

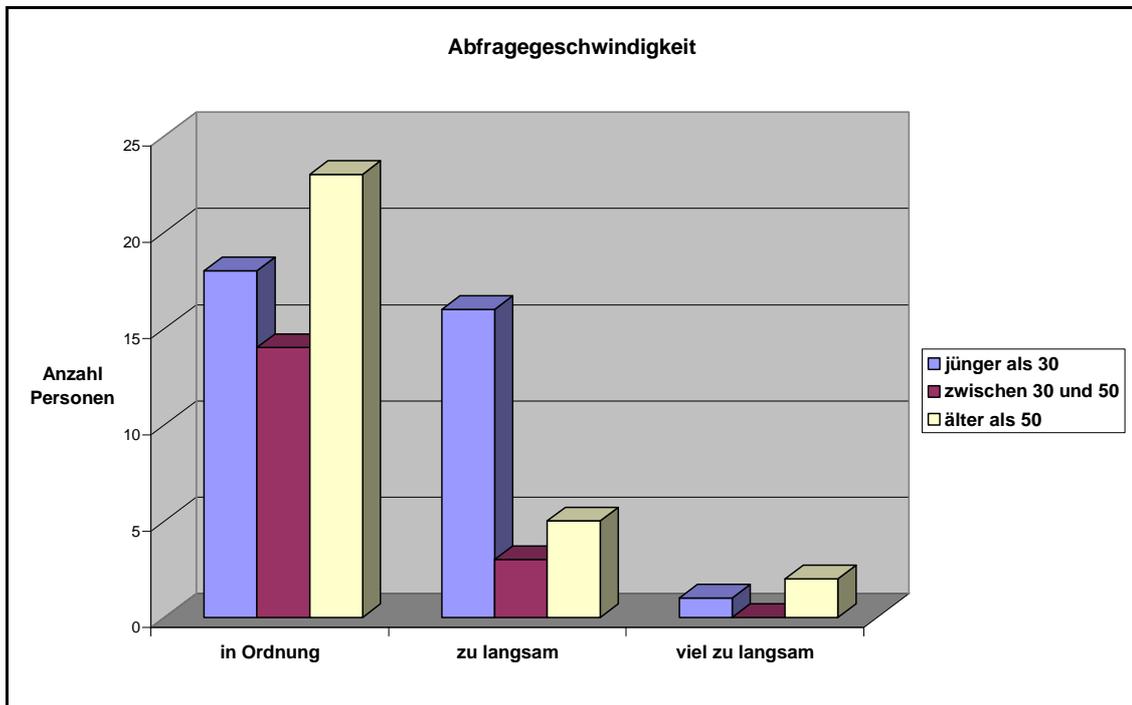


Abbildung 55: Abfragegeschwindigkeit des Prototyp

Ein sehr interessantes Ergebnis liefert die Auswertung der Frage bzgl. der Abfragegeschwindigkeit. Damit ist die Zeitspanne zwischen dem Einlesen der Produktnummer und der Ausgabe auf dem Display des Armbandes gemeint. Beim Prototyp liegen etwa 5 Sekunden zwischen Einlesen und Ausgabe. Diese Zeit stuften 82,4% der mittleren (zwischen 30 und 50) und 76,7% der älteren Gruppe als „in Ordnung“ ein. Bei den Jüngeren waren jedoch nur 51,4% der gleichen Meinung. Dies könnte möglicherweise daran liegen, dass vor allem die jüngere Generation daran gewöhnt ist, abgefragte Informationen (z.B. im Internet mit DSL-Verbindung) innerhalb kürzester Zeit zu erhalten. Tatsächlich zeigt sich, dass fast 100% der Jüngeren angaben zumindest „durchschnittliche“ Computerkenntnisse zu besitzen. Etwas mehr als 50% gaben diese sogar als „gut“ bis „sehr gut“ an. Die ältere Generation gab sich mit der Abfragegeschwindigkeit zufrieden. Mögliche Erklärungsversuche sind eher reine

Spekulation. Besitzt diese Generation wenig Erfahrung mit schnellen Computerverbindungen, hat sie sich an die langsamen Übertragungszeiten der Modems vergangener Tage gewöhnt oder ist grundsätzlich der Zeitfaktor im Alter von geringer Bedeutung? All dies kann man nicht eindeutig folgern.

Um eine bessere Aussage über die Zufriedenheit der Benutzer bezüglich der Abfragegeschwindigkeit zu erhalten, wäre ein Benutzertest während eines Einkaufs von Nöten. Nur dabei kann der Benutzer einschätzen, ob die Abfragegeschwindigkeit für ihn akzeptabel ist. Nur bei einem Test vor Ort kann die Einkaufszeit mit einem EuLa-Armband in Relation zur „normalen“ Einkaufszeit gesetzt werden.

Abbildung 55 verdeutlicht noch einmal die unterschiedliche Bewertung der Abfragegeschwindigkeit bezüglich der Altersgruppen.

Die Frage, ob die gezeigten Informationen (Name, Bild, Preis und evtl. eine Alternative) bei der Ausgabe ausreichend sind, bejahten durchschnittlich 73,4% der Befragten. Diese Frage lieferte allerdings auch interessante Erkenntnisse darüber, was sich die restlichen 26,6% zusätzlich als Ausgabe wünschen. Einigen wäre es wichtig, dass zusätzlich noch die Inhaltsstoffe, oder zumindest die Inhaltsstoffe, gegen die man allergisch reagiert, zur Anzeige kommen. Andere fänden es gut, wenn zusätzlich noch der Fett- oder Kaloriengehalt des Produktes angezeigt würde. Wiederum andere wünschen sich eine Anzeige, ob das gewählte Produkt zurzeit ein Sonderangebot ist und bis wann es verzehrt sein sollte.

## 8.3 Einsatz und Bezahlung

Dieses Kapitel beschreibt, in welchem Zeitrahmen sich die Befragten einen realen Einsatz des EuLa-Armbandes wünschen und ob sie die Kosten dafür selbst tragen würden, falls die Krankenkassen diese nicht übernehmen. Der zuvor angesprochene Zeitrahmen wird vor allem davon abhängen, welchen Eindruck der Benutzer vom Prototyp während des Tests bekommen hat.

Für einen Einsatz „so schnell wie möglich“ sprachen sich 47,6% aller Befragten und 50% der Lebensmittelallergiker aus. 45,1% der Befragten wäre es lieber, wenn der Einsatz erst „in ein paar Jahren“ erfolgt, so dass das System noch weiterentwickelt werden kann. Dem stimmen auch 43,75% der Lebensmittelallergiker zu. Erstaunlich ist, dass sich ein Lebensmittelallergiker komplett gegen das EuLa-Armband aussprach. Er ist der Meinung, dass das Armband von niemandem genutzt würde.

Sollten die Kosten für das EuLa-Armband nicht von den Krankenkassen übernommen werden, würden sich eher die mittlere und ältere Personengruppe (älter als 30) das Armband selbst kaufen. Dennoch halten sich bei diesen Gruppen die Entscheidungen „selbst kaufen“ und „nicht kaufen“ in etwa die Waage. Von der jüngeren Generation würden sich nur 20% das EuLa-Armband selbst zulegen. Dies könnte eventuell daran liegen, dass viele der Jüngeren noch zur Schule gehen, studieren oder nicht die Mittel besitzen eine wahrscheinlich teure Investition auf sich zu nehmen. Interessant ist auch,

dass unter den Personen, die die Kosten für das Armband selbst tragen würden, nur 25% der Lebensmittelallergiker sind. Diese sind alle älter als 30 Jahre.

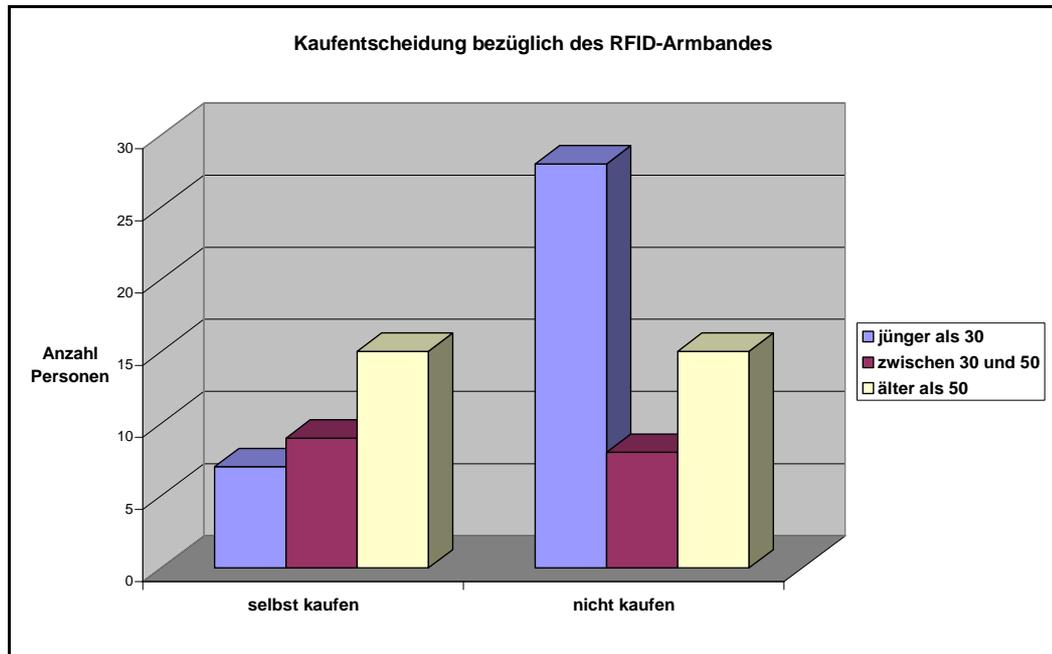


Abbildung 56: Kaufentscheidung bezüglich des EuLa-Armbandes

## 8.4 Abschließende Beurteilung

Der Benutzertest hat gezeigt, dass die Befragten überwiegend mit dem äußeren Erscheinungsbild, den angezeigten Informationen und der Bedienung des EuLa-Armbandes zufrieden sind. Allerdings ist sehr auffällig, dass nur 56,25% der Lebensmittelallergiker das Armband einsetzen würden um unbekannte Produkte zu kaufen, mit denen sie vorher noch keine Erfahrungen gesammelt haben. Zudem würden 25% der Allergiker weiterhin alle Produkte selbst auf ihre Inhaltsstoffe überprüfen und das Armband überhaupt nicht nutzen.

Aufgrund der prozentualen Zahlen könnte man sich die Frage stellen, ob eine Einführung des EuLa-Armbandes überhaupt sinnvoll ist, da es „offensichtlich“ wenige Lebensmittelallergiker gibt. Freilich sind bei nur 5% Allergiker 4 Millionen Menschen allein in Deutschland betroffen, Tendenz steigend. Auch wenn sich 25% gegen das Armband aussprechen, bleiben immer noch 3 Millionen Allergiker übrig, die pro Armband votiert haben. Im Rahmen des Benutzertestes waren es sogar 19,5% Lebensmittelallergiker. Dies entspricht etwa 16 Millionen Menschen, einem Fünftel der Einwohner Deutschlands und der doppelten Bevölkerungszahl Österreichs oder der Schweiz (beide 8 Millionen).

Da die Diskrepanz (Anzahl der Lebensmittelallergiker) zwischen den in Statistiken gefundenen Angaben und der im Benutzertest ermittelten Anzahl sehr groß war, wurde

zusätzlich ein Arzt befragt. Herr Dr. Ludwig Galun konnte aus den Erfahrungen in seiner Praxis (Mülheim-Kärlich) berichten, dass der im Benutzertest ermittelte Wert eher zutrifft, als der offizielle statistische Wert. Er gab sogar an, dass wahrscheinlich noch wesentlich mehr als 20% der Menschen an einer Lebensmittelallergie leiden, jedoch in keiner Statistik erscheinen, da noch keine Diagnose vorliegt. Herr Dr. Galun konnte auch bestätigen, dass in den letzten Jahren die Zahl der Lebensmittelallergiker deutlich ansteigt. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren weiter fortsetzen.

Neben den obigen Argumenten spielt auch die Stärke einer Allergie eine wichtige Rolle. Wahrscheinlich wirkt sich der Grad einer Beeinträchtigung durch eine Lebensmittelallergie darauf aus, ob ein Patient das EuLa-Armband nutzen wird. Es ist anzunehmen, dass Personen, bei denen sich die Allergie nur in einem Jucken der Haut äußert, das Armband eher nicht nutzen werden. Patienten, die unter einer starken Beeinträchtigung durch eine Lebensmittelallergie leiden, werden das EuLa-Armband als willkommenes Hilfsmittel einsetzen.

Es gilt allerdings zu bedenken, dass der Benutzertest Zufallsfehler enthalten kann, da er nur mit 82 Personen durchgeführt werden konnte. Um diese Zufallsfehler zu minimieren, wäre eine repräsentative Befragung (mindestens 1000 Personen) notwendig. Dennoch gibt der Test deutlich die Richtung vor, das EuLa-Armband einzuführen.

Zusätzlich darf man nicht verkennen, dass viele Menschen – aus welchen Gründen auch immer – eine reservierte Haltung gegenüber Neuerungen einnehmen und diese erst akzeptieren, wenn darüber positiv bzw. in Werbesendungen berichtet wird. Der Bekanntheitsgrad eines Produktes spielt bei der Beurteilung offenbar eine wichtige Rolle. Unter diesem Aspekt ist der hohe Anteil der Befürworter als sehr positiv zu werten und es kann erwartet werden, dass die Zahl der Skeptiker nach Einführung des Armbandes abnimmt. All dies spricht für eine baldige Einführung des EuLa-Armbandes.

Für eine Einführung des EuLa-Armbandes spricht noch, dass es nicht auf Lebensmittelallergiker beschränkt sein muss. Mit nur geringen Änderungen innerhalb der Datenbankabfragen, könnten dem Benutzer Informationen über den Fettgehalt, den Nährwert des Produktes oder enthaltene Broteinheiten (BE) angezeigt werden. Das System des EuLa-Armbandes könnte also in gering abgeänderter Form von Diabetikern genutzt oder zur Diät-Unterstützung eingesetzt werden.

Eine Ausweitung auf Körperpflegeprodukte, Kosmetik, Kleider, Renovierungsartikel (Farben, Lacke, usw.), Reinigungsmittel usw. ist jederzeit möglich. Bei den Körperpflegeprodukten und in der Kosmetik werden rund 6000 verschiedene Substanzen und 2500 Duftstoffe zusammengemixt. Besonders die Duftstoffe sind Auslöser für Allergien. In Deutschland reagieren etwa 1 Million Menschen auf einen oder mehrere Duftstoffe. [Bund07a] 9000 Tonnen Farbe und 75000 Tonnen chemische Hilfsmittel setzt die Textilindustrie pro Jahr nur in Deutschland ein. Farbstoffe sind dabei die Hauptauslöser von Kontaktallergien. Allein die eingesetzten Mengen und die vielen unterschiedlichen Inhaltsstoffe dokumentieren, dass es unbedingt nötig ist, das EuLa-Armband zur Vermeidung allergieauslösender Stoffe einzusetzen. [Bund07b]

Ganz besonders wichtig wäre eine Ausweitung auf Kinderspielzeug (Fingerfarben, Luftballons, Kinderschminke, Plastikspielzeug, Knete, usw.). Bedenkt man, dass Kinder wesentlich sensibler auf allergieauslösende Stoffe reagieren als Erwachsene – zwischen 20% und 30% sind bereits betroffen –, so entsteht ein immer größer Bedarf das EuLa-Armband einzuführen. [Bund07c] Das System des EuLa-Armbandes bietet dem Benutzer mit all seinen zusätzlichen Varianten einen Mehrwert, der den Käuferkreis deutlich erweitert.

Bei einer Einführung des EuLa-Armbandes sind verschiedene Szenarien denkbar. Im Fragebogen zum Benutzertest wird nur nach der privaten Kaufentscheidung gefragt, falls eine Krankenkasse das EuLa-Armband nicht bezahlt. Neben diesen Möglichkeiten ist es auch denkbar, dass Firmen das EuLa-Armband in Verbindung mit den Produkt-Herstellern vertreiben. So könnte z.B. eine Firma, die hochwertige Produkte herstellt, das EuLa-Armband als „Qualitätssiegel“ für ihre Produkte einsetzen und damit werben. Mit der Herstellerfirma des EuLa-Armbandes werden Verträge geschlossen, die eine Kostenbeteiligung bei der Produktion vorsehen. Der Kaufpreis des EuLa-Armbandes für den Benutzer wird reduziert.

Es wäre auch denkbar, dass Firmen das EuLa-Armband (wie bei Handyverträgen) als subventioniertes Produkt mit einem obligatorischen geringen Geldwert (z.B. 1 €) anbieten und den Dienst kostenpflichtig abrechnen. Alle Firmen, die UMTS- und GPRS-Dienste betreiben, ziehen einen Nutzen aus diesem kostenpflichtigen System. Infolgedessen besteht seitens dieser Firmen Interesse sich finanziell an der Herstellung des EuLa-Armbandes zu beteiligen und eine Einführung zu unterstützen.

Finanzielle Unterstützung ist auch von den Firmen zu erwarten, die hochwertige Produkte herstellen (wie oben erwähnt) und in dem EuLa-Armband die Möglichkeit sehen, ihr Produkt gegenüber minderwertigen Produkten abzugrenzen. Auch eine staatliche Förderung ist im Rahmen einer Prophylaxe im Gesundheitswesen bzgl. einer gesunden Ernährung nicht auszuschließen. Die Folgekosten für Behandlungen, die durch „falsche“ Ernährung entstehen, können reduziert werden.

Zusätzlich entsteht ein Wachstumsmarkt für Firmenneugründungen.

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat im Frühjahr 2007 fünf Hauptziele zur Senkung des Allergierisikos formuliert: [Bund07d]

- „mehr Sicherheit und Lebensqualität für Allergikerinnen und Allergiker im Alltag,
- die Entstehung von Allergien zu mindern,
- frühzeitiges Erkennen neu aufkommender Allergien,
- bessere Information der Verbraucherinnen und Verbraucher sowie
- die Entlastung der Volkswirtschaft von vermeidbaren Kosten.“ [Bund07d]

Das EuLa-Armband setzt genau das erste und vierte Hauptziel um. Auch beim fünften Hauptziel spielt das EuLa-Armband eine gewichtige Rolle. Durch den konsequenten Einsatz und damit durch gesundheitsgerechte Ernährung, können z.B. langwierige Folgebehandlungen einer Allergie, ja sogar Noteinsätze der Hilfsorganisation und

Krankenhausaufenthalte reduziert werden. Dies gilt auch für alle oben beschriebenen Einsatzvarianten des EuLa-Armbandes.

Das BMELV fordert nicht nur Innovationen, sondern fördert sie auch finanziell. Es unterstützt Maßnahmen der Wirtschaft, die dazu beitragen, das Vorkommen von allergieauslösenden Stoffen in Bedarfsgegenständen mit intensivem Hautkontakt, wie Bekleidung, Bettwäsche, Schmuck, und Spielzeug zu vermeiden oder ganz zu verhindern. [Bund07e]

Nachdem das BMELV massiv Innovationen im Bereich der Vermeidung von Allergien fordert und fördert, ist zu erwarten, dass die Wirtschaft sich in diesem Bereich engagiert.

Zusammenfassend wäre zu sagen, dass sehr viele verschiedene Firmen und sogar der Staat einen Nutzen aus der Einführung des EuLa-Armbandes ziehen. Folglich werden sie die Einführung auch finanziell unterstützen.

## 9 Fazit

Diese Arbeit befasste sich mit der Entwicklung eines Systems, das Lebensmittelallergikern den täglichen Einkauf erleichtern soll. Ausgehend von den Problemen, die sich einem Lebensmittelallergiker beim Einkaufen darbieten, wurde die RFID-Technologie erläutert. Mit dieser war es möglich, den auf der RFID-Technologie basierenden Prototyp zu planen und zu entwickeln.

Die RFID-Technologie bietet sich für die Entwicklung des EuLa-Armbandes an, weil sie berührungslos funktioniert und kein Sichtkontakt zwischen Reader und Tag vorhanden sein muss. Die Abfrage startet sofort, wenn der Lebensmittelallergiker das EuLa-Armband in die Nähe eines Produktes bringt, es also in die Hand nimmt.

Nach einer kurzen Einführung in das Themengebiet Mobile Health, der Lebensmittelallergie und den technischen Grundlagen der RFID-Technologie, konnte der Prototyp entwickelt und umgesetzt werden. Dazu mussten zunächst Client- und Server-Anwendungen entwickelt und die vorhandene Hardware eingebunden werden. Abschließend konnte mit einem Benutzertestes ermittelt werden, dass das äußere Erscheinungsbild überwiegend Anerkennung fand und das EuLa-Armband als benutzerfreundlich eingestuft wurde. Etwa die Hälfte der befragten Lebensmittelallergiker würde das Armband bei unbekanntem Produkten einsetzen. Drei Viertel der befragten Lebensmittelallergiker würden das Armband bei einem Einkauf nutzen. Dies wäre nach den vorherrschenden Statistiken immerhin 3 Millionen Menschen und nach den Erkenntnissen des Benutzertestes sogar die vierfache Zahl, also 12 Millionen. Dies belegt, dass das EuLa-Armband in Zukunft zum Einsatz kommen kann.

### 9.1 Erreichte Ziele

Im Folgenden werden die erfüllten Anforderungen und die in Kapitel 1.2 gestellten Forschungsfragen beantwortet.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Prototyp entwickelt, der – nach dem Einlesen einer Produktnummer über einen RFID-Reader – drei verschiedene Warnhinweise je nach Produkt ausgibt. Für diesen Prototyp war die Einrichtung eines Datenbanksystems notwendig. Das Datenbanksystem des EuLa-Armbandes gliedert sich in Patienten-, Waren-, und Geschäfte-Datenbank und das Warenwirtschafts-Datenbanksystem. Letzteres setzt sich aus so vielen Datenbanken zusammen, wie Supermarktketten vorkommen. Realistisch betrachtet sind also noch wesentlich mehr Datenbanken zu betreiben.

Die Datenbanken und das Datenbanksystem werden von Firmen betrieben, die sowohl das Fachpersonal, als auch die Hard- und Software zur Verfügung stellen.

Die Waren-Datenbank und das Warenwirtschafts-Datenbanksystem müssen von den einzelnen Ländern Europas separat betrieben werden, da sich die Produkte und deren Preise in den einzelnen Ländern Europas unterscheiden. Bei Sonderangeboten ergeben

sich sogar regionale Unterschiede innerhalb eines Landes. Es ist daher zweckmäßig, die Datenbanken des Warenwirtschafts-Datenbanksystems regional in den einzelnen Ländern zu betreiben. Die Patienten- und Geschäfte-Datenbank können als zentrale Datenbanken für ganz Europa eingerichtet werden.

Beim Eintragen von sensiblen Daten in die angesprochenen Datenbanken müssen Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden. Als sensible Daten gelten die Allergene der Patienten und die Inhaltsstoffe der Produkte. Diese müssen vor unbefugten Dritten geschützt werden. Die Datenbanken sind mit Passwörtern geschützt, so dass ein Zugriff nur mit Benutzerkennung und zugehörigem Passwort erfolgen kann.

Speziell bei der Waren-Datenbank werden mit den Firmen Verträge abgeschlossen, in denen geregelt ist, dass nur autorisierte Personen Daten aktualisieren und einsehen dürfen.

Damit die Patienten Vertrauen in die Sicherheit ihrer Daten aufbauen, werden die Allergene nur von einem Arzt oder einer ärztlichen Verwaltungsstelle in die Patienten-Datenbank eingetragen.

Die Datenbankabfragen erfolgen über die Dienste zweier Web-Services. Dabei greift der Client einmal über den Allergie-Web-Service auf die Patienten-Datenbank zu, um die aktuellen allergenen InhaltsstoffID's des Patienten auszulesen und zu speichern. Dies geschieht bei jedem Start des Programms.

Alle weiteren Datenbankabfragen werden von einem Server-Programm initialisiert, sobald der Client über eine TCP/IP-Verbindung die benötigten Daten geschickt hat. Das Server-Programm greift auf den Waren-Web-Service zu. Es führt mit den abgefragten Daten die notwendigen Berechnungen durch und schickt die daraus gewonnenen Daten zurück an den Client.

Mit den vom Server-Programm empfangenen Daten, können vom Client drei mögliche Warnhinweise ausgegeben werden. Sie enthalten den Namen, den Preis und ein Bild des Produktes. Liegt beim Benutzer eine hochgradige Allergie gegen ein Produkt vor, wird noch ein Alternativprodukt (sofern es vorhanden ist) ausgegeben. Sobald ein Produkt in Maßen genossen werden kann, ist es dem Benutzer überlassen, sich eine Alternative anzeigen zu lassen oder nicht.

Die primäre Logik des Systems liegt auf einem Server und nicht auf dem EuLa-Armband. Dadurch wird vermieden, dass viele Verbindungen über GPRS vom Client zu den Datenbanken aufgebaut werden müssen. Bei obiger Version müssen nur die für die Warnhinweise benötigten Daten über die GPRS Verbindung übertragen werden. Zusätzliche, für die Berechnungen benötigte Daten, können vom Server über schnellere Verbindungen von den Datenbanken abgefragt werden.

Bei den Datenbankabfragen muss beachtet werden, dass die Web-Services normal ihre Anfragen über einfache HTTP-Verbindungen an die Datenbank stellen. Erst bei einer SSL-Verschlüsselung werden die Anfragen über sichere HTTPS-Verbindungen gestellt. Daher muss dem IIS ein SSL-Zertifikat hinzugefügt werden. Zusätzlich zur Verschlüsselung arbeiten die Web-Services mit SOAP-Headern. Der Dienst des Web-Services muss sich mit Benutzername und Kennwort beim Webserver anmelden, um eine Datenbankabfrage vorzunehmen. Außerdem ist in den SQL-Servern die SQL-

Authetifizierung aktiviert. So können im SQL-Server nur eingetragene Benutzer auf die jeweilige Datenbank zugreifen.

Nach der Fertigstellung des Prototyps wurde überprüft, ob bei Allergikern ein Bedarf besteht, das EuLa-Armband als Einkaufsunterstützung zu nutzen und ob sie mithilfe des Armbandes unbekannte Produkte kaufen würden.

Der Benutzertest hat gezeigt, dass 56,25% der befragten Lebensmittelallergiker Produkte kaufen würden, die ihnen völlig unbekannt sind. Für den Einsatz des EuLa-Armbandes sprachen sich 75% der befragten Lebensmittelallergiker aus. Wenn man davon ausgeht, dass viele Menschen auf jegliche Neuerungen immer erst skeptisch reagieren, ist anzunehmen, dass nach positiven Erfahrungen und entsprechender Werbung, auch bei den noch zweifelnden Allergiker eine Meinungsänderung stattfindet. Wegen möglicher Zufallsfehler kann der Benutzertest allerdings keine repräsentative Aussage liefern, da nur wenige Lebensmittelallergiker befragt werden konnten.

## **9.2 Offene Punkte & Ausblick in die Zukunft**

Dieser Abschnitt befasst sich mit den Punkten, die in der Implementierung des EuLa-Armbandes nicht berücksichtigt wurden oder während der Entwicklung entstanden sind. Das EuLa-Armband zeigt neben dem Namen und dem Bild eines Produktes auch den Preis an. Dies ist aber nur dann möglich, wenn das Gerät ermitteln kann, in welchem Geschäft es sich gerade befindet. Das Armband muss daher am Eingang eines Geschäftes, eine Geschäftsnummer über den RFID-Reader einlesen. Dies wurde für den Prototyp nur ansatzweise implementiert. Da nur 5 RFID-Tags mit unterschiedlicher Produktnummer im Metro Future Store in Rheinberg besorgt werden konnten, sollten diese ausschließlich für unterschiedliche Produkte verwendet werden. Das Einlesen der Nummer eines Geschäftes wurde mit einer im Prototyp eingespeicherten Nummer simuliert.

In der Patienten-Datenbank sind den Allergenen der Patienten Wertigkeiten zugeordnet, aus denen man erkennen kann, wie stark er auf das jeweilige Allergen reagiert. Der Prototyp gibt anhand dieser Wertigkeit unterschiedliche Anzeigen (nicht allergisch, allergisch, stark allergisch) aus. Es wäre anzustreben, dass in Zukunft Abstufungen in Bezug auf die im Produkt enthaltene Menge des Allergens möglich sind. Diese Forderung ergibt sich aus der Tatsache, dass der Ausbruch einer Allergie abhängig von der im Produkt enthaltene Menge des Allergens ist. Die Warn-Anzeigen des EuLa-Armbandes können darauf abgestimmt werden.

Das Einstellen der Schriftgröße wäre eine weitere zusätzliche Funktion. Der Benutzertest hat gezeigt, dass nur wenige Personen mit der jetzigen Schriftgröße Schwierigkeiten haben. Eine Einstellmöglichkeit bzgl. der Schriftgröße wäre hilfreich, zumal das Display beim EuLa-Armband kleiner ausfallen wird.

Es ist anzunehmen, dass während der Testphase des EuLa-Armbandes noch fehlerhafte Warnungen auftreten. Diese können durch fehlerhafte Einträge im Datenbanksystem

zustande kommen. Es wäre z.B. möglich, dass Inhaltsstoffe eines Produktes falsch in die Datenbank eingegeben wurden. Eine Möglichkeit diese Fehler auszumerzen besteht darin, eine Rückmeldeoption im EuLa-Armband einzubauen. Sollte das Gerät dem Benutzer während der Testphase z.B. eine Warnung ausgeben, obwohl dieser nicht gegen das Produkt allergisch ist, kann der Benutzer diese falsche Meldung über das Drücken eines Buttons an eine zuständige Firma schicken. Diese kontrolliert die Einträge zu dem Produkt und korrigiert die fehlerhaften Einträge der Inhaltsstoffe. Im Prototyp konnte bei hochgradigen Allergenen nur ein Blinken als zusätzliche Warnung realisiert werden, da der verwendete PDA über keinen Vibrationsalarm verfügt. Für das EuLa-Armband soll der Vibrationsalarm aber eingesetzt werden. Außerdem wäre noch zu überlegen, ob man für blinde Personen eventuell verschiedene Vibrationsalarme als unterschiedliche Warnungen einsetzt. Nur so können auch blinde Menschen das EuLa-Armband verwenden.

Soweit zu den möglichen Funktionalitäten, die noch in das EuLa-Armband integriert werden können. Für die Zukunft sollten aber auch noch einige Elemente im Bezug auf das Erscheinungsbild, die Technik und deren Funktionalitäten geändert werden.

Vor allem das Format des EuLa-Armbandes muss deutlich kleiner ausfallen. Größe und Form eines PDA's sind zu klobig, unhandlich und auffällig. Eine Uhr mit einem etwas vergrößerten Display ist anzustreben.

Der RFID-Reader des Prototyps besitzt nur eine sehr geringe Reichweite (ca. 1 cm) und die Tags müssen genau hinter den Reader gehalten werden, damit der Lesevorgang gestartet wird. Dies ist äußerst unbefriedigend. Der Benutzer soll nämlich den Warnhinweis erhalten, wenn er das Produkt in die Hand nimmt, an der das Armband befestigt ist. Bei einem Leseabstand von nur einem Zentimeter ist das unmöglich. Zudem wird der RFID-Tag – bei dieser Vorgehensweise – niemals genau zum Reader ausgerichtet. Der Leseabstand muss auf mindestens 10-15 cm vergrößert werden. Das gleiche gilt für den Leseradius. Dabei gilt es zu beachten, dass auch größere Produkte innerhalb des Leseradius liegen müssen, um erfasst zu werden. Allerdings darf der Leseradius nicht zu groß ausfallen. Ansonsten könnten fehlerhafte Abfragen durch benachbarte Produkte auftreten.

Die beiden wichtigsten Aspekte, ohne deren Umsetzung eine Einführung des EuLa-Armbandes nicht realisierbar ist, sind die Einführung von RFID-Tags auf allen Produkten, in allen Geschäften und die vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe, zumindest in der Waren-Datenbank. Durch die ständig fallenden Preise für RFID-Tags, ist anzunehmen, dass diese in absehbarer Zeit auf allen Produkten deutschland- und europaweit eingeführt werden. Ob sich die Lebensmittelhersteller dazu bereit erklären, alle Inhaltsstoffe zu deklarieren, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Es ist nur zu hoffen, dass sie den Sicherheitsvorkehrungen vertrauen und im EuLa-Armband eine gewinnbringende Marktlücke erkennen.



# Literaturverzeichnis

- [ACG] ACG id: „Plug-in module“; <http://acg-id.aaitg.com/index.php?id=102> ;  
Abruf: 09.08.2007
- [ACG05] ACG Identification GmbH: „Reader.DLL Version 3.2.0“, November  
2005 – Manual ReaderDLL v3.2.0
- [Aim01] AIM, Inc. (2001): „Radio Frequency Identification RFID – A basic  
primer“; Whitepaper;  
<http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/RFIDPrimer.pdf> ;  
Abruf: 09.08.2007
- [Biem05] Biemer, Michael; Hampe, Prof. Dr. J. Felix (2005): „A Mobile Medical  
Monitoring System: Concept, Design and Deployment“; Sydney,  
Australia; The Fourth International Conference on Mobile Business  
(ICMB 2005)
- [Book04] Book Industry Study Group, Inc. (2004): „Radio Frequency  
Identification“; [http://www.bisg.org/docs/BISG\\_Policy\\_002.pdf](http://www.bisg.org/docs/BISG_Policy_002.pdf) ; Abruf:  
09.08.2007
- [Brod05] Brodmann, Dr. Peter (2005): „Lebensmittelallergien – eine Knacknuss“;  
Lebensmittel-Industrie Nr. 3/4 2005;  
<http://www.lebensmittelindustrie.com/admin/uploads/Artikel%20S.%208-30,%20LI%20April%202005.pdf> ; Abruf: 09.08.2007
- [Bund04] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI (2004):  
„Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen“; ISBN 3-  
922746-56-X; <http://www.bsi.bund.de/fachthem/rfid/RIKCHA.pdf> ;  
Abruf: 09.08.2007
- [Bund07a] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz (2007): „Allergene in Kosmetik und  
Pflegeprodukten“; [http://www.aktionsplan-  
allergien.de/cln\\_011/nn\\_461368/DE/02\\_Schoenheit\\_Pflege/Schoenhei  
tPflege\\_node.html](http://www.aktionsplan-allergien.de/cln_011/nn_461368/DE/02_Schoenheit_Pflege/SchoenheitPflege_node.html) ; Abruf: 15.09.2007
- [Bund07b] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz (2007): „Allergene in Schmuck und Kleidung“;  
[http://www.aktionsplan-  
allergien.de/cln\\_011/nn\\_461582/DE/03\\_Kleidung\\_Schmuck/Kleidung  
Schmuck\\_node.html](http://www.aktionsplan-allergien.de/cln_011/nn_461582/DE/03_Kleidung_Schmuck/KleidungSchmuck_node.html) ; Abruf: 15.09.2007

- [Bund07c] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): „Allergien und Kinder“; [http://www.aktionsplan-allergien.de/cln\\_011/nn\\_461584/DE/04\\_Kinder\\_Spielzeug/KinderSpielzeug\\_node.html](http://www.aktionsplan-allergien.de/cln_011/nn_461584/DE/04_Kinder_Spielzeug/KinderSpielzeug_node.html) ; Abruf: 15.09.2007
- [Bund07d] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): „Ziele“; [http://www.aktionsplan-allergien.de/cln\\_011/nn\\_472416/DE/08\\_Aktionsplan/AktionsplanZiele\\_basepage.html](http://www.aktionsplan-allergien.de/cln_011/nn_472416/DE/08_Aktionsplan/AktionsplanZiele_basepage.html) ; Abruf: 15.09.2007
- [Bund07e] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): „Zentrale Handlungsfelder und Ausblick“ [http://www.aktionsplan-allergien.de/cln\\_011/nn\\_472416/DE/08\\_Aktionsplan/AktionsplanZentraleHandlungsfelderAusblick\\_basepage.html](http://www.aktionsplan-allergien.de/cln_011/nn_472416/DE/08_Aktionsplan/AktionsplanZentraleHandlungsfelderAusblick_basepage.html) ; Abruf: 15.09.2007
- [Bund] Bundesamt für Bevölkerungsschutz: „Schnittstellen für den Datenaustausch im Zivilschutz“; [http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/dienstleistungen/zezis/schnittstellen.ContentPar.0015.DownloadFile.tmp/04-12-01\\_d\\_schnittstellendok-datenaustausch.pdf](http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/dienstleistungen/zezis/schnittstellen.ContentPar.0015.DownloadFile.tmp/04-12-01_d_schnittstellendok-datenaustausch.pdf) ; Abruf: 13.08.2007
- [Cavo04] Cavoukiaon, Ph.D. Ann (2004): “Tag, You´re It: Privacy Implications of Radio Frequency Identification (RFID) Technology”; <http://www.ipc.on.ca/images/Resources/up-rfid.pdf> ; Abruf: 09.08.2007
- [Denz05] Denzel, Martin (2005): „Mobile Health – Mobile Telemedizin“; [http://www.hcilab.org/events/mobileinteraction/reports/15\\_MobileHealth\\_MartinDenzel.pdf](http://www.hcilab.org/events/mobileinteraction/reports/15_MobileHealth_MartinDenzel.pdf) ; Abruf: 09.08.2007
- [Duen04] Dünkler, René; Weigand, Christian (2004): „Mobile Medizin“; Fraunhofer-Gesellschaft; <http://www.fraunhofer.de:80/fhg/press/pi/2004/03/Presseinformation16032004.jsp> ; Abruf: 09.08.2007
- [Fink02] Finkenzeller, K. (2002): „RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten“, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage; München Wien: Carl Hanser Verlag, 2002; ISBN 3-446-22071-2
- [Gesu] Gesundheit.de: „Lebensmittelallergie“ <http://www.gesundheit.de/krankheiten/allergie/lebensmittelallergie/index.html> ; Abruf: 09.08.2007

- [G-Netz] G-Netz - Das Gesundheitsnetzwerk: „Lebensmittelallergie“  
[http://www.g-netz.de/Gesundheit\\_A-Z/Index\\_I-N/Lebensmittelallergie/lebensmittelallergie.shtml](http://www.g-netz.de/Gesundheit_A-Z/Index_I-N/Lebensmittelallergie/lebensmittelallergie.shtml) ; Abruf: 09.08.2007
- [GS1Ga] GS1 Germany: „Elektronischer Produkt-Code“; [http://www.gs1-germany.de/content/produkte/epcglobal/epc\\_rfid/der\\_epc/index\\_ger.html](http://www.gs1-germany.de/content/produkte/epcglobal/epc_rfid/der_epc/index_ger.html)  
; Abruf: 09.08.2007
- [GS1Gb] GS1 Germany: „Technik“; [http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/epcglobal/epc\\_rfid/technik/index\\_ger.html](http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/epcglobal/epc_rfid/technik/index_ger.html) ; Abruf: 09.08.2007
- [GS1Gc] GS1 Germany: „Ultrahochfrequenz (UHF) – Grundlagen-/ Management-Information“; [http://www.gs1-germany.de/content/e39/e466/e468/datei/epc\\_rfid/mip\\_7\\_ultrahochfrequenz\\_uhf.pdf](http://www.gs1-germany.de/content/e39/e466/e468/datei/epc_rfid/mip_7_ultrahochfrequenz_uhf.pdf) ; Abruf: 09.08.2007
- [Groh04] Grohs, Georg (2004): „Mobile Lebensretter“; c't 12/2004, S. 54: Telemedizin;  
<http://www.heise.de/ct/04/12/054/default.shtml> ; Abruf: 09.08.2007
- [Henn04] Hennig, Jan E. (2004): „Preserving Privacy in RFID Deployment“; RVS, Faculty of Technology, University of Bielefeld;  
[http://www.hennignetz.de/home/jhennig/rfid/preserving\\_privacy\\_in\\_rfid\\_deployment.html](http://www.hennignetz.de/home/jhennig/rfid/preserving_privacy_in_rfid_deployment.html) ; Abruf: 09.08.2007
- [Hilt03] Hilty, Lorenz; et all (2003): „Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft – Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt“; TA 46/2003;  
[http://www.izt.de/pdfs/pervasive/Vorsorgeprinzip\\_Informationsgesellschaft\\_Pervasive\\_Computing\\_Langfassung.pdf](http://www.izt.de/pdfs/pervasive/Vorsorgeprinzip_Informationsgesellschaft_Pervasive_Computing_Langfassung.pdf) ; Abruf: 09.08.2007
- [Höff07] Höffmann, Jörn; Lutz, Susanne (2007): „Barrierefrei Informieren und Kommunizieren (BIK)“; <http://apa.cs.tu-berlin.de/LeiLehreSS07/LV10.pdf> ; Abruf: 09.08.2007
- [Koch04] Koch, Beate (2004): „Mobile Medizin“; Fraunhofer Magazin 2.2004;  
[http://www.fraunhofer.de/fhg/Images/mag2-2004-22\\_tcm5-9207.pdf](http://www.fraunhofer.de/fhg/Images/mag2-2004-22_tcm5-9207.pdf) ; Abruf: 09.08.2007
- [Kreu06] Kreuzer, Michael (2006): „RFID: Technische Normen und Standards“; Darmstädter Zentrum für IT-Sicherheit;  
[http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C18143827\\_L20.pdf](http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C18143827_L20.pdf) ; Abruf: 09.08.2007

- [Lyhs04] Lyhs, Dr. Wilfried (2004): „RFID revolutioniert die Logistik“; Micromata Objects GmbH, 2004; [http://www.micromata.de/produkte/documents/RFID\\_newsletter.pdf](http://www.micromata.de/produkte/documents/RFID_newsletter.pdf) ; Abruf: 09.08.2007
- [Medi05] Medizin.de (2005): „Mehr Sicherheit für Nahrungsmittel-Allergiker: EU verschärft Kennzeichnungspflicht“; <http://www.medizin.de/gesundheits/deutsch/1354.htm> ; Abruf: 09.08.2007
- [Metro] Metro Group Future Store Initiative: “Future Store”; [http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007056\\_11/1134638481895.html](http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007056_11/1134638481895.html) ; Abruf: 09.08.2007
- [Metro07] Metro Group (2007): “Schlüsseltechnologie RFID”; [http://www.metrogroup.de/servlet/PB/menu/1109180\\_11/index.html](http://www.metrogroup.de/servlet/PB/menu/1109180_11/index.html) ; Abruf: 03.09.2007
- [Open] OpenNETCF Consulting: “Products for .NET Compact Framework”; <http://www.opennetcf.com/CompactFramework/Products/tabid/54/Default.aspx>; Abruf: 09.08.2007
- [Opit06] Opitz, Rudolf (2006): „Spaß und Infos – Schnelle Datenhandys, mobile Anwendungen und Dienste“; <http://www.heise.de/cebit/highlights/ct/2006/06032/> ; Abruf: 01.09.2007
- [Past06] Pastillé, Dr.-Ing. Holger; Bloch, Dipl.-Ing. (FH) Markus (2006): „Messtechnik im Auto mit RFID-Tags“ [http://cms.elektroniknet.de/index.php?id=895&tx\\_jppageteaser\\_pi1%5BbackId%5D=736](http://cms.elektroniknet.de/index.php?id=895&tx_jppageteaser_pi1%5BbackId%5D=736) ; Abruf: 09.08.2007
- [Plat05] Platt Majoras, Deborah (2005): „RFID Radio Frequency IDentification: Applications and Implications for Customers“; <http://www.ftc.gov/os/2005/03/050308rfidrpt.pdf> ; Abruf: 09.08.2007
- [Pohl04] Pohl, Prof. Dr. Hartmut (2004): „Hintergrundinformationen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) zu RFID – Radio Frequency Identification“; <http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/Presse/RFID-GI040608.pdf> ; Abruf: 09.08.2007
- [Qued04] Q.E.D. Systems (2004): „Active and passive RFID: Two distinct, but complementary, technologies for Real-Time Supply Chain Visibility“; Whitepaper; <http://whitepapers.zdnet.co.uk/0,1000000651,260090534p,00.htm>; Aufruf: 09.08.2007

- [RFID] RFID Basis: „Vergleich Barcode / RFID“; [http://www.rfid-basis.de/barcode\\_vs\\_rfid.html](http://www.rfid-basis.de/barcode_vs_rfid.html) ; Abruf: 01.09.2007
- [rfid] rfid ready: „RFID Lese- und Schreibabstand“; <http://www.rfid-ready.de/305-0-rfid-lese--und-schreibabstand.html> ; Abruf: 09.08.2007
- [Riem05] Riemer, Rudolf (2005): „Teil 1: „HSDPA stellt sich als UMTS-Upgrade vor“; [http://umtslink.at/cgi-bin/reframer.cgi?../HSDPA/hsdpa\\_grundlagen1.php](http://umtslink.at/cgi-bin/reframer.cgi?../HSDPA/hsdpa_grundlagen1.php) ; Abruf: 01.09.2007
- [Roth02] Roth, Jörg (2002): „Mobile Computing – Grundlagen, Technik, Konzepte“, 1. Auflage; Heidelberg: dpunkt.verlag, 2002; ISBN: 3-8986-4165-1
- [Schm] Schmitt, Matthias: „Merkblatt zur RFID-Technologie“ ; <http://www.pfalz.ihk24.de/servicemarken/Branchen/handel/anhaengsel/RFID-Technologie.pdf> ; Abruf: 01.09.2007
- [Sieb03] Siebert, Sigrid (2003): „Ratgeber Lebensmittelallergien“; 1. Auflage; Oberursel: Deutscher Reform-Verlag, 2003; [http://www.reformhaus.de/service/pdfs/allergie\\_int.pdf](http://www.reformhaus.de/service/pdfs/allergie_int.pdf) ; Abruf: 09.08.2007
- [Scho05] Schoblik, G.; Schoblick, R. (2005): „Radio Frequency Identification – Grundlagen, Eingeführte Systeme, Einsatzbereiche, Datenschutz, Praktische Anwendungsbeispiele“, Poing: Franzis Verlag GmbH, 2005; ISBN 3-7723-5920-5
- [UPM] UPM Raflatac: „UHF-Produkte“; <http://www.upmraflatac.com/europe/ger/RFIDProducts/UHFProducts/> ; Abruf: 09.08.2007
- [Werl07] Werle, Alexander (2007): „Mobile Systeme in der Telemedizin - Entwicklung der Basiskomponenten eines Patientenkoffers zur Beobachtung von Parkinson-Patienten“; Diplomarbeit Universität Koblenz-Landau
- [West06] Westenberg, Sven (2006): „Integration mobiler RFID-Erfassung in das Supply Chain Management“, Diplomarbeit Universität Koblenz-Landau

[Wolf04] Wolf, Bernhard; Scholz Alexander; Henning Tobias (2004): „Mobilfunk-  
gestützte medizinische Wissensbasis mit sensorisch interaktiven  
Systemen“; Bulletin SEV/AES 1/04;  
<http://www.lme.ei.tum.de/paper/mobil.pdf> ; Abruf: 09.08.2007



# Anhang A

## Fragebogen

### RFID als Technik für Mobile Health bei Lebensmittelallergikern

Alter: \_\_\_\_ Jahre

Geschlecht:  männlich  weiblich

Lebensmittelallergiker:  ja  nein

Wie stark beeinflusst die Lebensmittelallergie Ihr Leben?

gering  stark  sehr stark

Computerkenntnisse:

keine  wenig  durchschnittlich  gut  sehr gut

Kenntnisse im Umgang mit einem Handy:

keine  wenig  durchschnittlich  gut  sehr gut

Kenntnisse im Umgang mit anderen mobilen Geräten (z.B. PDA):

keine  wenig  durchschnittlich  gut  sehr gut

**Die berührungslose RFID Technologie könnte in der Zukunft alle kontaktbehafteten Ticket-Systeme (z.B. Parkscheine mit Magnetstreifen) ersetzen. Heute wird sie bereits in Skipässen, Reisepässen, im öffentlichen Personennahverkehr, bei Zugangskontrollen, usw. verwendet.**

1) Haben sie mit dieser berührungslosen Technologie bereits Erfahrungen gesammelt?

ja  nein

Wenn ja, in welchen Bereichen?

---

---

**Mithilfe der RFID Technologie können alle Inhaltsstoffe der Lebensmittel abgefragt werden. Über ein EuLa-Armband kann eine mögliche Allergie überprüft werden.**

2) Können Sie sich vorstellen ein EuLa-Armband beim Lebensmitteleinkauf zu verwenden?

- ja, es hilft mir bei einer Produktänderung (neue Inhaltsstoffe)
- ja, es hilft mir neue Produkte auszuwählen
- ja, es erleichtert mir die Kaufentscheidung
- nein, ich habe kein Vertrauen

3) Sollten EuLa-Armbänder im Alltag eingesetzt werden?

- so schnell wie möglich                       in ein paar Jahren wäre in Ordnung  
 nein, denn sie werden von niemandem genutzt

Zusätzliche Anmerkungen:

---

---

4) Wie entscheiden Sie sich, wenn die Kosten für das EuLa-Armband von den Krankenkassen

nicht übernommen werden?

- ich würde mir das Armband trotzdem zulegen  
 ich würde mir das Armband nicht kaufen

Zusätzliche Anmerkungen:

---

---

**Das EuLa-Armband bezieht seine Informationen über zentrale Datenbank-Systeme, die ständig aktualisiert werden.**

5) Würden Sie den Daten, die das EuLa-Armband liefert, vertrauen?

- ich würde den Daten voll vertrauen  
 ich hätte meine Zweifel und würde anfangs die Herstellerangaben auf der Verpackung überprüfen  
 ich würde den Daten nicht vertrauen

6) Sind die angezeigten Informationen für Sie ausreichend?

- ja                       nein

Wenn nein, welche Informationen sollten noch angezeigt werden?

---

---

7) Würden Sie ein EuLa-Armband beim Lebensmittel-Einkauf selbst einsetzen?

- ja, es wäre für mich eine gute Unterstützung beim Einkauf  
 nein, ich möchte die Inhaltsstoffe selbst auf der Verpackung überprüfen  
 nein, da ich selbst kein Lebensmittelallergiker bin

- 8) Könnte das EuLa-Armband den Lebensmittel-Einkauf für Allergiker erleichtern?
- ja, denn eine Überprüfung der Inhaltsstoffe auf der Verpackung kann entfallen
- nein, denn den Ergebnissen des EuLa-Armbandes wird keiner vertrauen

- 9) Würden Sie, anhand der Informationen des EuLa-Armbandes, unbekannte Produkte kaufen, mit denen Sie im Vorfeld noch keine Erfahrungen gemacht haben?
- ja             nein

Wenn nein, wieso würden Sie diese Produkt nicht mithilfe des Armbandes kaufen?

---

---

**Zu Testzwecken wird als EuLa-Armband ein Prototyp in Form eines PDA verwendet. Beim Start des Programms steht eine Anweisung auf dem Display, was zu tun ist, um die Überprüfung eines Lebensmittels zu starten.**

- 10) Ist die Anweisung auf dem Display des PDA verständlich?
- sofort verständlich             nach Überlegung verständlich             unverständlich

Wenn sie unverständlich ist (z.B. wie die Überprüfung gestartet wird), was würden Sie ändern?

---

---

- 11) Ist die Symbolik (Verkehrszeichen) auf dem PDA sofort verständlich?
- sofort verständlich             nach Überlegung verständlich             unverständlich

Wenn sie unverständlich ist, was würden Sie ändern?

---

---

**Beim Prototyp wird anstelle eines Vibrationsalarms ein Blinkzeichen eingesetzt. Im späteren EuLa-Armband soll der Vibrationsalarm als zusätzliche Warnung für hochgradig allergische Produkte eingesetzt werden.**

12) Würden Sie den Vibrationsalarm als zusätzliche Warnung begrüßen?

- diese zusätzliche Warnung wäre für mich sehr wichtig
- diese zusätzliche Warnung wäre für mich wichtig
- ein zusätzlicher Vibrationsalarm ist nicht unbedingt nötig
- einen Vibrationsalarm brauche ich überhaupt nicht

13) Wie sind Sie mit der Abfragegeschwindigkeit des Testgerätes zufrieden?

- ist in Ordnung
- zu langsam
- viel zu langsam

Zusätzliche Anmerkungen:

---

---

14) Wie beurteilen Sie die Lesbarkeit der Schrift?

- mühelos lesbar
- lesbar
- mit Mühe lesbar
- nicht lesbar

Zusätzliche Anmerkungen:

---

---