



FAKULTÄT FÜR **INFORMATIK**

Mobile Computing – Innovationen und Trends für Hardware und Software

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Informatik

eingereicht von

Gerald Dietl

Matrikelnummer 9525376

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung:
Betreuer: O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. A Min Tjoa

Wien, 24.10.2008

(Unterschrift Verfasser)

(Unterschrift Betreuer)

Erklärung zur Verfassung der Arbeit

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

Wien, 24.10.2008

Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschreibt Hardware- und Software-Technologien, die mobilen Endgeräten in den kommenden Jahren zu einer noch breiteren Akzeptanz verhelfen sollen. Schon heute gibt es in vielen Industrieländern mehr Mobiltelefone als Einwohner. Der Trend bewegt sich dabei vom reinen tragbaren Telefon weg in Richtung Multimediagerät.

Im Bereich der Hardware werden einige Technologien einer genaueren Betrachtung unterzogen, deren Grundlage die organische Elektronik, also die Verwendung von organischen Materialien entweder zur Herstellung der elektronischen Bauteile selbst, oder als flexibles Trägermaterial für diese Bauteile, ist.

Die Akzeptanz jedes technischen Gerätes hängt von der Einfachheit der Bedienung und im Falle von Computern auch von der Funktionalität der Applikationen ab. Aus diesem Grund werden einerseits die Entwicklungsparadigmen für die Applikationsentwicklung beleuchtet, als auch die Frameworks einer näheren Betrachtung unterzogen, die die Entwicklung und das Design von mobilen Applikationen in den nächsten Jahren entscheidend prägen sollen.

Den Abschluß bildet ein Konzept für eine Tourismus-Applikation, die aufzeigt, wie die zuvor vorgestellten Technologien zusammenspielen können.

Abstract

This thesis describes hardware- and software-technologies, that will help mobile devices to a broader acceptance in the next few years. Today, in many industrial countries, there are more mobile phones than citizens registered. The trend for mobile devices moves away from the mobile phone into the direction of mobile multimedia devices.

The hardware-related part of the thesis will have a deeper look into those technologies based on organic electronics. This means, that either the electronic component is made of organic materials, or at least the substrate on which the component is built is on organic material.

The acceptance of any technical device depends on the simplicity of its usage and, in the case of computers, also on the functionality of the applications running on the device. Therefore, we will have a look at the paradigms for the development of applications and also will have a deeper look on the frameworks developed to assist developers and designer with implementing mobile applications.

At the end of this thesis a concept for a tourism-application will be introduced. This concept shows, how the technologies introduced before can improve the user experience.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Abstract	II
Inhaltsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Motivation für die Arbeit	2
1.2 Abgrenzung des Themas	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2 Mobile Computing heute	6
2.1 Der Computer im Wandel der Zeit	6
2.2 Die Hardware von heute	8
2.3 Aktueller Stand bei der Software	12
2.4 Bekannte Probleme bei mobilen Applikationen	14
2.5 Entwicklungsparadigmen für mobile Applikationen	17
2.5.1 Browserbasierende Applikation	17
2.5.2 Mobile Clientanwendungen	19
2.5.3 Rich Internet Application	20
2.6 Plattformen zur Entwicklung von mobilen Applikationen	23
2.6.1 Microsoft .NET Compact Framework	23
2.6.2 .NET Micro Framework	28
2.6.3 Java Platform, Micro Edition (Java ME)	31
2.6.4 Qt Embedded	35
2.6.5 Adobe® Flash® Lite™ 3	36
3 Innovationen bei der Hardware	39
3.1 Allgemein	39
3.2 Miniaturisierung und ihre Grenzen	39
3.2.1 Organische Leuchtdioden	40
3.2.2 Multi-touch Displays	45

3.2.3	Organische Solarzellen	51
3.2.4	Faltbare Siliziumschaltkreise	55
3.2.5	Next Generation Mobile Communication	57
3.2.6	Navigation	59
3.3	Resümee	64
4	Innovationen bei der Software	67
4.1	Interaktionsmöglichkeiten	67
4.1.1	Tastatur und virtuelle Tastatur	68
4.1.2	Sprachsteuerung vs. Spracherkennung	70
4.2	Design	72
4.2.1	Silverlight 1.0 for Mobile	73
4.2.2	JavaFX	76
4.2.3	Vergleich der Technologien	78
4.3	Resümee	80
5	Interview	82
5.1	Mit den Augen Microsoft´s	82
5.2	Mobile Computing bei Microsoft in Zahlen	86
6	Designstudie	88
6.1	Nokia 888	88
6.2	Nokia Morph	90
6.3	Resümee	92
7	Konzept	94
7.1	Virtueller interaktiver Reiseführer	94
7.1.1	Aufbau der Applikation	95
7.1.2	Funktionsweise	96
7.1.3	Businessmodell	98
7.1.4	Verwendete Technologien	99
8	Konklusion	101
8.1	Der Hardware-Aspekt	101
8.2	Der Software-Aspekt	102
8.3	Der Ausblick	103
8.4	...and something is bound to come of it	104

Anhang A – Abbildungsverzeichnis	105
Anhang B – Tabellenverzeichnis	107
Anhang C – Literaturverzeichnis	108
Anhang D - Transkript des Interviews	115

1 Einleitung

Während ich an dieser Diplomarbeit schrieb, hatte ich ein Erlebnis, das mich dazu bewogen hat, meine bereits seit langem fertige Einleitung zu verwerfen und neu zu schreiben.

Ich war in der Nähe des AudiMax der Technischen Universität Wien unterwegs, als mir eine Asiatin, ihr Mobiltelefon vor dem Gesicht, mit einem hilfeschendenden Ausdruck auf eben diesen, über den Weg lief. Nicht sicher, ob sie auf der Suche nach einer Adresse war, oder nur mal eben ein Foto vom Chemiehochhaus machen möchte, bot ich ihr meine Hilfe an.

Sie hielt mir ihr Mobiltelefon hin und erklärte mir, dass sie auf der Suche nach einer bestimmten Adresse war. Am Telefon war ein Online-Stadtplan von Wien geöffnet, die Adresse hatte sie in ihrem Notizbuch niedergeschrieben und die richtige Gasse am Plan bereits identifiziert. Allerdings hatte sie die Orientierung verloren und konnte ihre eigene Position am Plan nicht lokalisieren. Das Display des Geräts war relativ klein, meiner Schätzung nach wahrscheinlich 2,8 bis 3 Zoll in der Diagonale, der Typ, bzw. Hersteller des Mobiltelefons war mit nicht bekannt.

Zunächst wollte ich den Kartenausschnitt etwas vergrößern um die Straßennamen leichter lesen zu können und so unsere Position leichter ausfindig zu machen. Meine ersten Versuche das Telefon intuitiv zu bedienen sind jedoch gescheitert und dem (wie sich später herausstellte) japanischen Interface war ich natürlich nicht gewachsen. Die Folge war ein ständiges hin- und herreichen des Telefons.

Nach ein paar Minuten hatte ich dann doch unsere Position ausmachen und die Orientierung des Planes festlegen können. Somit war es ein Leichtes, ihr den Weg am Plan zu zeigen.

Letztendlich konnte ich der jungen Studentin also helfen, doch war die Experience mit den Augen eines Technikers, besser gesagt, mit denen eines Informatikers, betrachtet keinesfalls zufriedenstellend zu nennen.

Ich werde in den folgenden Kapiteln des öfteren auf dieses Beispiel Bezug nehmen, um zu zeigen, wie die eine oder andere Technologie in dieser Situation, die User Experience gesteigert hätte

1.1 Motivation für die Arbeit

In den letzten Jahren gab es im Bereich mobiler Computer sowohl was die Hardware betrifft, als auch bei Software für mobile Geräte sehr interessante Entwicklungen. Ein Ende dieser Entwicklungen ist (noch) nicht abzusehen.

Wie das oben beschriebene Erlebnis zeigt, ist aber trotz aller Technologien, Erfindungen und Entwicklungen noch immer sehr viel Raum für Verbesserungen vorhanden.

Die Motivation für diese Arbeit soll es deshalb sein, die nähere Zukunft der Technologien zu beleuchten und eine realistische Einschätzung dessen, was uns in den nächsten Jahren auf dem Gebiet des Mobile Computing erwartet, abzuliefern.

Für mich persönlich stellt die Arbeit insofern eine Herausforderung dar, bildet sie doch den Abschluß meines Studiums und macht mich zu dem, was mich vor Jahren zur Inskription für dieses Studium an der Technischen Universität Wien bewogen hat – einen echten Informatiker!

1.2 Abgrenzung des Themas

Der Fokus der Diplomarbeit liegt auf der Betrachtung der Entwicklung der Technologien innerhalb der nächsten Jahre und geht sowohl auf die bestehenden, als auch auf bereits in Entwicklung befindliche Technologien ein.

Natürlich gehören auch Notebooks zur Gattung der mobilen Computer. Allerdings unterscheiden sich diese heute weder in Ihrem Leistungsvermögen noch in der Art der Bedienung von den Desktop PC's und werden deshalb im allgemeinen Sprachgebrauch auch nicht zu den mobilen Computern gezählt.

Diese Arbeit erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, da das Gebiet des Mobile Computing viel zu breit gefächert ist und eine detaillierte Betrachtung aller zu erwartenden Technologien sowohl auf dem Hardware-, als auch auf dem Software-Sektor den Rahmen einer Diplomarbeit bei weitem sprengen würde. Vielmehr beschränkt sie sich auf Technologien, die einerseits in absehbarer Zeit schon eine große Rolle spielen können und andererseits das Mobile Computing auf eine neue Stufe heben werden. Ersteres darf man sich am ehesten von neuen Applikationen und vor allem, den dafür zur Verfügung gestellten Frameworks erwarten, während Letzteres in meinen Augen vor allem durch die Hardware geschehen wird.

Es wird kaum jemanden geben, der diese Diplomarbeit in Händen halten wird, aber die Science Fiction-Serie „Star Trek“ von Gene Roddenberry weder gelesen noch gesehen hat. Ich selbst bin großer Fan, vor allem von „Star Trek: Next Generation“. Um die Diplomarbeit nicht in Richtung Science Fiction abgleiten zu lassen, beschränke ich mich in meiner Arbeit darauf, Abschätzungen für die nächsten fünf, bei Hardware vielleicht auch zehn Jahre abzugeben.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Diplomarbeit ist entsprechend der nachfolgenden Gliederung in diesem Kapitel organisiert:

- **Bestandsaufnahme aktueller Technologien**

Kapitel 2 wird zunächst einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Computer bis hin zu Personal Digital Assistants liefern. Danach erfolgt eine Bestandsaufnahme der aktuellen Technologien, und wie diese in den mobilen Geräten der heutigen Generation implementiert sind. Diese Bestandsaufnahme umfasst sowohl die hardwaretechnischen Aspekte, als auch die Anwendungen, die auf den Geräten laufen und soll in erster Linie die derzeit existierenden Limitierungen aufzeigen. Des Weiteren wird auf bekannte Probleme, denen mobile Applikationen gegenüberstehen verwiesen und die heute gültigen Entwicklungsparadigmen für mobile Applikationen erklärt.

- **Entwicklungen am Hardwaresektor**

Kapitel 3 beleuchtet die Entwicklungen am Hardwaresektor der nächsten Jahre. Wie zuvor schon kurz erwähnt, ist es im Bereich der Hardware schwer abzuschätzen,

wann eine neue neue Technologie die Marktreife erlangen wird. Entwicklungen, wie beispielsweise auf organischen Materialien basierende Halbleiter-Elemente, lassen für die Zukunft allerdings sehr interessante Formfaktoren erhoffen.

- **Entwicklungen am Softwaresektor**

Die Akzeptanz von mobilen Geräten steht und fällt mit den Applikationen, die für diese Geräte angeboten werden. Nur wenn ein Benutzer einen persönlichen Vorteil in der Verwendung eines Geräts, respektive der Applikationen darauf, erkennt, wird er es auch gerne einsetzen.

Kapitel 4 beschäftigt sich daher mit den Neuerungen bei der Softwareentwicklung und welche Veränderungen bei der implementierten Software deshalb zu erwarten sind. Der Fokus liegt hier eindeutig auf einem Vergleich der für die Softwareentwicklung bereitgestellten Frameworks verschiedener Hersteller, da diese die Grundlage für die Entwicklung neuer Applikationen bilden.

- **Interview**

Der Mobility Experte Gerwald Oberleitner von Microsoft Österreich erklärte sich bereit, mir in Form eines Interviews einen Einblick zu geben, wie Microsoft das Thema Mobile Computing und die Trends in diesem Bereich sieht.

In Kapitel 5 wurden die Aussagen von Hrn. Oberleitner aufbereitet und durch Zahlen, die mir dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurden, gestützt.

- **Designstudien**

Kapitel 6 wird zwei Designstudien betrachten. Diese zeigen, wie sich Designer und globale Marktführer bei mobilen Geräten, die Geräte der Zukunft vorstellen. Es wird sich zeigen, dass viele der zuvor vorgestellten Technologien bei diesen Studien bereits Anwendung finden.

- **Konzept: Virtueller interaktiver Reiseführer**

Das vorletzte Kapitel der Arbeit befasst sich mit dem Konzept für eine Applikation namens „Virtueller interaktiver Reiseführer“. Das Ziel dieser Applikation ist es, Touristen während eines Rundgangs durch eine Stadt auf die verschiedensten Sehenswürdigkeiten selbständig aufmerksam zu machen. Darüber hinaus bietet der Reiseführer zusätzliche Informationen zu den Sehenswürdigkeiten an. Die Art der Information reicht von einfachen Kurzbeschreibungen, bis hin zu interaktiven Führungen.

Dem Konzept liegen viele der zuvor vorgestellten Technologien zu Grunde.

- **Konklusion**

In der Konklusion werden die vorgestellten Technologien noch einmal zusammengefasst.

- **Anhang**

Im Anhang findet sich neben den Verzeichnissen auch das Transkript des Interviews.

2 Mobile Computing heute

Der Computer wird alle 20 Jahre um den Faktor 1.000 besser. Das ist wunderbar und schrecklich zugleich.

Heinz Zemanek¹

2.1 Der Computer im Wandel der Zeit

Anfang der 40er-Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde mit dem Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC) der erste rein elektronische digitale Universalrechner entwickelt. ENIAC bestand aus 40 parallel arbeitenden Komponenten, von denen jede 60 cm breit, 270 cm hoch und 70 cm tief war. Die komplette Anlage war in U-Form aufgebaut, beanspruchte eine Fläche von 10x17 m und wog 27 t. Die Leistungsaufnahme betrug 174 kW.

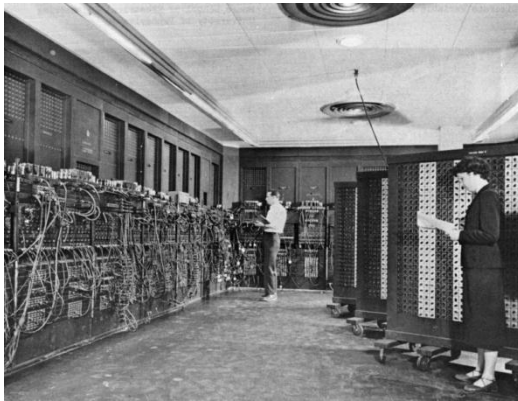


Abbildung 1: ENIAC



Abbildung 2: Whirlwind

Der im Jahr 1955 an der Technischen Universität Wien von Heinz Zemanek entwickelte erste Volltransistor-Rechenautomat Europas, der weltweit unter dem Namen „Mailüfterl“ bekannt war, war mit einer Breite von 400 cm, einer Höhe von 250 cm und einer Tiefe von 50 cm gegenüber den damaligen Röhrenrechnern geradezu klein. Auch

¹ Heinz Zemanek – Österreichischer Computerpionier und Professor an der technischen Universität Wien [Pre06]

die Leistungsaufnahme von lediglich 350 Watt entsprach nur einem Bruchteil dessen, was der „Whirlwind“ Röhrenrechner, welcher zu dieser Zeit in den Vereinigten Staaten im Dienst stand, an Leistung benötigte.



Abbildung 3: Mailüfterl



Abbildung 4: PC von IBM

1973 entwickelte Xerox PARC den Xerox Alto. Dieser verdiente als erster Computer die Bezeichnung Personal Computer (PC), auch wenn diese Bezeichnung offiziell erst Anfang der 1980er durch die Firma IBM eingeführt wurde. Diese Generation von Computern fand plötzlich auch auf einem Schreibtisch Platz, war erweiterbar und durch neuartige Eingabegeräte auch leichter zu bedienen. Durch die steigende Akzeptanz und den damit verbundenen sinkenden Kosten, kam es zu einer rasanten Verbreitung des Personal Computers in den Büros.

1984, nur wenige Jahre nachdem der PC seinen Siegeszug angetreten hatte, kam mit dem GRiD Compass 1100 ein sogenannter Laptop², ein tragbarer Computer, auf den Markt. Der erste Schritt in Richtung mobiles Büro war gemacht, wog dieses Gerät doch nur mehr 5 kg.

² Laptop – engl. „auf dem Schoß“



Abbildung 5: modernes Notebook



Abbildung 6: moderner PDA

Die nächste Revolution stellten die 1993 erstmals vorgestellten PDA's³ dar. PDA's sind etwa so groß wie eine Handfläche, weshalb sie auch oft als Palmtops (eigentlich die Bezeichnung einer Produktlinie der Firma US Robotics) bezeichnet werden. Die Bedienung dieser Geräte erfolgt nicht mehr über eine Tastatur oder Maus, sondern per Eingabestift auf einem Touchscreen.

In nur etwa 50 Jahren konnte durch ständige Weiterentwicklungen am Hardwaresektor das Gewicht eines „elektronischen Rechenautomaten“ von 27.000 kg weit unter 1 kg gesenkt werden. Der allseits bekannte Spruch „Size matters“ kann hier jedoch nicht angewandt werden, denn die Anwendungsmöglichkeiten und auch die Performance heutiger PDA's übersteigt die von ENIAC um ein Vielfaches.

2.2 Die Hardware von heute

Wie bereits erwähnt stehen aktuell verfügbare Notebooks in der Rechenleistung den Desktop PC's kaum mehr nach. Einzig rechenintensive Anwendungen, wie beispielsweise 3D-Spiele, bringen selbst die leistungsfähigsten Notebooks noch an ihre Grenzen. Für den durchschnittlichen Business-Anwender reichen die verfügbaren Leistungen vollkommen aus. Die Palette der Formfaktoren reicht von besonders kleinen Subnotebooks bis hin zu den sogenannten Desknates, die sich für den mobilen Einsatz auf Grund ihres Gewichts kaum noch eignen. Subnotebooks mit einer Bildschirm-diagonale von 10,5“ haben etwa die Größe eines A5-Blocks und wiegen ca. 700 Gramm. Standardnotebooks mit 15“-Display besitzen ungefähr die Größe eines A4-

³ PDA – Personal Digital Assistant

Blocks und sind 2,5 bis 3,0 kg schwer. Desknotes hingegen bieten Bildschirm-diagonalen von > 18 Zoll und oft auch eine gegenüber dem Standardnotebook erweiterte Tastatur. Desknotes vereinen die Vorteile von Notebook und Desktop PC und sind bei einem Gewicht von ca. 8 kg für Anwendungen gedacht, bei denen leistungsstarke Rechner benötigt werden, der Standort aber von Zeit zu Zeit gewechselt werden muss.

Mit der zunehmenden Miniaturisierung von Hardware ist man in der Lage, den Menschen leistungsfähige Computer zur Verfügung zu stellen, deren Abmessungen kaum größer als eine Zigarettenschachtel sind.

Solche mobilen Computer sind heutzutage unter der Bezeichnung Personal Digital Assistant (PDA), etwas größere Bauformen als Handheld-PC, bekannt und haben vor allem im Geschäftsleben Einzug gehalten. Egal ob zu Hause, in der U-Bahn, im Park oder im Cafehaus, ja sogar in der Universitätsbibliothek, die mobilen Computer ermöglichen uns heutzutage überall unserer Arbeit nachzugehen. So bot beispielsweise der Dell Axim x50⁴, ein PDA aus dem Jahr 2004 (siehe auch Abbildung 6), dem Benutzer eine Displaygröße von 3,5 Zoll bei einer Auflösung von 240 x 320 Pixel, 128 MB ROM- und 64 MB RAM-Speicher, Steckplätze für zusätzliche Speicherkarten (CompactFlash, MMC und SD) bei einem Gewicht von lediglich 167 Gramm. Kernstück des Geräts war eine 520 MHz CPU⁵. Die Bedienung erfolgt bei den meisten PDA's mittels eines Eingabestifts, in den seltensten Fällen über eine Tastatur. Um Text mit Hilfe des Stiftes einzugeben, kann der Anwender zwischen der Eingabe auf einer am Display eingeblendeten Tastatur, oder der Handschriftenerkennung wählen. Zur Kommunikation mit anderen Geräten stehen neben kabelgebundenen (USB) auch kabellose Schnittstellen (WLAN, Infrarot und Bluetooth) zur Verfügung, womit beispielsweise auch ein Bluetoothfähiges Mobiltelefon als Internetmodem verwendet werden kann.

Hardware, die über die USB-Schnittstellen an den PDA angeschlossen werden kann, aber auch diverse Peripheriegeräte, die in den CompactFlash-Steckplatz eingeschoben werden können, erweitert die Funktionalität der PDA's und bietet neue Einsatzmöglichkeiten beispielsweise als mobiler Barcodescanner.

⁴ Quelle: <http://pdadb.net>

⁵ CPU – Central Processing Unit

Eine weitere Ausprägung mobiler Computer sind Mobiltelefone. Folgten diese bis vor ein paar Jahren in erster Linie noch ihrer eigentlichen Berufung, dem Besitzer immer und überall die Möglichkeit zu geben, mit Freunden und Geschäftspartnern fernmündlich oder über Textnachrichten, den sogenannten SMS⁶, zu kommunizieren, sind Mobiltelefone mittlerweile zu echten Entertainment-Maschinen geworden. Kaum ein neues Modell kommt ohne integrierter Digitalkamera, die Auflösungen von mehreren Megapixeln bieten, auf den Markt. Die Erweiterung des SMS Standards zu MMS⁷ erlaubt es den soeben geschossenen Schnappschuss sofort an seine Freunde zu schicken und die Leute somit am eigenen Leben noch intensiver teilhaben zu lassen. Selbstverständlich ist MMS nicht auf den Versand von Bildern beschränkt, sondern es kann jedes Dateiformat an die Nachricht angehängt werden. Steckplätze für Speichererweiterungen ermöglichen die Mitnahme der beliebtesten Musiktitel in digitaler Form und mit der entsprechenden Playersoftware hat man seinen portablen Musik- und Videoplayer immer dabei. Viele Mobiltelefone haben auch schon einen GPS-Empfänger integriert, womit, die entsprechende Software vorausgesetzt, auch die Zweckentfremdung des Telefons als Navigationssystem möglich wird.

Die zunehmende Verschmelzung von Personal Digital Assistant und Mobiltelefon führt zu sogenannten Smartphones, welche die Funktionalität aus beiden Welten vereint. Smartphones erlauben die Bearbeitung von Dokumenten ebenso, wie das Abspielen von Musik, Fotografieren und, nicht zu vergessen, das Telefonieren. Reine PDA's wurden von den Smartphones fast gänzlich vom Markt verdrängt. Aktuell bieten die meisten Smartphones eine Auflösung von ebenfalls 240 x 320 Pixel bei einer Displaygröße von 2 bis 2,5 Zoll. Ebenso gehören 128 MB ROM – und 64 MB RAM-Speicher, sowie die Erweiterungssteckplätze für zusätzliche Speicherkarten zur Grundausstattung der Geräte. Der wesentliche Unterschied zu PDA's liegt in den angebotenen Kommunikationstechnologien. Zusätzlich zu den vom PDA bekannten Technologien, stehen Smartphones die im Mobiltelefonbereich üblichen Verbindungsprotokolle GSM⁸, UMTS⁹, HSDPA¹⁰ und GPRS¹¹ zur Verfügung. Das

⁶ SMS – Short Message Service

⁷ MMS – Multimedia Messaging Service

⁸ GSM – Global System for Mobile Communications

⁹ UMTS – Universal Mobile Telecommunications System

¹⁰ HSDPA – High Speed Downlink Packet Access

Gerät kann seine Internetverbindung somit selbst aufbauen und ist nicht mehr auf das Vorhandensein eines zweiten, verbindungskompatiblen Geräts angewiesen. Die passenden Angebote der Mobilfunkbetreiber führen dazu, dass man heute fast überall online gehen kann. Auch bieten die meisten Smartphones zumindest eine physische Wähltastatur an.

Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit werden mit Smartphone all jene Geräte bezeichnet, die die Funktionalität von PDA und Mobiltelefon vereinen, egal wie die Geräte ausgeführt sind. Diese Unterscheidung ist wichtig, da beispielsweise Microsoft ursprünglich zwischen Pocket PC / Pocket PC Phone und Smartphones unterschied. Dabei bezeichnen Pocket PC's alle Geräte, die einen Touchscreen und optional eine QWERTY-Tastatur, bzw. die lokalen Layouts besitzen, und Smartphones all diejenigen Geräte, denen zur Eingabe nur ein Wähl-Tastenfeld und kein Touchscreen zur Verfügung steht. Mit der neuesten Generation des Betriebssystems Windows Mobile verschwindet aber auch diese Unterscheidung zusehends.

Die Smartphones der neuesten Generation, die aber erst langsam an Verbreitung gewinnen, haben auch schon bessere technische Werte zu bieten. Stellvertretend sollen hier zwei Geräte erwähnt werden. Das Samsung SGH-i900 basiert auf dem Microsoft Betriebssystem Windows Mobile 6.1 Professional. Es bietet eine Bildschirmauflösung von 240 x 400 Pixel auf einem 3,2 Zoll Display. Als Gegenstück zur Microsoft-basierten Welt dient das Apple iPhone 3G, das auf dem 3,5 Zoll Display eine Auflösung von 480 x 320 präsentiert. Beide Geräte verfügen über NAND-Speicher und sind sowohl mit 8 GB, als auch mit 16 GB erhältlich. Ebenfalls verfügen beide Smartphones über einen GPS-Empfänger und werden ausschließlich über den Touchscreen bedient. Mit der Version 3G unterstützt das Apple iPhone nun auch die Push Email-Funktionalität des Microsoft Exchange Servers, was die Verbreitung des Geräts auch im Business-Bereich vorantreiben wird.

Im Jahr 2006 wurde unter der Federführung von Microsoft und Intel der erste Ultra Mobile Personal Computer (UMPC) auf den Markt gebracht. Diese Geräte schlagen im Moment die Brücke zwischen Notebooks und Personal Digital Assistants. UMPC's sind vollwertige Mini-Computer. Ausgestattet mit einem bis zu 7 Zoll großen TFT-Touchscreen mit einer Auflösung von 800 x 480 Pixel, interner Festplatte, einem stromsparenden, speziell für den mobilen Einsatz konzipierten Prozessor und einem Gewicht

¹¹ GPRS – General Packet Radio Service

von weniger als 1 kg sind UMPC's die perfekten mobilen Begleiter, wenn die Möglichkeiten eines Smartphones / PDA's nicht ausreichen, das Notebook aber zu unhandlich ist. Als Betriebssystem kommt Windows Vista zum Einsatz, so dass der Anwender auch unterwegs nicht auf den gewohnten Bedienkomfort und das breit gefächerte Funktionsspektrum verzichten muss. Die Eingabe kann bei UMPC's sowohl per Eingabestift, mit den Fingern am Touchscreen, mit Sprache, aber natürlich auch traditionell über eine separat angeschlossene Tastatur und Maus erfolgen. UMPC's verfügen weiters über integrierte WLAN-Unterstützung und Bluetooth, womit vernetztes Arbeiten und Spielen ermöglicht wird.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Begriff Smart Device verwendet, um die gesamte Palette von mobilen Computern (UMPC, PDA, Smartphone) zu bezeichnen.

2.3 Aktueller Stand bei der Software

Die wichtigsten Anwendungen auf einem PDA sind unter dem Begriff PIM¹²-Software zusammengefasst und werden zumeist standardmäßig mit dem PDA ausgeliefert. Hierunter fallen beispielsweise Adressbuch, Terminplaner, Kalender, Notizblock, Aufgabenplaner, E-Mail und Projektmanagement. Genau das waren auch die Funktionen, auf die die allerersten PDA's eingeschränkt waren.

Mit steigender Performance der Personal Digital Assistants wurden auch die Applikationen für diese Geräte anspruchsvoller. Der Wunsch, auf seinem PDA unterwegs auch wichtige Dokumente mitführen und betrachten zu können, führte zu abgespeckten Versionen von Textverarbeitungen und Tabellenkalkulationen, die zumindest die Kernfunktionalität zur Verfügung stellten und Formatierungsmöglichkeiten boten, aber beispielsweise keine Rechtschreib- oder Grammatikprüfung.

Zur Standard-Softwareausrüstung eines Smart Device zählen heute Email Client, Kontaktverwaltung, Internetbrowser, Pocket Office-Pakete, Synchronisationssoftware, Mediaplayer und Bildbetrachtungssoftware, sowie ein Instant Messaging Client.

Auf Grund der Größe und der leichten Handhabung eignen sich Smart Devices auch hervorragend für Spezialanwendungen, wie beispielsweise die mobile Datenerfassung. Unterstützt durch externe Hardware (zum Beispiel Barcodescanner), die über die USB-Schnittstelle oder die vorhandenen CompactFlash-Steckplätze an den PDA

¹² PIM – Personal Information Manager

angeschlossen werden, sind sie für den mobilen Einsatz in schwer zugänglichen Bereichen prädestiniert. Die Daten werden auf dem Gerät in, in ihrem Funktionsumfang reduzierten, Datenbanken geschrieben und können durch einfache Mechanismen mit der zugehörigen Serverdatenbank synchronisiert werden. Von den meisten namhaften Datenbankherstellern gibt es mittlerweile auch Smart Device-fähige Versionen der Datenbanksoftware, die zumeist auch noch gratis angeboten werden. Mit dem SQL Server Compact 3.5 stellt Microsoft beispielsweise eine, auf Basis des SQL Server 2008 entwickelte, kostenlose Datenbank für Smart Devices und Embedded Systeme zur Verfügung. Konkurrent Oracle bietet für mobile Applikationen seine Database Lite-Produkte an, während Sybase seine SQL Anywhere-Linie um das Produkt UltraLite erweitert hat.

Da Smart Devices nicht mehr nur dem Business-Anwender vorbehalten sind, entstanden in den letzten Jahren auch Portierungen von bekannten PC-Spielen für diese Geräteklasse.

Eine weitere, immer beliebtere Anwendungsform von Smart Devices im Consumer-Bereich, ist die Möglichkeit, mit integrierten, oder extern anschließbaren, GPS-Empfängern ausgestattete Geräte, die entsprechende Software vorausgesetzt, als mobile Navigationsgeräte einzusetzen. Gegenüber stationär in den Fahrzeugen eingebauten Navigationssystemen hat man den Vorteil flexibel zu sein und das Navigationsgerät unter anderem auch beim Wandern nutzen zu können. Im Vergleich zu tragbaren Navigationsgeräten steht ein erweiterter Funktionsumfang (Musik-Player, Kamera, etc.) zur Verfügung.

[Bal07, S. 1] vergleicht deshalb die Mobiltelefone der neueren Generation mit Schweizer Armee Messer. Wie das Schweizer Armee Messer nicht nur eine Klinge, sondern auch Zangen, Schraubenzieher, Lupe, Zahnstocher und vieles mehr anbietet, wollen die Benutzer heutzutage unterwegs telefonieren, Texte verfassen, Sprachmemos aufzeichnen, im Internet surfen, Fotos machen, Musik hören oder TV-Shows verfolgen. Das Telefon tragen die Benutzer bereits in der Tasche mit sich, es liegt deshalb nahe, auch die anderen Funktionen auf dem gleichen Gerät anzubieten. So wie beim Schweizer Armee Messer, das nicht denselben glatten Schnitt wie ein Kochmesser bietet und nicht so gut in der Hand liegt, wie ein gut geformtes Taschenmesser, sind die Anwender auch bei Smartphones bereit die Einschränkungen in der User Experience gegenüber Einzelgeräten in Kauf zu nehmen.

2.4 Bekannte Probleme bei mobilen Applikationen

It's all part and parcel of the whole genie gig: phenomenal cosmic power, itty bitty living space.

Genie (Disney's Aladdin, 1992)

Die technischen und baulichen Einschränkungen der Smart Devices machen rasch klar, dass die vom Desktop PC bekannten Applikationen für diese Geräte nicht geeignet sind. Zu klein ist der Bildschirm um aufwendige Symbolleisten oder Vorschauansichten in der Applikation zu verwenden. Zu gering der Arbeitsspeicher um in einer Textverarbeitung auch noch eine Grammatikprüfung, oder die Möglichkeit Tabellen aus einer Tabellenkalkulation einzubetten, zur Verfügung zu stellen.

Mobile Applikationen sind Anwendungen, die speziell für den Einsatz auf Smart Devices entwickelt werden. Das Erscheinungsbild dieser Applikationen ist an die geringe Auflösung der Bildschirme angepasst. Ebenso wird nur die notwendige Funktionalität für den mobilen Einsatz zur Verfügung gestellt.

[Wec03] identifiziert folgende Probleme, denen der Entwickler von mobilen Applikationen gegenübersteht.

Die Darstellungsmöglichkeiten sind aufgrund der Displaygröße und des Formfaktors eingeschränkt und verlangen vom Entwickler, beziehungsweise vom User Interface Designer, eine gute und übersichtliche Strukturierung der Eingabemasken. Die Standardauflösung bei Smart Devices beträgt 240 x 320 Pixel. Nur wenige Geräte, mit Ausnahme der UMPC's, unterstützen größere Auflösungen.

Bei Speichergrößen von aktuell 128 MB RAM und maximal 64 MB ROM steht der Programmierer schnell an den (Speicher)Grenzen des Gerätes an. Vor allem dann, wenn auch noch größere Datenmengen verwaltet werden sollen.

Auch die Verbindungsmöglichkeit zum Server muss bei der Planung der Applikation berücksichtigt werden. Im mobilen Einsatz hat man oft mit widrigen Umgebungsbedingungen, aber auch mit anderen störenden Einflüssen (Störfelder, Schmutz, etc.) zu kämpfen.

Für den Entwickler treten dabei Probleme mit dem Management von volatilen Zustandsdaten ebenso auf, wie die Anforderung Datenbestände zu replizieren und diese durch Lösen der auftretenden Replikationskonflikte konsistent zu halten. Ebenso muss der Entwickler die vorhandenen Bandbreiten berücksichtigen. Die Daten müssen vor

der Replikation komprimiert und so versendet werden, dass abgebrochene Übertragungen an der Stelle des Abbruchs wieder aufgenommen werden können.

Die genannten Einschränkungen betreffen in erster Linie Applikationen, die große Datenmengen verwalten müssen und nicht Multimedia-Anwendungen, die für den Privatanwender interessant sind.

Da oft die gewohnten Eingabegeräte (Tastatur, Maus) nicht zur Verfügung stehen, muss die Applikation für die am Client verfügbaren Eingabemedien optimiert sein. Üblicherweise sind dies Touchscreens, Scrollräder, Funktionstasten und Wippschalter, die dem Benutzer je nach Anwendungsfall besonders einfache und komfortable Bedienmöglichkeiten zur Verfügung stellen müssen.

Für die Entwicklung einer mobilen Applikation ist es nicht nur unabdinglich zu wissen, welchen Limitierungen die Smart Devices unterliegen, sondern auch, in welchem Umfeld und von welcher Benutzerschicht die Anwendungen eingesetzt werden. Nachfolgende kurze Geschichte soll die Bedeutung dieses Wissens hervorstreichen.

Microsoft Italien wurde vom größten italienischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen beauftragt, eine Anwendung zu entwickeln, die es den Außendienstmitarbeitern ermöglichen sollte, vor Ort die Elektrizitätszähler abzulesen und die Daten online an den Server zu schicken. Nachdem die Anwendung fertig entwickelt und getestet war, wurde sie beim Kunden ausgerollt. Nach der anfänglichen Begeisterung kamen bald die ersten Klagen von Seiten des Kunden, dass die Anwendung nicht funktioniert. Nachdem sich die Beschwerden häuften, ließ sich Microsoft eines der eingesetzten Smart Devices zuschicken. Zur Überraschung der Entwickler kam dieses Gerät mit einem vollständig zerstörten Display bei Microsoft an. Es stellte sich heraus, dass das Problem durch die implementierte Eingabemöglichkeit (nur über die projizierte Tastatur) verursacht wurde. Da die Mitarbeiter oft in dunklen Kellern den Zählerstand ablesen mussten, und aus Sicherheitsgründen Schutzhandschuhe trugen, gingen innerhalb kürzester Zeit die filigranen Eingabestifte der Devices verloren. Da die Bedienung der Tastatur mit den Schutzhandschuhen nicht möglich war, verwendeten die Mitarbeiter den nächstbesten Gegenstand, der einem Eingabestift gleichkam – einen Schraubenzieher!

Den Grund warum sich viele mobile Applikationen bislang nicht durchsetzen konnten, beschreibt [Bal07, S. 2] folgendermaßen.:

Die meisten mobilen Applikationen wurden als miniaturisierte Version von ähnlichen Desktop-Applikationen entwickelt. Diese Applikationen enthalten deshalb alle Limitierungen der Desktop-Applikation, alle Limitierungen, die durch das Smart Device auferlegt werden und typischerweise auch noch einige zusätzlichen Limitierungen auf die sich Designer und Entwickler bei der Portierung der Applikation vom Desktop zum mobilen Gerät einigen mussten.

[Bal08] erkennt das Problem bei der Erstellung von mobilen Applikationen darin, dass viele Firmen, wenn sie den Entschluss fassen, eine mobile Version ihrer Applikationen zu erstellen, die Desktop-Applikation heranziehen, ermitteln, welche Funktionen der Applikation für mobile Benutzer verwendbar sind, und diese Funktionen für mobile Geräte adaptieren. Dies hat zur Folge, dass es meist eine Reihe von Einzelapplikationen gibt, die in Summe zwar die Funktionalität der Desktop-Applikation abbilden, aber die Anwenderfreundlichkeit der Applikation nicht mehr gegeben ist.

Es gilt für mobile Applikationen daher die Maxime „Mobilize, don't Miniaturize“, was bedeuten soll, dass bei der Erstellung der mobilen Applikation überlegt werden soll, was der Benutzer an Funktionalität benötigt und in welchem Kontext.

Das W3C identifiziert in [W3C08] zusätzlich noch folgende Probleme bei der Verwendung von mobilen Webapplikationen. Die Betrachtung von Webseiten, die für am Desktop übliche Auflösungen ausgelegt wurden, ist auf Smart Devices im allgemeinen nicht oder bestenfalls schwer möglich. Vor allem die Verwendung von Navigationsmenüs im Kopfbereich der Seite macht es dem Benutzer unmöglich, den Inhalt der Seite auf einen Blick zu erkennen. Auf Grund der eingeschränkten Eingabemöglichkeiten auf vielen Smart Devices kann die Navigation zur Seite für den Anwender beschwerlich sein, wenn ein langer URI¹³ eingegeben werden muss. Auch das Ausfüllen von Webformularen ist auf vielen Smart Devices ein mühsames Unterfangen. Im Gegensatz zu fixen Internetverbindungen (ADSL, Kabelmodems, etc.), die im allgemeinen zumindest ein fixes Downloadvolumen im Preis integriert haben, ist die Datenübertragung bei mobilen Internetverbindungen, die nach übertragenen Datenpaketen abrechnen, vergleichsweise teuer und auch langsam. Die Übertragung

¹³ URI – Uniform Ressource Identifier

von unnützen Informationen, wie beispielsweise unnötige Formatierungsoptionen, oder noch schlimmer, große Seiten, die die gewünschte Information dann gar nicht enthalten, sollte bei mobilen Webapplikationen vermieden werden. Benutzer von mobilen Geräten sind auch gezielter auf Informationssuche als Benutzer von Desktop-Geräten, sodass eine langsame Verbindung ein zusätzlicher Hemmschuh für die Verwendung der Applikation ist.

2.5 Entwicklungsparadigmen für mobile Applikationen

[Bal07, S. 3] definiert, dass eine erfolgreiche, gut entworfene mobile Applikation nicht ein einfaches Subset der korrespondierenden Desktop-Applikation sein kann, sondern eine Anwendung sein muss, deren Features die Features der Desktop-Applikation teilweise überlappen und komplementieren sollen.

In [Wis02] wird beschrieben, wenn man sich für die Entwicklung einer mobilen Applikation entscheidet, so kann man zwischen zwei grundsätzlich verschiedenen Entwicklungsansätzen wählen. Zum einen besteht die Möglichkeit einer Webanwendung, die nur einen Webbrowser auf dem mobilen Gerät voraussetzt, zum anderen die Entwicklung einer Clientanwendung, welche auf der Plattform des Clients läuft.

2.5.1 Browserbasierende Applikation

Die Vorteile einer Webanwendung für mobile Geräte sehen [Drö06] in der zentralen Datenhaltung, zentralen Administration, dem geringen Speicherverbrauch und der Geschwindigkeit. Durch die zentrale Datenhaltung kommt es zu keinen Inkonsistenzen in Form verschiedener Datenbestände auf den Clients. Aufwendige Mechanismen zur Synchronisation können entfallen. Die zentrale Administration ermöglicht es, neue Versionen der Applikation einfach auszurollen, da sie nur am Server installiert werden muss. Da der Zugriff lediglich über einen Webbrowser erfolgt ist der benötigte Speicherplatz am Smart Device wesentlich geringer als bei einer mobilen Clientanwendung. Für komplizierte Berechnungen kann die Rechenleistung des Servers genutzt werden und der Client somit entlastet werden.

Der größte Nachteil einer Webanwendung ist die Voraussetzung einer permanenten Internetverbindung. Gerade bei mobilen Geräten ist diese Bedingung nicht immer erfüllbar. Wie man aus dem Bereich der Mobiltelefonie weiß, ist eine hundertprozentige

Netzabdeckung leider auch heute noch nicht gewährleistet. Vor allem in engen oder tiefen Tälern ist der mobile Zugang zum Internet oft noch nicht möglich. Aber auch in Großstädten wie Wien kann noch nicht von einer vollständigen Abdeckung gesprochen. Ein weiterer Nachteil der Webanwendungen sind die Einschränkungen bei den Darstellungsmöglichkeiten im Webbrowser, die man in der Gestaltung der Benutzeroberfläche berücksichtigen muss. Dieses Problem wird von mobilen Webanwendungen gelöst (siehe [Wec03]). Um für eine Webanwendung für jeden Gerätetyp ein ansprechendes Layout zu erstellen, wurde früher entweder für jeden Gerätetyp eine eigene Seite entwickelt oder eine aufwendige XML/XSLT Transformation durchgeführt um die Darstellung zu optimieren. Die Palette der Internet-Darstellungsformate am Smart Device reicht von kompletten DHTML über HTML 3.2 und cHTML bis hin zum am Handysektor verbreiteten WAP-Format WML. Mobile Webanwendungen verwenden sogenannte Gerätefilter, welche die Inhalte generisch konvertieren und es dem Entwickler somit ermöglichen, seine Inhalte nur einmal zu erstellen, aber trotzdem im richtigen Format an das Smart Device zu senden. Allerdings muss dem Entwickler der Webapplikation beim Design der Seite das Spektrum der Geräte, über die die Applikation genutzt wird, von Anfang an bewusst sein. Hier kann eine doppelte Implementierung der Applikation, einmal für die in der Darstellung stark eingeschränkten mobilen Clients (Mobiltelefone, bzw. PDA's), und einmal für Clients mit guten Darstellungsmöglichkeiten (UMPC's, Notebooks, PC's) von Nutzen sein. Neuere Ansätze verwenden zur Darstellung ein Plug-In, welches im Browser am Gerät installiert wird. Dieser Ansatz wird in Kapitel 4.2.1 genauer betrachtet.

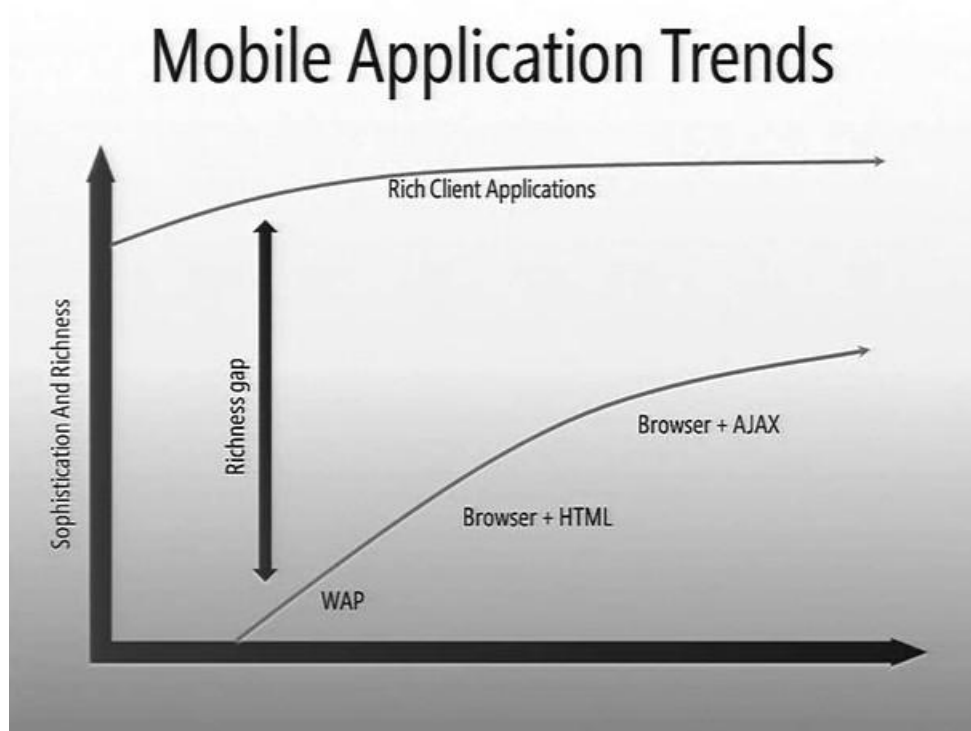


Abbildung 7: Unterschied zwischen Client- und Webapplikationen

2.5.2 Mobile Clientanwendungen

Mobile Clientanwendungen hingegen können die gesamten Möglichkeiten der Plattform ausnutzen. Clientanwendungen erlauben lokale Datenhaltung, bieten die Voraussetzung für Onlineverbindungen, nutzen die Funktionen des Gerätes, ein größerer Funktionsumfang lässt sich implementieren und die Geschwindigkeit der Anwendung kann höher sein [Drö06]. Die lokale Datenhaltung ist besonders dann interessant, wenn Daten nicht ständig aktuell vorliegen müssen. Durch den Wegfall der Übertragung der Daten kann Zeit und meist auch Geld gespart werden. Wird für eine bestimmte Funktion, zum Beispiel Synchronisation der lokalen Daten mit dem Server, eine Verbindung zum Server benötigt, kann diese kurzfristig aufgebaut werden. Mobile Anwendungen können auch gerätespezifische Funktionen (integrierte Kamera, GPS-Modul) ausnutzen. Bei Webanwendungen ist man in der Regel auf die Skriptsprache JavaScript beschränkt. Mobile Anwendungen können hingegen mit mächtigeren Programmiersprachen (C#, Java, etc.) entwickelt werden. Es können somit Funktionen programmiert werden, für die JavaScript keine Schnittstellen liefert, wie beispielsweise das An- und Abschalten der Hintergrundbeleuchtung. Bei einer klassischen Webanwendung muss nach jeder Benutzerinteraktion der Input an den Webserver gesendet werden und

die neue, an den Input angepasste Webseite geladen werden. Bei der mobilen Anwendung können die Benutzereingaben lokal verarbeitet werden, was die Geschwindigkeit der Applikation erheblich steigert.

Bei Clientanwendungen wird der Programmcode direkt am PDA ausgeführt. Der Nachteil solcher Applikationen ist die Plattformabhängigkeit der Programme. Eine Anwendung nach dem Prinzip „Write once – run anywhere“ zu entwickeln ist auf Grund der unterschiedlichen Betriebssysteme auf Smart Devices bis vor einigen Jahren nahezu unmöglich gewesen. Der Entwickler musste also bereits im vorhinein wissen, auf welchem Gerätetyp seine Applikation laufen wird. Da mobile Applikationen aber häufig auf die Erfordernisse eines bestimmten Kunden zugeschnitten sind, kann hier zumeist eine homogene Plattform garantiert werden.

Heutzutage gibt es aber auch plattformübergreifende Lösungen, wie beispielsweise das .NET Compact Framework von Microsoft, Java Platform, Micro Edition (Java ME) von Sun oder die Widget-Bibliothek Qt von der Firma Trolltech, die die plattformübergreifende Programmierung von grafischen Benutzeroberflächen ermöglicht. Seit kurzem werden von Qt auch Smart Devices (basierend auf Windows CE oder embedded Linux) unterstützt.

Im Kapitel 2.6 sollen diese Plattformen näher beschrieben werden.

In den letzten Jahren hat sich allerdings auch eine Hybridform aus mobiler Webapplikation und mobiler Clientapplikation entwickelt. Die Rede ist von sogenannten Rich Internet Applications (RIA). Zunächst soll deshalb noch erläutert werden, was unter Rich Internet Application verstanden wird.

2.5.3 Rich Internet Application

Der Begriff „Rich Internet Application“ (RIA) wurde zum ersten Mal von Jeremy Allaire in [All02] verwendet. Er erkennt folgende Aspekte, die eine RIA erfüllen sollte, um die Unzulänglichkeiten einer klassischen Webapplikation zu vermeiden:

Mangel beim traditionellen Web	Ansätze einer RIA zur Lösung des Problems
Schwache Performance; Request-Response Page Rendering Modell; Keine Client-seitige Datenspeicherung	Effiziente, hoch-performante Laufzeitumgebung für die Ausführung des Codes, Content und Kommunikation
Aufteilung in viele Technologien, die	Integrierte Content-, Kommunikations-

Mangel beim traditionellen Web	Ansätze einer RIA zur Lösung des Problems
nur schlecht miteinander interagieren	und Applikationsschnittstellen in einer gemeinsamen Umgebung
Kein Objektorientiertes Design (OOD) für größere Applikationen möglich	Mächtige und erweiterbare Objektmodelle für die Interaktivität
Keine Unterstützung von Komponenten-getriebenen Entwicklungstools für größere Applikationen	Unterstützung von Rapid Application Development durch Komponenten und Wiederverwendung von Code
Präsentationslogik, User Interface und Applikationslogik werden nicht getrennt	Verwendung von Web- und Datendiensten die von Applikationsservern zur Verfügung gestellt werden
Webapplikationen können nur online verwendet werden	Clients können online und offline arbeiten

Tabelle 1: Ansätze von RIA´s zur Lösung von Problemen im traditionellen Web (vgl. [Mor08])

Fasst man diese Anforderungen zusammen, sollte eine Rich Internet Application so viele Aspekte wie möglich einer klassischen Clientapplikation, die eine sog. „Rich User Experience“ liefert, enthalten. Eine Rich User Experience basiert auf einer statusbasierten Interaktion, was bedeutet, dass eine Applikation sich in verschiedenen Stati befinden kann, Fortschritte in der Verarbeitung anzeigen und auf Benutzereingaben schnell reagieren kann, beispielsweise zur Input-Validierung. Webapplikationen liegt das HTTP-Protokoll zu Grunde, das keinen Status unterstützt. [Bes06].

[Mor08] kategorisiert Applikationen wie folgt:

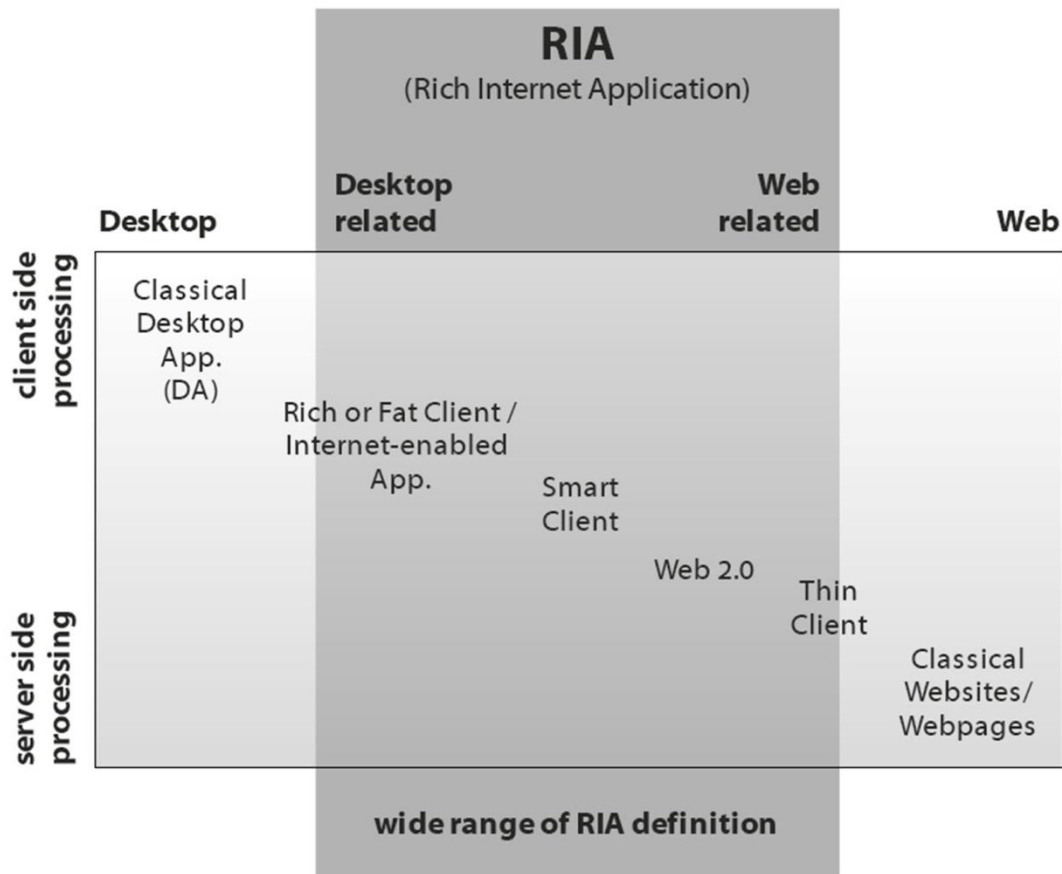


Abbildung 8: RIA Kategorisierung

Diese Grafik zeigt, dass sich für den Begriff Rich Internet Application ein breites Spektrum an Technologien findet. Alle RIA's haben jedoch gemeinsam, dass Sie die Vorteile sowohl klassischer Client-, als auch Webapplikationen vereinen.

Eine Rich Internet Application ist also eine Kreuzung zwischen einer Webapplikation und einer traditionellen Clientapplikation, die einen Teil der Arbeit auf den Web-Client auslagert und einen Teil am Applikations-Server belässt [Loo06]. Zu den Aufgaben, die der Web-Client durchführen kann, gehören das Durchführen von Berechnungen, Senden und Empfangen von Daten asynchron zum Request durch den Benutzer, Neuzeichnen von Bildschirmausschnitten, usw. [Duh03].

Microsoft spricht von sogenannten „Smart Clients“, wenn es um Rich Internet Applications geht und definiert diese auf [Mic06] als einfach zu verteilende und zu verwaltende Clientapplikationen, die eine adaptive, rückmeldende und stark interaktive Experience bieten, indem sie die lokalen Ressourcen wirksam einsetzen und sich auf intelligente Weise mit verteilten Datenquellen verbinden.

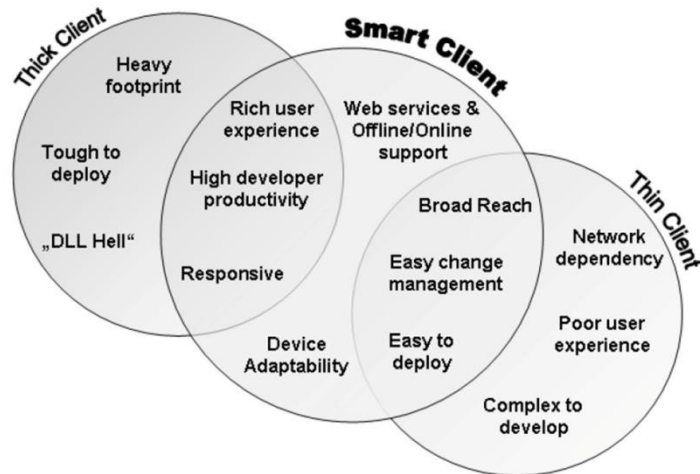


Abbildung 9: Smart Client Konzept [Kno06, S. 29]

Im Gegensatz zu den mobilen Clientanwendungen benötigen Smart Clients keine eigene Setuproutine. Applikationen können durch das sogenannte „XCOPY Deployment“ ausgerollt werden. Das bedeutet, dass der Anwender lediglich alle benötigten Dateien auf sein Gerät kopiert und auf diesem die ausführbare Datei startet.

2.6 Plattformen zur Entwicklung von mobilen Applikationen

2.6.1 Microsoft .NET Compact Framework

Das in [Mic08a] beschriebene .NET Compact Framework, welches mittlerweile in Version 3.5 verfügbar ist, ist eine Entwicklungsplattform für mobile Geräte und Teil der .NET Strategie von Microsoft. Das .NET Compact Framework stellt die Welt des „Managed Code“ und der „XML Web Services“ auf Smart Devices zur Verfügung und ermöglicht die Ausführung von sicheren, downloadbaren Anwendungen auf Geräten wie PDA's, Mobiltelefonen und Set-Top-Boxen. Es stellt eine Teilmenge der Klassenbibliothek des .NET Frameworks für Smart Devices zur Verfügung und erweitert diese auch um Klassen, die speziell für Smart Devices entwickelt wurden. Als Beispiel seien hier Klassen für die Unterstützung der IrDA-Schnittstelle oder des SQL Server Compact erwähnt. Dadurch ist es Programmierern möglich, das selbe Programmiermodell für die Entwicklung von mobilen Applikationen zu nutzen, das Sie von der Entwicklung von Desktop- und Serverapplikationen kennen. Das .NET Compact Framework umfasst nur etwa 10% der Größe des .NET Frameworks,

implementiert damit aber 25% der Funktionen und laut Aussage von Microsoft können damit 75% der beim Mobile Computing interessanten Aspekte der Programmierung bedient werden.

Das .NET Compact Framework verwendet im Gegensatz zu anderen Entwicklungsplattformen nicht den Ansatz des kleinsten gemeinsamen Nenners zwischen den zu unterstützenden Geräten. Wenn sich die Entwickler an das Programmiermodell halten, können Applikationen ohne großen Aufwand vom Desktop auf den PDA portiert werden. Ebenso ist es möglich das .NET Compact Framework durch zusätzliche Klassenbibliotheken für das jeweilige Gerät zu erweitern und somit die Möglichkeiten und Vorteile des jeweiligen Gerätes bestmöglich auszunutzen.

Das .NET Compact Framework bietet eine stabile und sichere Laufzeitumgebung für clientseitigen Code. Das sogenannte „Managed Code“-Modell des .NET Compact Framework erhöht die Zuverlässigkeit des Codes und reduziert Softwarefehler. Durch die Ausführung des Managed Codes durch die Managed Code Execution Engine wird auch verhindert, das eine abgestürzte Applikation das komplette Gerät zum Absturz bringt. Das Sicherheitsmodell des .NET Compact Framework verhindert, das böswillige Programme Zugriff auf sichere Systemressourcen erhalten. Dadurch ermöglicht es das .NET Compact Framework auch Clientanwendungen zu entwickeln, die offline laufen, und so die Probleme, die bei Verwendung von Webanwendungen durch unterbrochene Internetverbindungen entstehen, zu vermeiden.

Schlüsselfunktionen des .NET Compact Framework sind, die Hardware- und Betriebssystem-Unabhängigkeit der Programmausführung, die Unterstützung der Standardnetzwerkprotokolle und nahtlose Integration von Web Services, sowie die Möglichkeit für Entwickler Programme einfach für eine große Anzahl verschiedener, als auch für eine Gruppe spezieller Geräte zu entwickeln. Weitere Schlüsselfunktionen sind die Optimierung für eingeschränkte Systemressourcen und Vorteile beim Design, so wie das Erzielen optimaler Performance in der Codegenerierung durch Verwendung eines Just-in-time (JIT) – Compilers.

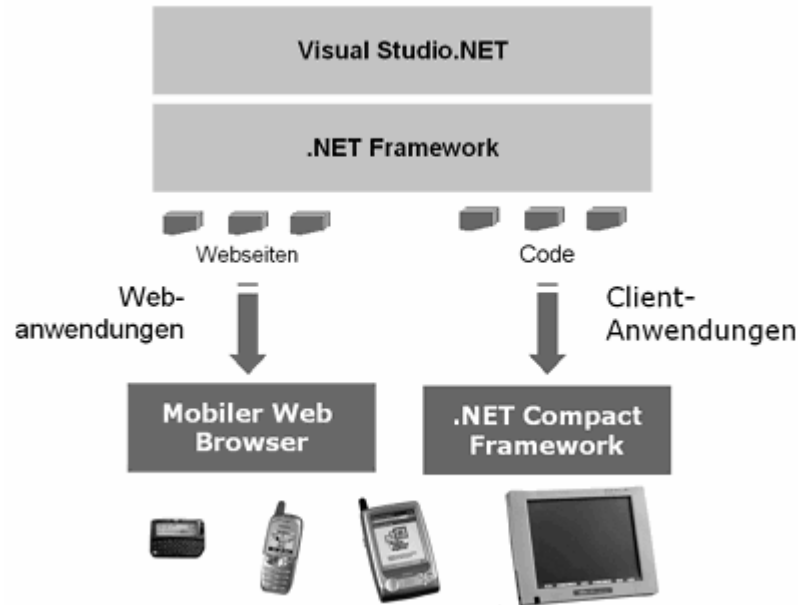


Abbildung 10: Web- und Clientanwendungen mit Visual Studio.NET im Vergleich

Unter dem .NET Compact Framework kann nicht nur Managed Code ausgeführt werden, sondern es erlaubt auch die Ausführung von Native Code. Managed Code wird vom Application Domain Host, einer Native Code Anwendung, ausgeführt. Abbildung 11 zeigt die Architektur der .NET Compact Framework Plattform.

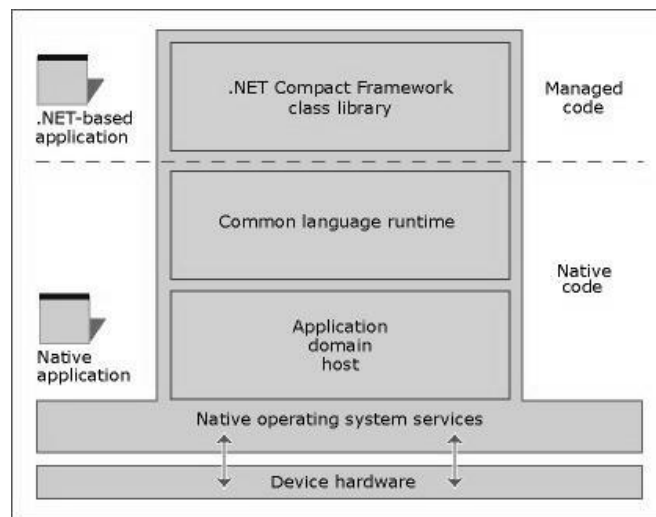


Abbildung 11: Architektur des .NET Compact Frameworks

Jede .NET Compact Framework Anwendung läuft innerhalb einer sogenannten *Application Domain*, die einem Betriebssystemprozess ähnelt. Allerdings können in einem Betriebssystemprozess auch mehrere Anwendungsdomänen existieren. Das Framework sorgt dafür, dass alle von der Anwendung verwendeten Ressourcen nach der Beendigung der Applikation wieder freigegeben werden. Application Domains

bieten viele der Vorteile von Prozessen, wie zum Beispiel Fehlerisolierung oder verbesserte Robustheit und Sicherheit, ohne dazu Unterstützung vom Betriebssystem zu benötigen. Eine solche Anwendungsdomäne wird von einem Anwendungsdomänenhost geladen. Dies ist im allgemeinen einfach eine Erweiterung der vorhandenen Shell auf dem mobilen Gerät, aber auch andere Möglichkeiten sind denkbar, sodass verwalteter Code genauso behandelt werden kann, wie Code, der direkt auf dem System ausgeführt wird. [Drö06].

Um Programmierern die Erstellung von auf dem .NET Framework basierenden Applikationen zu erleichtern stellt Microsoft seit Version 1.1 des .NET Frameworks, bzw. Version 2003 der integrierten Entwicklungsumgebung Visual Studio, für unterschiedliche Standardanwendungsfälle die sogenannten Application Blocks zur Verfügung. Jeder Application Block enthält vordefinierte, wiederverwendbare Komponenten, beispielsweise zur Implementierung einer Verschlüsselung in der eigenen Applikation. Das besondere an den Application Blocks ist die Tatsache, dass auch der Code an den Entwickler weitergegeben wird. Der Entwickler kann diese Funktionen „as is“ in seine Anwendungen übernehmen und es sich somit ersparen das Rad neu zu erfinden.

Speziell für die Entwicklung von Smart Clientapplikationen gibt es den

- Updater Application Block, sowie den
- Smart Client Offline Application Block.

Ersterer erlaubt es Administratoren, auf einem Webserver eine XML-Datei bereitzustellen, die Informationen über die aktuellen Versionen der benötigten Dateien enthält. Der Client verbindet sich regelmäßig mit dem Server und vergleicht die installierten Dateien mit den Informationen aus der XML-Datei. Bei Bedarf können die neuesten Versionen der Dateien runtergeladen und installiert werden.

Der Smart Client Offline Application Block wiederum bietet Funktionen an, um Requests in einer lokalen Datenbank zu speichern, wenn der Client offline betrieben wird. Sobald eine Verbindung besteht, kann er die Requests zum Server schicken, wo diese dann abgearbeitet werden.

Später wurden die Application Blocks einerseits in die, für die Entwicklung von Desktop-Applikationen im Geschäftsumfeld geeignete, Enterprise Library¹⁴

¹⁴ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc467894.aspx>

zusammengefasst. Andererseits wurden für manche Szenarien sogenannte Software Factories zur Verfügung gestellt. So existieren heute Software Factories¹⁵ für Mobile Clients, Smart Clients, Web Clients und Web Services.

Eine Stärke des .NET Compact Framework ist die effiziente Ressourcenverwaltung, speziell die Verwaltung des RAM. So wird auf den RAM erst zugegriffen, wenn man eine Applikation startet. Beendet man eine Anwendung, so gibt das .NET Compact Framework den Speicher wieder frei. Wenn der Speicher knapp wird, gibt das .NET Compact Framework interne Datenstrukturen, die im gerade ausgeführten Programm nicht benötigt werden, frei. Sollte eine Applikation mehr Speicher benötigen, als zur Verfügung steht, so wird sie vom .NET Compact Framework sauber beendet und alle Ressourcen freigegeben. Der Application Domain Host startet die .NET Compact Framework Anwendung und die Common Language Runtime (CLR). Nur ein kleiner Teil des ROM wird von der CLR benötigt.

Die .NET Compact Framework Applikationen werden als .exe- oder .dll-Dateien erstellt, die entweder im RAM oder ROM abgelegt werden. Der CLR Class Loader kann diese Dateien in direkt adressierbaren Blöcken einlesen ohne eine Kopie im Speicher anzulegen.

Der RAM-Speicher wird verwendet um dynamische Datenstrukturen und den vom JIT-Compiler kompilierten Code zu speichern. Das .NET Compact Framework benötigt den RAM um den generierten Code und Datenstrukturen zu cachen.

Der ROM-Speicher wird vom .NET Compact Framework verwendet, um es Anwendungen zu ermöglichen mit verringerter Performance weiterzuarbeiten, wenn der Speicher knapp wird.

Auch in Version 3.5 bietet das NET Compact Framework im Vergleich mit dem .NET Framework nur eine Teilmenge des Sicherheitsmodells an. Das .NET Compact Framework folgt dabei in erster Linie dem Sicherheitsmodell von Windows Mobile. Die wichtigsten Sicherheitsmerkmale von Windows Mobile sind Code Signing und die Security Policy. Windows Mobile kennt drei Arten von Code Signing: Unsigned, Signed unprivileged und Signed privileged. Die Security Policies wiederum bestimmt, welche Rechte der (un)signierte Code besitzt und wie Konflikte aufgelöst werden.

¹⁵ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa137950.aspx>

Windows Mobile unterscheidet zwischen one-tier und two-tier Sicherheitsrichtlinien. Zusätzlich wird noch ein Prompt-Modus, bzw. No Prompt-Modus unterstützt.

Unterstützt ein Windows Mobile Gerät das one-tier Modell, unterscheidet das System nur zwischen signierten und unsignierten Applikationen. Jede signierte Applikation läuft privilegiert am Gerät, hat also Zugriff auf sämtliche Systemfunktionen. Unsignierte Applikationen hingegen werden an der Ausführung gehindert.

Bei einer two-tier Richtlinie hingegen wird bei den signierten Applikation noch nach dem Level der Signatur unterschieden. Signed privileged-Applikationen haben Zugriff auf sämtliche Systemfunktionen. Hat die Applikation hingegen nur einen Signed unprivileged-Status, wird sie zwar ausgeführt, erhält aber keine Zugriffsrechte auf Systemfunktionen wie beispielsweise Registrierungsschlüssel und System APIs.

Ist Prompting aktiviert, wird der Benutzer bei der Ausführung von Signed unprivileged-Applikationen auf den Umstand hingewiesen und hat die Möglichkeit die Applikation auf eine höhere Privilegierungs-Stufe anzuheben.

Das .NET Compact Framework selbst unterstützt Security zum Beispiel durch die Verfügbarkeit von Klassen zur Verschlüsselung, bietet aber keine eigene Code Access-Security an.

2.6.2 .NET Micro Framework

Für Geräte, für die selbst das .NET Compact Framework noch zu groß ist, wurde von Microsoft das .NET Micro Framework entwickelt [Mic08b].

Das .NET Micro Framework ist eine Managed-Code Common Language Runtime (CLR), die auf kleinen, billigen Geräten, die im Bereich der Prozessorgeschwindigkeit, Speicher oder der Batterie stark eingeschränkt sind, eingesetzt wird. Es besteht aus einer CLR und einer Sammlung von Utility Bibliotheken. Die Systemvoraussetzungen liegen bei 32-Bit ARM7 oder ARM9-Prozessoren und mind. 256 KB RAM, sowie 512 KB Flash/ROM Speicher. Zusätzlich wird noch eine serielle, USB bzw. eine Netzwerk-Schnittstelle benötigt, um die Applikationen auf das Gerät zu übertragen.

Im Gegensatz zum .NET Framework oder .NET Compact Framework benötigt das .NET Micro Framework kein Betriebssystem, sondern kann direkt auf der Hardware ausgeführt werden. Genauso kann es aber auch auf einem Betriebssystem betrieben werden.

[Tho07] vergleichen die minimalen Speicheranforderungen für die Ausführung von Managed Code zwischen einem Windows CE basierten System mit .NET Compact Framework und dem .NET Micro Framework. Um Managed Code auf einem Windows CE basierten System ausführen zu können, werden mindestens 12 MB RAM benötigt (Non-Managed Code kann unter Windows CE ab einer Konfiguration mit 600 KB ausgeführt werden). Das .NET Micro Framework, direkt auf der Hardware ausgeführt, benötigt hingegen für die Ausführung von Managed Code lediglich 300 KB. Zudem benötigt das .NET Micro Framework keine Prozessoren mit sogenannten Memory Management Units, was die Hardwarekosten gegenüber Windows CE weiter senkt.

Zusammengefasst lassen sich folgende Stärken des .NET Micro Framework identifizieren:

- Geringere Hardwarekosten als bei anderen Managed Plattformen
- Geringere Entwicklungskosten als bei anderen Embedded Plattformen
- Geringerer Energieverbrauch

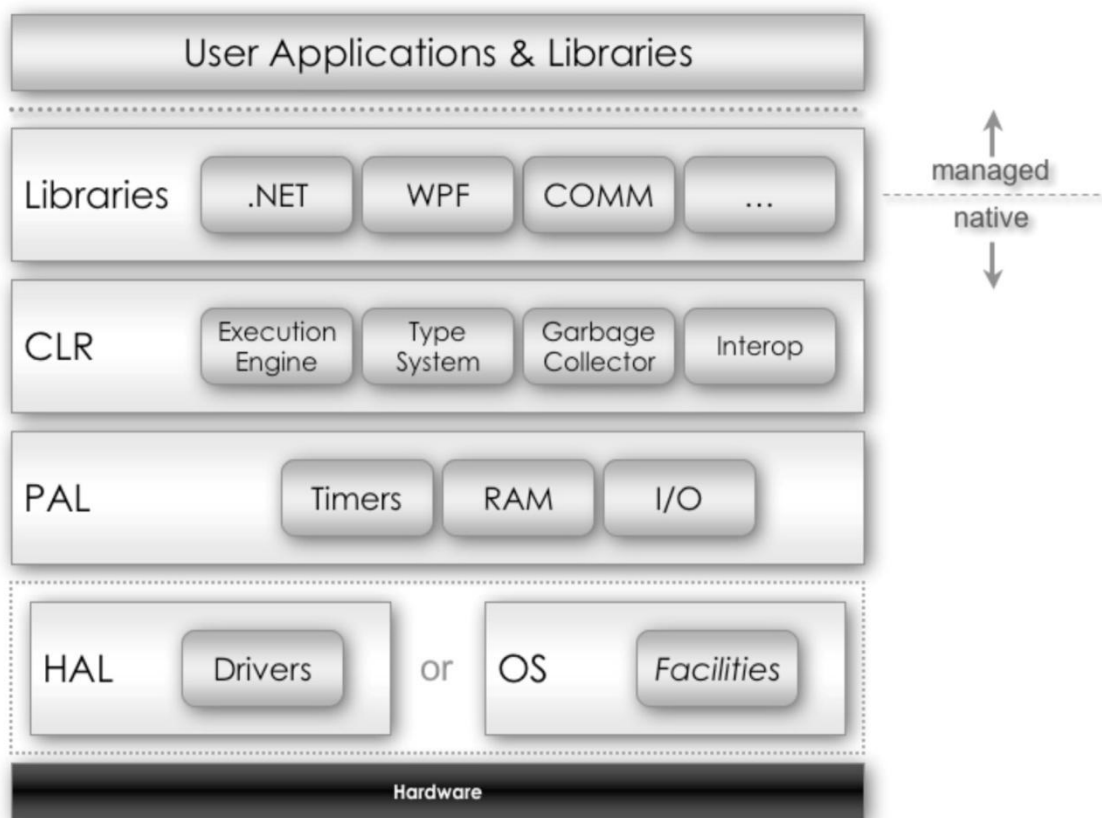


Abbildung 12: Basis Architektur des .NET Micro Framework [Tho07]

Das .NET Micro Framework bietet Dienste an, die normalerweise von einem Betriebssystem zur Verfügung gestellt werden. Dazu gehören Umgebungs-

initialisierung, Interrupt Handling, Threading und Prozessmanagement, Heap Management, und vieles mehr. Dadurch wird es dem .NET Micro Framework möglich, direkt auf der Hardware ausgeführt zu werden.

Die .NET Micro Framework CLR ist eine kleine, hochoptimierte Managed Code Runtime, die auf dem ECMA Industrie Standard basiert. Die Hauptvorteile von Managed Code (Sicherheit, Ressource Protection, Validierung, etc.) werden von ihr zur Verfügung gestellt.

Die primären Ziele beim Design der .NET Micro Framework CLR waren:

- Minimaler Footprint
- Lauffähigkeit direkt auf der Hardware
- Für batteriebetriebene Geräte optimiert
- Leicht Portierung durch die Verwendung des HAL

Im Sinne der Optimierung für sehr kleine Geräte unterstützt die .NET Micro Framework CLR nur C# als Programmiersprache. Das ist keine eigentliche Einschränkung, da alle .NET Compiler an sich den gleichen IL-Code erzeugen. Unterschiede gibt es nur in einigen sprachspezifischen Konstrukten. Bei den großen .NET Clients für PC's und Windows Embedded-basierte Geräte enthält die CLR einen Just-in-time- (JIT-) Compiler, der beim Start einer Anwendung im Hintergrund den IL-Code übersetzt. Bei der Ausführung ist dieses Verfahren ähnlich schnell wie native Anwendungen. Im .NET Micro Framework gibt es keinen JIT-Compiler, sondern einen Interpreter für den IL Code. Dieser Kompromiss wurde eingegangen, um die angestrebten Ziele bezüglich des ROM/FLASH Speicherbedarfs zu erreichen. Trotzdem ist die CLR des .NET Micro Framework schnell [Swi07].

[Drö06] nennen als mögliches Einsatzgebiet des .NET Micro Frameworks, die Entwicklung von Anwendungen für Armbanduhren. Ebenso ist der Einsatz bei Sensoren vorstellbar.

Das .NET Micro Framework wird in der Auflistung nur der Vollständigkeit halber genannt, da es sich hierbei um eine Implementierung handelt, die in Konkurrenz mit der Connected Limited Device Configuration der Java Platform, Micro Edition (siehe nächstes Kapitel 2.6.3) steht. Für den Einsatz in Smart Devices nach der Definition, wie sie in dieser Arbeit verwendet wird, ist das .NET Micro Framework wohl zu stark eingeschränkt.

2.6.3 Java Platform, Micro Edition (Java ME)

So wie es von Microsoft das .NET Framework (für Enterprise- und Desktopapplikationen), bzw. das .NET Compact Framework (für mobile Applikationen) und das .NET Micro Framework (für mobile Applikationen die direkt auf der Hardware laufen sollen) gibt, gibt es von Sun verschiedene Java-Implementierungen, die für spezielle Anwendungsformen entwickelt worden sind.

Für Smart Devices sind vor allem zwei Java-Pakete interessant. Zum einen die Java Platform, Standard Edition (Java SE), die in erster Linie für Applikationen im Desktopbereich entwickelt wurde. Java SE ist auch die Standardimplementierung für das PDA-Betriebssystem SavaJe OS. Zum anderen die, für die Verwendung in Smart Devices ausgelegte, Java Platform, Micro Edition (Java ME).

Mit der Java ME entwickelte Programme enthalten neben dem Quellcode auch einen Satz von Klassenbibliotheken, sodass die Applikationen auch auf Geräten ausgeführt werden können, die noch nicht alle Bibliotheken besitzen. Die Java ME bietet zwei verschiedene Konfigurationen¹⁶, welche unterschiedliche Hardware-Anforderungen an die Smart Devices stellen:

- **Connected Limited Device Configuration (CLDC)**

128 kB für Virtual Machine und CLDC-Bibliotheken

- mindestens 32 kB für die Laufzeitumgebung
- mindestens 16 Bit – Prozessor mit 25 MHz
- niedriger Energieverbrauch (Batterie, ...)

- **Connected Device Configuration (CDC)**

- mindestens 2 MB Speicher
- mindestens 32 Bit – Prozessor

¹⁶ Eine Konfiguration besteht aus einer Java Basistechnologie (Java ME), einer Menge von Klassenbibliotheken und einer Virtual Machine (VM)

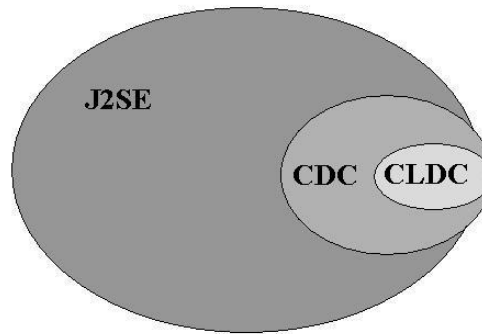


Abbildung 13: Teilmengenbeziehung der Konfigurationen

Kernstück der CLDC ist die K Virtual Machine [Sun08]. Diese ist für den Einsatz auf ressourcenschwachen Geräten optimiert. Sie benötigt kaum Speicher und auch die Prozessorleistung kann für die K Virtual Machine (KVM) sehr gering sein. Auf Grund der Optimierungen für solch ressourcenschwache Geräte mussten allerdings einige Einschränkungen in Kauf genommen werden. Die K Virtual Machine in der CLDC Version 1.0 unterstützt zum Beispiel keine Fließkommazahlen und besitzt nur eine eingeschränkte Fehlerbehandlung. So wird beispielsweise während der Laufzeit keine Bytecode-Verifizierung durchgeführt. Diese wird bereits durch den Compiler vorgenommen, der eine Prüfsumme in den Bytecode einfügt. Diese Prüfsumme wird dann von der Laufzeitumgebung überprüft. Da auf diese Art schädliche Applikationen mit gefälschten Prüfsummen eingeschmuggelt werden können, kann somit auch die Laufzeitumgebung zum Absturz gebracht werden. Erst in der Version 1.1, die vollständig rückwärtskompatibel zur Version 1.0 ist, bietet die CLDC auch Unterstützung für Fließkomma-Datentypen.

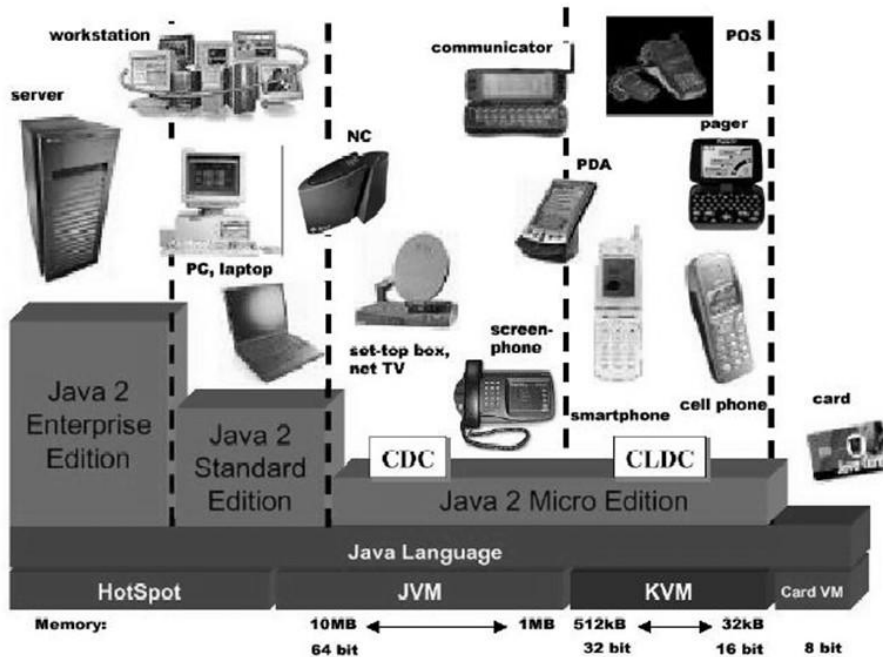


Abbildung 14: Java-Plattformen und ihre Zielarchitekturen

Für leistungsfähigere Smart Devices gibt es die CDC. In dieser bildet die C Virtual Machine (CVM), eine voll Java SE-kompatible Virtual Machine (JDK 1.3), das Kernstück. Im Gegensatz zur Standard Java Virtual Machine der Java SE läuft die CVM schneller und auch speicherextensiver, da sie für die Verwendung auf Smart Devices optimiert wurde. Außerdem ist die CVM in der Lage Javaprogramme auch direkt aus dem ROM heraus auszuführen.

Die CDC enthält neben der Virtual Machine auch andere Komponenten, die für die Laufzeit benötigt werden. Weiterer Bestandteil der CDC ist das Foundation Profile. Dieses umfasst gebräuchliche Bibliotheken (I/O, TCP/IP-Unterstützung, Sicherheit, ...), aber keine Klassen für die Entwicklung grafischer Benutzeroberflächen. Diese Klassen werden erst durch andere Profile¹⁷ wie dem Personal Profile zur Verfügung gestellt.

Die wichtigsten Profile sind:

- **Foundation Profile:**

Das Foundation Profile setzt auf der CDC auf. In ihm sind viele Pakete der Java SE enthalten. Allerdings ohne das `java.awt` Paket. Zusammen mit der CDC bietet es eine komplette Laufzeitumgebung.

¹⁷ Ein Profil beschreibt eine zusätzliche Menge von Java API's, die für eine bestimmte Klasse von Geräten unterstützt wird

- **Personal Basis Profile:**

Dieses Profil setzt auf dem Foundation Profile auf und bildet die Grundlage für das Personal Profile. Es beinhaltet rudimentäre Fähigkeiten aus dem `java.awt` Paket. Voraussetzung für den Einsatz des Personal Basis Profile ist ein Gerät mit mindestens 2 MB ROM, 1 MB RAM und eine Netzwerkverbindung. Es ist für Geräte gedacht, die für das Personal Profile nicht genügend Ressourcen zur Verfügung stellen.

- **Personal Profile:**

Diese baut auf dem Personal Basis Profile auf. Es beinhaltet das vollständige `java.awt` Paket. Das Personal Profile soll in Zukunft die PersonalJava-Umgebung ersetzen.

- **Remote Method Invocation (RMI) Profile:**

Für remote method calls zwischen Java-Applikationen. Dieses Profil ist mit der CDC kombinierbar.

- **Mobile Information Device Profile (MIDP):**

MIDP ist ein wichtiges Profil der CLDC-Konfiguration und aktuell in Version 2.0 verfügbar. Es ist nicht für die CDC implementiert. Es definiert eine API, die auf allen MIDP-fähigen Geräten (Handys und PDA's) zur Verfügung stehen muss. Daraus folgt jedoch, dass es sich am kleinsten gemeinsamen Nenner der Geräte orientieren muss und somit keinerlei Unterstützung für SMS, Infrarot- oder Bluetooth-Schnittstellen implementiert ist.

Das MIDP stellt dafür einige Pakete zur Verfügung, die beispielsweise eine rudimentäre GUI-Entwicklung auf ressourcenschwachen Geräten ermöglichen.

- **PDA Profile (PDAP):**

Das PDAP ist für Geräte gedacht, die über ein Display mit mindestens 20.000 Pixel und über ein Eingabegerät wie etwa einem Stift, über den Texteingabe erfolgen kann, verfügen. Es stellt zusätzliche User Interface-Klassen für PDA's zur Verfügung.

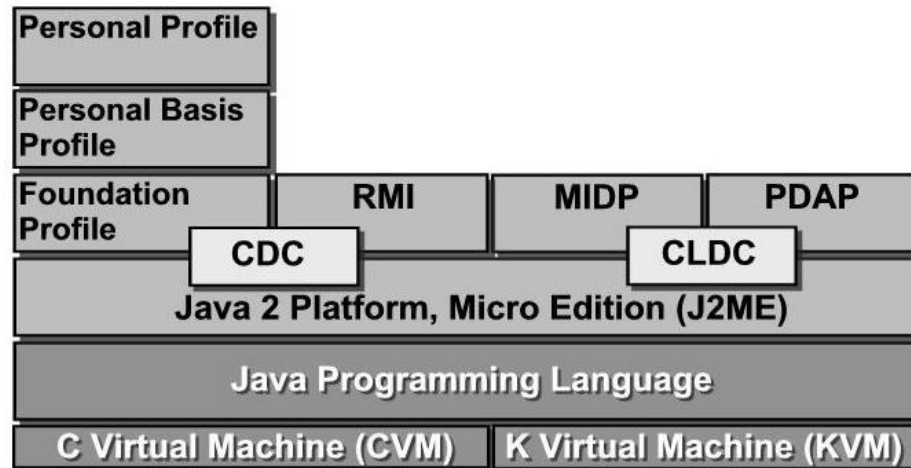


Abbildung 15: Konfigurationen und Profile der Java ME

Da die Virtual Machines (KVM, CVM) speziell für den Einsatz auf ressourcenschwachen Geräten optimiert wurden, sind sie um einiges schneller als die Standard Java SE-Virtual Machine. Außerdem kommt die Java ME mit weniger Speicher aus als die Java SE aus.

2.6.4 Qt Embedded

Qt ist eine von der norwegischen Firma Trolltech entwickelte C++-Klassenbibliothek, die eine einfache und portable GUI-Programmierung ermöglicht. Mit Qt entwickelte Programme sind sowohl unter Linu/Unix-, als auch unter Windows-Systemen lauffähig. Qt wurde als GUI-Toolkit für Unix-basierende Systeme entwickelt. Sinn und Zweck ist es, dem Programmierer die Arbeit mit den low-level-Funktionen zur Erstellung der graphischen Benutzeroberflächen zu ersparen [Her01].

Mit Qt 4.4 bietet Trolltech ein Cross-Platform Application Framework für die Entwicklung von Desktop- und Embedded-Applikationen [Tro08b].

Wie bei den zuvor besprochenen Plattformen bietet Qt eine Laufzeitumgebung, die für die Ausführung der Programme zuständig ist.

Der Vorteil von Qt Embedded liegt darin, dass das Framework sowohl Windows CE basierende Geräte unterstützt, als auch Geräte deren Betriebssystem Embedded Linux ist. Es erlaubt somit eine rasche Entwicklung von Applikationen, auch wenn mehrere Zielplattformen bedient werden sollen. Allerdings wird von Trolltech nur die Programmierung mit C++ oder Java unterstützt.

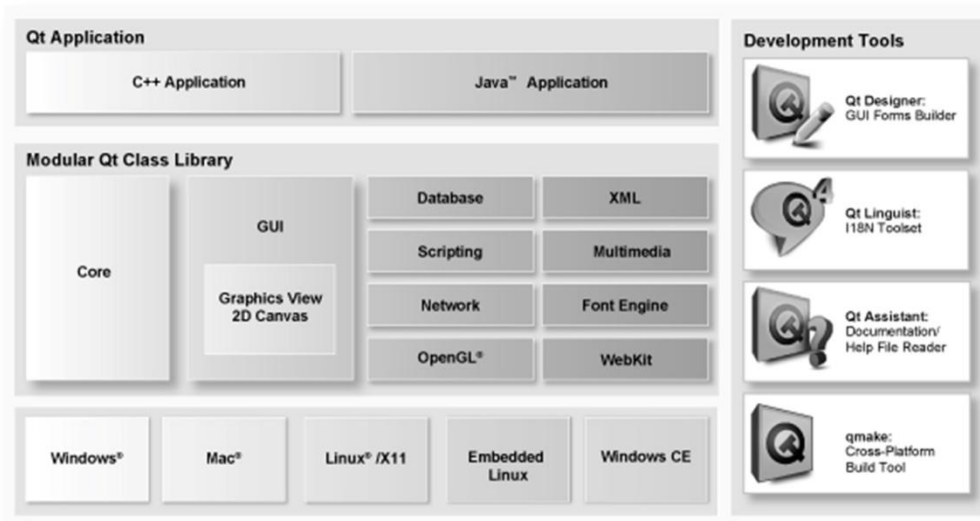


Abbildung 16: Qt 4.4 Architektur¹⁸

Qt Embedded hat minimale Hardware-Abhängigkeiten, die eine einfache Migration zwischen Embedded Linux und Windows CE, aber auch Desktop Linux, Windows, Mac und Unix-Betriebssystemen bietet. Dies vor allem in Szenarien, wo ein Produkt für ein Betriebssystem entwickelt wird und später auf einem anderen Betriebssystem genutzt werden soll. Der Qt Code kann dann einfach für das neue Betriebssystem rekompiliert werden.

Qt ermöglicht durch Rekompilierung, dass Desktop Code auf eine Embedded Plattform portiert wird, und umgekehrt. Anwendungen müssen nur einmal geschrieben werden und können über verschiedene Gerätetypen verteilt werden, solange die Komponenten und User Interfaces für die unterschiedlich großen Bildschirme adaptiert werden. Aber auch dabei unterstützt Qt mit Hilfe von Layout Engines, die es ermöglichen User Interfaces dynamisch zu skalieren, den Entwickler [Tro08a].

Qt Embedded wurde für eine Reihe von Hardware Plattformen optimiert. Zu den unterstützten Prozessoren gehören ARM, x86, PowerPC und MIPS.

2.6.5 Adobe® Flash® Lite™ 3

Im Oktober 2007 hat Adobe¹⁹ mit Flash Lite 3 die neueste Version seiner Flash-Produktfamilie für mobile Endgeräte veröffentlicht [Ado07].

Was versteht man unter Flash?

¹⁸ Quelle: <http://trolltech.com/products/qt>

¹⁹ <http://www.adobe.com>

Der Begriff Flash bezeichnet alle Komponenten der Flash Plattform. Es sind dies:

- Adobe Flash Authoring Umgebung & Adobe Flash Video Encoder:
 - Die Authoring Tools werden zur Erstellung von Flash Projekten und der Video Encoder zur Erstellung von Flash Video verwendet.
- Flash Files: SWF & FLV
 - SWF ist das Dateiformat, das durch die Flash Player verarbeitet wird.
 - FLV ist das Flash Video-Format
- Flash Player
 - Die Player sind die Runtime Engine, die die Ausführung und die Interaktion mit SWF- und FLV-Dateien ermöglicht.

Das SWF-Format war auf Grund der hohen Komprimierung bereits ein ideales Format für mobile Geräte. Durch die zunehmende Verbreitung von Smart Devices und vor allem die steigenden Performance-Daten der Geräte, wurde der Ruf nach einem Flash Player speziell für mobile Geräte laut.

„Flash Lite“ bezeichnet diese Flash Player, die für den Betrieb auf mobilen und anderen Nicht-PC Geräten (MP3-Player, etc.) entwickelt wurden [Rus07].

Adobe Flash Lite 3 ist eine Runtime-Engine für die Generierung von Rich-Media-Erlebnisse für Handys und elektronische Unterhaltungsmedien. Während die Kernbibliothek (ohne Video Codecs) lediglich 380 KB an Speicher benötigt, werden die Speicheranforderungen für Benutzeroberflächen mit 4 bis 6 MB, für eigenständige Inhalte mit 2 bis 4 MB und für Web-Browsing mit 20 MB angegeben.

Die Laufzeitarchitektur von Adobe Flash Lite 3 setzt sich aus mehreren Schlüsselkomponenten zusammen, mittels derer Flash-Anwendungen und -Inhalte mit der Host-Umgebung interagieren. Abbildung 17 zeigt den Aufbau der Laufzeitarchitektur [Ado08].

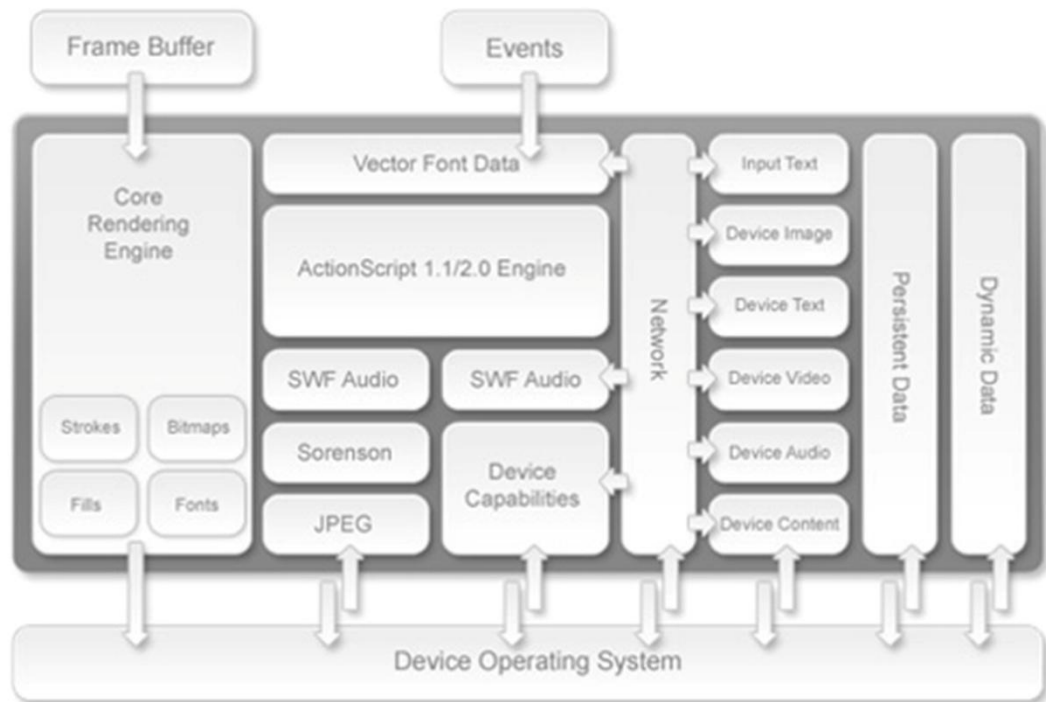


Abbildung 17: Architektur von Flash Lite²⁰

Kernkomponente der Flash Lite-Architektur ist die Rendering-Engine, die visuelle Elemente für die Ausgabe auf dem Bildschirm aufbereitet. Sie wird von der ActionScript™-Komponente ergänzt, die Ereignisse wie zum Beispiel Tastatureingaben verarbeitet und dynamische Interaktionen innerhalb der Anwendung ermöglicht.

Die Architektur kann auch Spezialkomponenten für die Verarbeitung und Darstellung bestimmter Datentypen umfassen, zum Beispiel für spezielle Grafik- und Videoformate oder für gerätespezifische Daten wie die Signalstärke oder der Ladezustand des Akkus. Die letzte Klasse von Komponenten interagiert direkt mit den Verarbeitungsfunktionen des Gerätes selbst, um die Gesamtleistung zu optimieren.

In [Rob08] gibt Strategy Analytics Inc. eine Schätzung der Installationsbasis von Flash Lite im Jahr 2008 ab. Demnach soll es bis Ende 2008 allein in Westeuropa 107 Mio. Geräte mit Flash Lite 1.1 und höher geben. Weltweit ist nach Erkenntnis von Robinson mit einer Installationsbasis von Flash Lite Produkten von ca. 450 Mio. im Jahr 2008 zu rechnen.

²⁰ Quelle: <http://www.adobe.com/de/products/flashlite/architecture>

3 Innovationen bei der Hardware

In diesem Kapitel soll der technischen Entwicklung der Hardware Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dazu werden einige zukunftssträchtige Technologien im Detail betrachtet.

3.1 Allgemein

Das Hauptaugenmerk bei allen Innovationen liegt auf der Verbesserung bestehender Produkte, bzw. Technologien. Doch wie definiert sich „Verbesserung“ bei der Hardware?

Wie in der Einleitung dieser Arbeit beschrieben, werden in der Informationstechnologie seit jeher zwei primäre Ziele verfolgt – Steigerung der Performance und Miniaturisierung. In der heutigen Zeit kann man aber auch noch ein drittes Ziel herausstreichen, die Verbesserung der Umweltverträglichkeit.

Auf den nächsten Seiten wird zunächst auf die Miniaturisierung der Hardware eingegangen und inwieweit dies sinnvoll ist. Danach wird beleuchtet, welche Technologien zur Steigerung der Performance der Geräte einsetzbar sind. Zudem wird auch noch in Betracht gezogen, welche dieser Technologien die Umwelt entlasten können.

3.2 Miniaturisierung und ihre Grenzen

Ein heute standardmäßig ausgestattetes Smartphone hat ein Display mit einer Größe von 2 bis 2,5 Zoll und eine Auflösung von 240 x 320 Pixel. Die Bedienung solcher Geräte erfolgt jedoch über eine Tastatur und nicht über ein Touchdisplay. Geräte mit Touchscreens haben in der Regel ein Display mit mindestens 3 bis 3,5 Zoll Diagonale.

Aber warum gibt es keine kleineren Touchscreens? Die Frage lässt sich relativ einfach beantworten. Der Mensch muss in der Lage sein, das Gerät auch noch zu bedienen. Zumindest, wenn auf dem Gerät Applikationen laufen sollen die Benutzereingaben erwarten, ist eine Miniaturisierung deshalb nicht unbegrenzt möglich.

Der Benutzer muss in der Lage sein, das Gerät in einer Hand zu halten und mit der anderen die Eingabe mit dem Finger oder per Eingabestift durchzuführen. Das Touchdisplay muss für die Eingabe in seiner ganzen Größe sichtbar sein. Ein weiterer Punkt ist, dass für die Eingabe neben der Handschrifterkennung im allgemeinen auch eine Bildschirmtastatur eingeblendet werden kann. Diese sollte in einer Tastenzeile Platz für mindestens 13 Tasten bieten. Bei einem 2,5 Zoll Display (Format 3:4) blieben demnach pro Taste nicht einmal 3 Millimeter. Mit einem Eingabestift ist es vielleicht noch möglich auf so kleinen Tasten halbwegs zügig fehlerfrei zu schreiben. Nur mit der Fingerspitze ist es allerdings ein Ding der Unmöglichkeit die Tastatur effizient zu nutzen.

Wenn aber eine weitere Miniaturisierung der Displays nicht zielführend ist, welche Verbesserungen sind dann zu erwarten?

Der Miniaturisierung bei Displays ist nur bei der Bildschirmdiagonale eine Grenze gesteckt. Neue Technologien bei der Herstellung von Displays erlauben jedoch, dass diese viel dünner ausgeführt werden können. Bei einer dieser neuen, zukunftssträchtigen Technologien handelt es sich um sogenannte Organische Leuchtdioden (OLED²¹).

Doch nicht nur die Displays können noch dünner und sogar flexibel gemacht werden, auch die Schaltkreise selbst werden noch kleiner und dank neuer Technik auch faltbar. Bleibt noch die Stromversorgung. Immerhin sind die Ausmaße des Akkus bei den aktuellen Geräten für das Gesamtdesign des Geräts ausschlaggebend. Aber auch hier zeichnet sich langfristig eine Lösung ab. Organische Solarzellen könnten in der Zukunft helfen, die Geräte über einen längeren Zeitraum zu betreiben und die Akkus während des Betriebs aufzuladen.

3.2.1 Organische Leuchtdioden

Organische Leuchtdioden werden aus Polymeren hergestellt, die, sobald sie von Strom durchflossen werden, von selbst zu leuchten beginnen. Dies hat gegenüber handelsüblichen LCD-Displays den Vorteil, dass keine Hintergrundbeleuchtung mehr benötigt wird. Displays können deshalb dünner hergestellt werden und durch den Wegfall der Hintergrundbeleuchtung ist auch die Stromaufnahme, die bei mobilen Geräten zwischen 40 und 60% ausmacht, dieser Displays geringer.

[Bar04] identifiziert die folgenden Vorteile von OLED's:

²¹ OLED – Organic Light Emitting Diode

- Dünne, leichte und druckbare Displays
- Geringer Stromverbrauch
- Hoher Kontrast und Helligkeit erlauben eine gute Tageslichtsichtbarkeit
- Hochauflösend (Pixelgröße < 5µm) und schnelle Umschaltzeiten (1-10µs)
- Breite Farbskala
- Großer Betrachtungswinkel
- Niedrige Materialkosten

Für die Abschätzung des Potenzials der OLED Technologie für verschiedene Anwendungszwecke hat Bardsley die zuvor angeführten Attribute in einer Tabelle zusammengefasst und ihre Wichtigkeit für die Entwicklung der Anwendungen bewertet (H = hohe Wichtigkeit, M = mittlere Wichtigkeit, L = geringe Wichtigkeit). Die für Smart Devices relevanten Anwendungen sind in untenstehender Tabelle noch einmal zusammengefasst. Zu Vergleichszwecken wird auch noch die Beurteilung für Desktop PC's bzw. Workstations angeführt.

Technologie	Dünn, leicht	Geringer Stromverbrauch	Klare Darstellung	Reaktionszeit	Farbskala	Betrachtungswinkel	Lange Lebensdauer	Material: Plastiksubstrat
Data phones / PDA	H	H	H	L	M	M	L	M
Portable video phones	H	H	H	M	M	M	L	M
Handhelds / Notebooks	H	H	H	M	M	M	M	L
Desktop PC's / Workstations	M	M	H	M	M	H	M	L

Tabelle 2: Relevanz der Vorteile von OLED für die Entwicklung verschiedener Anwendungen

Es zeigt sich also, dass vor allem der Umstand, dass OLED-Displays dünn und leicht sind und einen geringen Stromverbrauch haben, für die Anwendung in Smart Devices von größter Bedeutung ist.

Es gibt zwei verschiedene Arten, wie OLED's angesteuert werden können – Passiv-Matrix und Aktiv-Matrix.

Passiv-Matrix OLED's (PMOLED) sind einfacher und vor allem auch schon mit den von der Herstellung von LCD-Displays bekannten Fertigungsmethoden zu erzeugen. OLEDs mit einer passiven Matrix werden gebaut, indem man ein Array aus Kathoden und Anoden baut, die aus eng nebeneinander liegenden Leiterbahnen bestehen und zueinander um 90° versetzt angeordnet sind. Die Kreuzungspunkte der Anoden-"Reihen" und Kathoden-"Spalten" bilden die Pixel [Wur08]. Um ein Bild zu erzeugen, wird an die einzeln anzusteuern "Reihen" und "Spalten" eine Spannung angelegt, bei der Strom durch die so ausgewählten Pixel fließt und das Polymer an dieser Stelle zum Leuchten bringt. Abbildung 18 zeigt den Aufbau einer Passiv-Matrix.

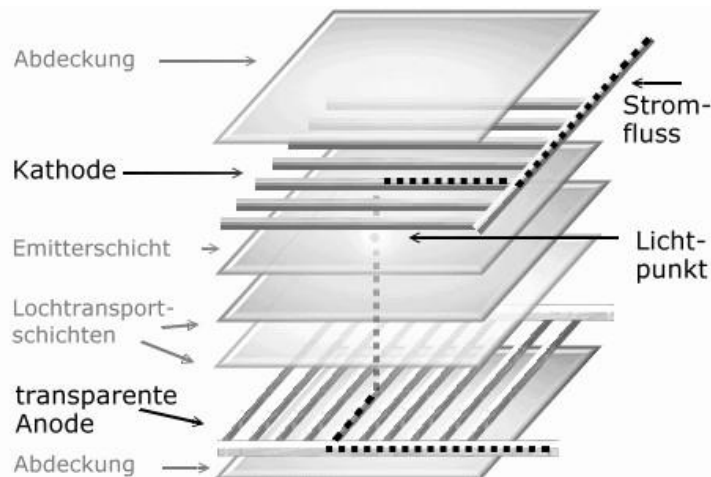


Abbildung 18: Aufbau eines OLED-Displays mit passiver Matrix²²

Aufgrund von Verlusten in den elektrischen Leitungen ist die Größe von Passiv-Matrix-Displays auf etwa 5 cm Bilddiagonale beschränkt oder auf Displays mit maximal 100 Zeilen. Bei der Verwendung höherer Spannungen kommt es zu Seiteneffekten bei benachbarten Bildpunkten.

Im Gegensatz zu passiven Matrizen haben Aktiv-Matrix-Displays eine integrierte elektronische Leiterplatte als Substrat. Dadurch lassen sich hohe Auflösungen für Grafiken und schnelle Bildwiederholungsraten für Videos erzielen. Jedes einzelne Pixel kann hier unabhängig über Thin Film Transistors (TFTs) und Kondensatoren in der Leiterplatte angesprochen werden. Dafür werden TFTs aus polykristallinen Siliciumfilmen (Polysilicium, PolySi) eingesetzt. Die Vorteile der Aktiv-Matrix-OLED-

²² Quelle: <http://www.chemgapedia.de>

Displays (AMOLED) sind niedrige Spannung und geringer Stromverbrauch. Die Bildgröße ist nicht limitiert [Wur08]. Damit bilden AMOLED's die Grundlage für das Display der Zukunft, da sowohl entsprechend große Displays, als auch Displays mit großer Auflösung hergestellt werden können.

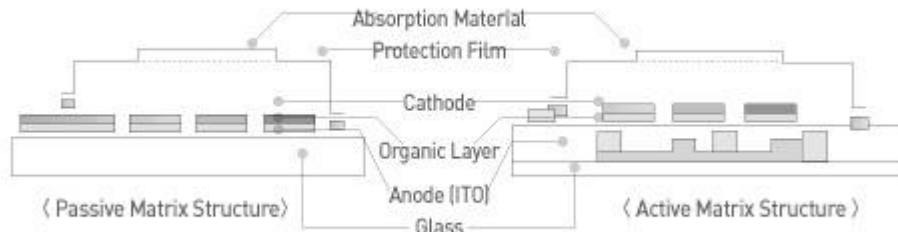


Abbildung 19: Vergleich von PMOLED- und AMOLED-Technologie²³

Der Nachteil von Aktiv-Matrix OLED's ist die komplizierte Herstellung, die große Investments seitens der Hersteller erfordert. Obwohl mittlerweile die ersten Hersteller schon Geräte basierend auf AMOLED-Technologie herstellen, so hat etwa Sony mit dem Sony XEL-1 ein 11 Zoll TV-Gerät auf den Markt gebracht, das nur 3 Millimeter dick ist, wird es noch geraume Zeit in Anspruch nehmen, bis die Produktion wirtschaftlich ist und die Produkte auch einen akzeptablen Preis vorweisen.

[Bar04] definiert 3 Stufen, die durchlaufen werden müssen, ehe AMOLED-Displays wirtschaftlich hergestellt werden können.

1. Beweis, dass AMOLED Systeme hergestellt werden können. Die Performance der Produkte ist akzeptabel, aber die Herstellungskosten erlauben noch keinen Mainstream-Einsatz
2. Die Performance erreicht den Level von Konkurrenzprodukten (LCD, etc.) und die Herstellungskosten sinken weit genug um den Weg in den Mainstream zu finden.
3. Das Verhältnis von Kosten zu Performance übertrifft das der anderen am Markt befindlichen Technologien und ermöglicht es den AMOLED-Displays, sich am Markt durchzusetzen.

Die nachfolgende Tabelle vergleicht unterschiedliche Kosten und Performance-Parameter über die 3 Stufen.

²³ Quelle: <http://www.oled-display.net/what-is-pmoled>

Eigenschaft	Einheit	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Datum	Jahr	2004	2007	2010
System Energieeffizienz	%	1	2,5	5
Systemausbeute	lm/W	4	10	20
Blausättigung	CIE (x+y)	<0,33	<0,25	<0,22
Grünsättigung	CIE y	>0,6	>0,7	>0,75
Rotsättigung	CIE x	>0,65	>0,67	>0,7
Lebenszeit von 300 cd/m²	Stunden	10000	20000	40000
Maximale Pixeldichte	ppi	100	200	300
Kontrast bei 500 lux	VESA 2.0	50	100	200
Max. Pixelanzahl	Megapixel	1	5	10
Max. Bildschirmdiagonale	Zoll	20	40	60
Displaydicke	mm	2,0	1,0	0,5
Max. Spannungsschwankung	V	8	5	3
Displaygewicht	gm/cm ²	0,5	0,25	0,1
Herstellungskosten	\$/ Zoll ²	5,00	1,00	0,50

Tabelle 3: angestrebte Kosten / Performance Parameter für hochauflösende OLED-Displays

Neben Sony hat auch Samsung bereits erste Prototypen von AMOLED Displays vorgestellt und angekündigt mit der Serienproduktion der TV-Bildschirme im Jahr 2010 zu beginnen. Die jetzt vorgestellten Full HD-Geräte (1920 x 1080 px) haben eine Größe von 14,1 Zoll bzw. 31 Zoll. Man kann also durchaus die Behauptung aufstellen, dass wir uns zwischen Stufe 2 und Stufe 3 von Bardsley's Roadmap befinden.

Selbstverständlich sind die genannten Displays nicht für Smart Devices geeignet. Die kommerzielle Herstellung auch größerer Displays sollte aber den Weg zu kleinen PDA-nutzbaren Displays mit entsprechend hoher Auflösung ebnen.

Bereits heute setzt Samsung PMOLED-Displays²⁴ in Mobiltelefonen, Autoradios und MP3-Playern ein. Die Displaygrößen variieren hier von 1 Zoll bis 1,67 Zoll, die Dicke des Displays ist mit 1,87 mm angegeben. Es können bis zu 65000 Farben dargestellt werden.

²⁴ Quelle: <http://www.samsungdi.com/contents/en/product/oled/pmoled.html>

3.2.2 Multi-touch Displays

Ich habe lange überlegt, ob ich Multi-touch Displays bei den Innovationen, oder schon im Kapitel 2.2 *Die Hardware von heute* aufnehmen soll. Schlußendlich habe ich mich doch für die Innovationen entschieden, da heutzutage erst ein Smart Device mit einem Multi-touch Display ausgestattet ist – das Apple iPhone.

Geforscht wird an der Technologie für Multi-touch Displays schon seit Jahrzehnten, doch erste kommerzielle Anwendungen entspringen den Forschungen erst jetzt (vgl. [Bux07]).

Die Multi-touch Technologie hat mit Anwendungen wie Microsoft's Surface²⁵, ein interaktives, tischförmiges Display, das sowohl mehrere Finger und Hände, als auch am „Tisch“ liegende Objekte erkennen kann, und vor allem dem iPhone einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht und viele Menschen fasziniert. Ich möchte deshalb in diesem Abschnitt die Möglichkeiten, die Smart Devices durch Multi-touch Displays eröffnet werden, etwas genauer betrachten.

Das Gegenstück zum Multi-touch Display, ist das Single-touch, das in den heute üblichen Geräten in der Regel Anwendung findet. Single-touch Displays erkennen jeweils nur einen Berührungspunkt. Damit kann man Elemente am Display auswählen und aktivieren, oder eine Drag and Drop Funktion implementieren. Auch ermöglicht es das Durchblättern einer Bildergalerie, oder das Scrollen durch eine Adressliste. Selbst das Tippen auf einer virtuellen Tastatur ist möglich, sofern die Umschalttaste permanent auf Großschreibung umstellt. Diese Art von Displays sind optimal für die Bedienung mit Eingabestiften.

Im Gegensatz zu Single-touch erkennen Multi-touch Displays mehrere Kontaktpunkte auf dem Display und können diese gleichzeitig verarbeiten. Eine einfache Anwendung dieser Funktion wäre beispielsweise auf einer projizierten Tastatur gleichzeitig die Umschalttaste und die entsprechende Zeichentaste zu drücken, um einen Großbuchstaben einzugeben, so wie es auf einer physischen Tastatur der Fall ist. Eine andere, vom iPhone und auch vom Apple iPod touch bekannte Anwendungsform, ist das Vergrößern von Bild- und Kartenausschnitten, oder auch von Webseiten. Dabei definiert man mit seinen Fingern zwei Eckpunkte des Bildausschnitts, den man vergrößern möchte und bewegt anschließend die beiden Finger auseinander. Der zuvor definierte Ausschnitt wird auf die Größe zoomt, die durch die Position der

²⁵ <http://www.microsoft.com/surface>

Finger (und somit auch der Eckpunkte des Bildausschnitts) zueinander markiert wird. Ebenso leicht kann man Bilder drehen, indem man mit einem Finger einen Drehpunkt definiert und mit dem anderen Finger den Winkel bestimmt, um den gedreht werden soll.

Diese Technik nennt man auch Multi-touch Gesture. Um genau zu sein verwendet das iPhone maximal zwei Punkte zur Bedienung des Geräts. Das Touch-Display selbst besteht aus einem kapazitiven Sensor.

Dem gegenüber stehen Multi-touch Multi-Point Displays, wie es im nächsten Abschnitt vorgestellt wird.

Wie können Multi-touch Displays bei Smart Devices einen Vorsprung schaffen? Das größte Potenzial dieser Technologie steckt zunächst auf jeden Fall in der Möglichkeit des einfachen Zoomens in ein Bild, eine Karte, oder ähnlichem. Vor allem bei den kleinen Displays der Smart Devices, ist eine einfache und intuitive Möglichkeit, Inhalte zu vergrößern, ein großer Fortschritt. Schon auf einem Desktop-PC kann das Zoomen mit Maus und / oder Tastatur ein sehr umständlicher Akt sein. Auf einem 3,5 Zoll Display nur mit einem Eingabestift ist es noch um ein Vielfaches schwieriger. Aber auch die schon erwähnte beidhändige Bedienung einer virtuellen Tastatur kann die Benutzung des Geräts intuitiver gestalten, da man die vom Desktop-PC, bzw. Notebook gewohnte Handhabung der Tastatur beibehalten kann ohne umdenken zu müssen.

3.2.2.1 LucidTouch

Patrick Baudisch, ein Mitarbeiter von Microsoft Research, hat in [Bau07] folgende Probleme identifiziert, die bei der Verwendung von normalen (Multi-) Touch Displays entstehen.

Einerseits verdeckt der Finger des Benutzers kurz vor dem Kontakt des Fingers am Bildschirm das Zielobjekt, was zu Problemen in der Treff-Genauigkeit führt (Okklusionsproblem, bzw. Verdeckungsproblem). Andererseits ist der Bereich, der vom Finger tatsächlich berührt wird auf Grund seiner Größe um ein Vielfaches größer, als ein Pixel des Displays, was bei kleinen Elementen wie beispielsweise Tasten auf einer virtuellen Tastatur hinderlich ist (Fat Finger Problem). Für kleine Smart Devices ist das Problem der Verdeckung besonders drastisch, da die Hand den Großteil des Displays verdeckt.

Die von Microsoft Research und Mitsubishi Electric Research Labs entwickelte Lösung nennt sich LucidTouch und kombiniert eine Behind-the-Display Multi-touch

Eingabeoberfläche mit einem pseudo-transparenten Display, welches ein Livebild der Hände des Benutzers auf den Bildschirm überlagert.

Das grundlegende Problem mit der Behind-the-Display Eingabe liegt darin, dass das Display die Hände des Benutzers verdeckt und damit ein neues, anderes Verdeckungsproblem schafft. Der pseudo-transparente Ansatz erlaubt es dem Benutzer, seine Hände zu sehen, während er versucht ein Element mittels seiner Finger auf der Rückseite zu berühren. Dadurch wird nicht nur das Problem der Verdeckung gelöst, auch für das Fat Finger Problem ergibt sich eine Lösung, indem die Berührungspunkte der Finger errechnet und angezeigt werden. Notwendig wurde die Pseudo-Transparenz durch die Implementierung eines Multi-touch Displays auf der Rückseite.

Die Multi-Touch-Technik ermöglicht bis zu acht Berührungspunkte auf der Rückseite des Geräts (die beiden Daumen sollten sich an der Seite oder der Oberseite befinden). Versuchsreihen mit Testpersonen hatten gezeigt, dass die Testpersonen Probleme hatten, die Berührungspunkte ohne Unterstützung durch die pseudo-transparenten Finger richtig zu steuern. Erst mit der visuellen Hilfestellung gelang es den Testpersonen die Punkte mit den Fingern zu korrelieren.

Das Forschungsgebiet der Augmented Reality kennt zwei Ansätze um einen Transparenz-Effekt zu erzielen: die tatsächliche optische Transparenz und die (nicht optische) Pseudo-Transparenz.

Erste Versuche wurden von den Forschern daher mit transparenten Displays durchgeführt. Dabei ergab sich das Problem, dass der Benutzer insgesamt drei verschiedene Ebenen sah – den Bildschirm, dahinter die eigenen Hände sowie die Umwelt. Um gute Erfolge bei der Benutzung zu erzielen, musste die Sichtbarkeit aller drei Ebenen kontrolliert werden. Es zeigte sich, dass die Sichtbarkeit der Ebenen nur schwer zu kontrollieren war, da sie immer von der Beleuchtung der einzelnen Ebenen abhängig war. Das führte teilweise zu neuen Verdeckungseffekten, da bei schlechter Beleuchtung der Ebenen die Finger zu dunkel wurden, und so die Inhalte am Bildschirm nur mehr schlecht lesbar waren. Zudem machte die tatsächliche Transparenz auch die Verwendung einer transparenten Berührungsoberfläche für die Rückseite nötig.

LucidTouch verwendet deshalb Pseudo-Transparenz. In einem ersten Prototypen wurde, um die technische Machbarkeit der Technologie zu zeigen, eine Webcam mittels eines Gestells an die Rückseite des Geräts installiert und an der Rückseite ein Multi-touch Pad. Die von der Kamera aufgezeichneten Hände werden schematisch auf den Bildschirm projiziert. Für die Darstellung der Berührungspunkte entschied man sich für

einzelne Punkte anstatt der üblichen Mauszeiger, die zusätzlich noch durch ihre Farbe anzeigen, ob das Touch-Display berührt wird, oder ob die Finger noch abgehoben sind.

Der Bewegungsspielraum für die Finger hängt davon ab, wie das Gerät gehalten wird. Die Größe des Geräts, der Griff und der Eingabebereich sind untrennbar miteinander verbunden. Abbildung 20 zeigt, die Bewegungsspielräume der Finger bei unterschiedlichen Gerätegrößen.

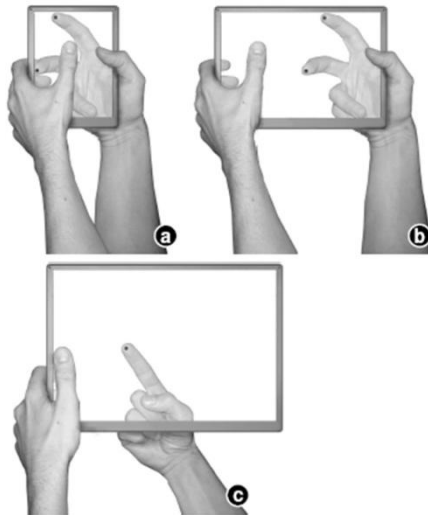


Abbildung 20: Funktionsweise von LucidTouch bei verschiedenen Displaygrößen

Bei sehr kleinen Geräten erreicht der Anwender alle Bereiche des Bildschirms mit jedem Finger, womit auch eine Ein-Hand-Bedienung des Geräts möglich ist. Auf Geräten mittlerer Größe können alle Bereiche des Bildschirms von den Fingern erreicht werden, aber kein Finger kann mit seinem Bewegungsspielraum den gesamten Bereich abdecken. Wird ein Objekt über den Bildschirm bewegt, muss es unter Umständen an einen Finger der anderen Hand übergeben werden. Bei großen Geräten ist es erforderlich, dass der Benutzer das Gerät mit einer Hand hält, während er mit der anderen Hand die Objekte in der Mitte des Displays bedient.

Als alternative Abtast-Technologien zur Kamera bieten sich kapazitive Arrays, Arrays aus Infrarot-Leuchtdioden oder in das Gehäuse integrierte Stereo Kameras, die auch 3D-Darstellungen der Finger erfassen können, an.

Die Funktionsweise von kapazitiven Arrays wird in [Rek02, S. 113 – 120] beschrieben. Der von Rekimoto entwickelte Sensor besteht aus gitterförmig angeordneten Transmitter- und Receiver-Elektroden (Kupferdrähte). Die vertikalen Drähte entsprechen den Transmitter-Elektroden, während die horizontalen Drähte die Receiver sind.

Wird an einem der Transmitter ein Sinussignal (typischerweise mehrere hundert Kilohertz) angelegt, empfängt der Receiver dieses Signal, weil jeder Kreuzungspunkt (eines Transmitter / Receiver-Paares) als sehr schwacher Kondensator agiert. Die Größe des empfangenen Signals ist proportional zur Frequenz und Spannung des Eingangssignals, sowie zur Kapazität zwischen den beiden Elektroden. Nähert sich nun ein leitfähiger und geerdeter Gegenstand an einen Kreuzungspunkt an, werden die Kapazitäten gekoppelt und das Signal dadurch abgeschwächt. Der Receiver empfängt ein Signal mit einer schwachen Amplitude. Auf diese Weise kann man feststellen, an welchen der Kreuzungspunkte sich das leitfähige Objekt angenähert hat. Das Transmitter-Signal wird der Reihe nach auf die Elektroden geschaltet, die Receiver-Signale ständig gemessen. Dadurch lässt sich die Position des Fingers bestimmen. Außerdem ermöglicht es dieses Verfahren auch mehrere Berührungspunkte gleichzeitig zu bestimmen. Abbildung 21 zeigt den Aufbau des in [Rek02] beschriebenen kapazitiven Sensor SmartSkin.

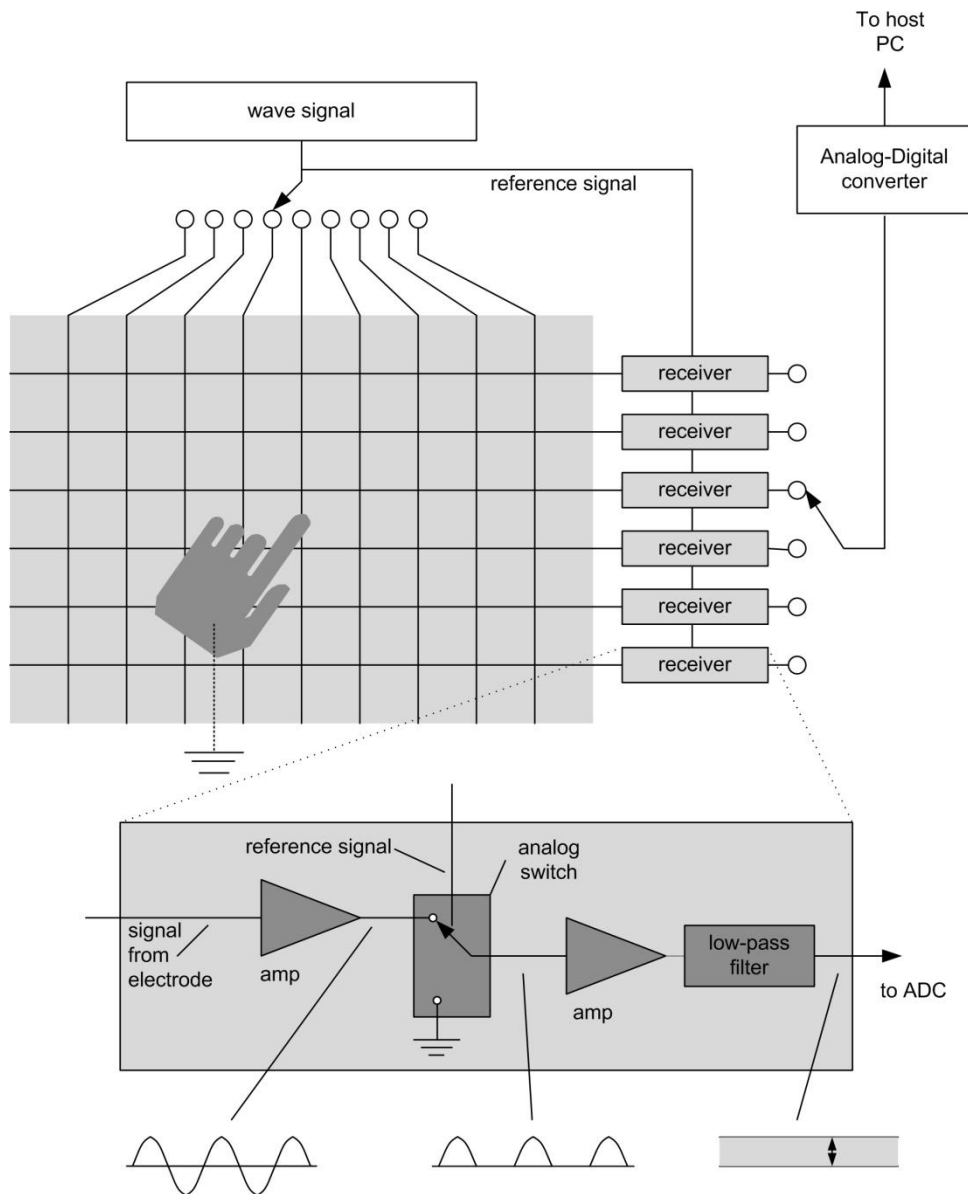


Abbildung 21: kapazitives Array nach Rekimoto

Bei Verwendung eines Arrays aus Infrarot-Leuchtdioden werden die Dioden einerseits dazu verwendet, infrarotes Licht zu erzeugen und andererseits auch zur Erkennung des durch die Finger reflektierten Lichts. Somit lassen sich die Positionen von Fingern feststellen.

Der Ansatz mit den Stereo Kameras wiederum erlaubt, ein 3D-Bild der Umgebung zu erfassen und somit nicht nur die Position des Fingers über dem Touch-Pad, sondern auch seine Entfernung zu diesem, festzustellen.

3.2.3 Organische Solarzellen

Um mobil zu sein, müssen Smart Devices von Batterien und Akkumulatoren (im weiteren Verlauf beschränke ich mich auf die Bezeichnung Akku) mit der nötigen Energie versorgt werden. Ein Qualitätskriterium von mobilen Geräten ist deshalb auch immer die Durchhaltezeit des Akkus. Selbstverständlich ist das Ziel jedes Herstellers, sein Gerät so lange als möglich vom Stromnetz unabhängig betreiben zu können. Dabei stehen sie dem Problem gegenüber, dass mehr Funktionen, die ein Gerät ausüben soll, auch mehr Stromverbrauch bedeutet. Betrachtet man nun ein typisches Mobiltelefon neuerer Bauart, so kann dieses neben Telefonieren auch noch Musik und Videos wiedergeben, Emails empfangen, es bietet Spiele und Internetzugang an, usw. Während bei der Mobiltelefonie noch die Sendeleistung des Geräts dynamisch durch die Basisstation gesteuert wird, sodass immer nur mit der geringsten, für eine ausreichende Signalqualität erforderlichen Leistung gesendet wird, belasten Funktionen, wie das Abspielen von Musik-Titel, die Akkus wesentlich stärker, da sich das Gerät dabei im Dauerbetrieb befindet. Applikationen, die mit dem Benutzer interagieren wiederum erfordern zur Steigerung der Lesbarkeit eine Beleuchtung des Bildschirms, was ebenfalls zu Lasten der Lebensdauer des Akkus führt.

Immer bessere Technologien bei Akkus haben dazu geführt, dass diese bei gleicher Leistung mit geringeren Abmessungen produziert werden konnten, bzw. bei gleicher Größe länger halten. Trotzdem nimmt der Akku bei jedem Gerät noch immer einen Großteil des Platzes ein.

Um ein Smart Device kleiner, um genau zu sein flacher, zu machen, kann, bzw. muss auch beim Akku angesetzt werden. Doch wie erreicht man eine Verlängerung der Nutzungsdauer bei gleichzeitiger Verringerung des Volumens?

Wie bereits erwähnt helfen die Forschungen auf dem Gebiet der Akkus, diese bei gleicher Leistung kleiner zu machen. Auf der anderen Seite reduzieren Technologien wie OLED-Displays, durch die die Hintergrundbeleuchtung des Displays entfällt, aber auch kleinere Fertigungsstrukturen bei Halbleiterbauelementen den Stromverbrauch und verlängern damit die Aufladeintervalle.

Im Idealfall will man sein Gerät auf unbeschränkte Zeit ohne Aufladen nutzen können. Doch wie kann man das erreichen? Um es gleich vorweg zu nehmen, ganz autark werden die Geräte wahrscheinlich nie werden. Auch ist nicht zu erwarten, dass die hier vorgestellte Technologie in den nächsten fünf Jahren den Durchbruch bei Smart Devices schaffen wird. Allerdings ist die Technologie in Kombination mit weiter

verbesserten Akkus meines Erachtens durchaus zukunftsweisend und soll deshalb nicht unerwähnt bleiben.

Solarzellen finden auf Taschenrechnern schon seit vielen Jahrzehnten Anwendung. Allerdings ist die Rechenleistung eines Taschenrechners mit der von heute üblichen Smart Devices nicht zu vergleichen. Zudem sind die bisher verwendeten Solarzellen unter Verwendung eines festen Trägermaterials angefertigt und lassen sich daher nicht so einfach in das Design integrieren.

Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme²⁶ (ISE) forscht deshalb an organischen Solarzellen. Solarzellen aus organischen Halbleitern bieten im Vergleich mit schon etablierten Solarzellentechnologien vielversprechende Möglichkeiten. Die größten Potentiale der organischen Solarzellen liegen in den zu erwartenden niedrigen Produktionskosten und der mechanischen Flexibilität. Diese beiden Charakteristika ermöglichen für Solarzellen vollkommen neuartige Anwendungen. Die Flexibilität kann durch Verwendung von Plastik bzw. Plastikfilmen als Trägermaterial erreicht werden. Dadurch können Solarzellen besser in das Design eines Geräts integriert werden. Solarzellen müssen nicht mehr eine ebene Oberfläche aufweisen, sondern können auch gekrümmt sein und sich so der Oberfläche des Geräts anpassen.

Was weithin als die große Innovation der letzten Zeit gilt, ist in Wahrheit schon Jahrzehnte alt. Die grundlegende Erfindung dafür machte Ching Tang bei Kodak (Rochester / USA) bereits um 1979; aus patentrechtlichen Gründen publizierte er sie aber erst 1986. Diese Weltweit älteste organische Solarzelle hatte einen Wirkungsgrad von weit unter 1% und erregte deshalb kein großes Aufsehen [Lem08].

N. S. Sariciftci untersuchte den photoelektrischen Effekt in derartigen Materialien, speziell den Elektronentransfer von Polymerketten auf beigemsichte Fulleren-Moleküle unter Lichteinstrahlung. Dabei fand er, dass sich eine derartige Materialkombination prinzipiell für Solarzellen eignet.

Als Material eignen sich zwei grundsätzlich verschiedene Gruppen, die sogenannten „kleinen Moleküle“ und die Polymere (lange Ketten).

²⁶ ISE im Internet: <http://www.ise.fhg.de>

3.2.3.1 Wie funktionieren organische Solarzellen?

Genauso wie die herkömmlichen Solarzellen brauchen sie eine p-leitende und eine n-leitende Schicht. Wenn der Donator mit Licht bestrahlt wird, gibt er Elektronen an den Akzeptor ab. Nimmt man wie bei Silizium für beide dasselbe Grundmaterial, so erhält man allerdings nur verschwindende Wirkungsgrade. Weit effizienter sind Heterostrukturen aus unterschiedlichen Stoffen. Im Prinzip kommen zahllose verschiedene Kombinationen in Betracht. Günstig ist zum Beispiel ein Polymer als Donator und eine Fulleren-Verbindung als Akzeptor. Dieser, als ultraschneller photoinduzierter Elektronentransfer bezeichnete Prozess erfolgt in extrem kurzer Zeit (unter 1 ps) und führt zu einer Ladungstrennungseffizienz nahe 100%.

[Lem08] beschreibt weiters, dass die entscheidende Erfindung von Sariciftci darin bestand, die beiden Komponenten nicht eben aufeinander zu schichten, sondern miteinander zu vermischen. Dies geschieht nur unvollständig; ähnlich wie bei Wasser und Öl bildet jede Phase ihre eigenen Bereiche – hier mit typischen Dimensionen von einigen zehn Nanometern – ungeordnete, sich gegenseitig durchdringende Netzwerke der Donator- und Akzeptorphase (siehe Abbildung 22). Hierdurch wird die wirksame Grenzfläche zwischen den beiden Materialien sehr viel größer. Es werden praktisch im gesamten Volumen Ladungsträger erzeugt, wodurch der Wirkungsgrad der Zelle deutlich ansteigt. Die separierten Ladungen fließen selektiv in den jeweiligen Halbleitern ab: die Elektronen entlang zusammenhängender Fullerenpfade, die Löcher innerhalb des Polymernetzwerkes. Zur richtigen Kontaktierung nach außen sind auf beiden Seiten Leiter mit sehr unterschiedlicher Austrittsarbeit aufgebracht: auf der einen ITO²⁷, auf der anderen Aluminium oder Kalzium. Diese „Bulk-Heterostruktur“ ist die Grundlage dafür, dass organische Solarzellen überhaupt so weit kommen konnten.

²⁷ ITO – Indium-Zinn-Oxid

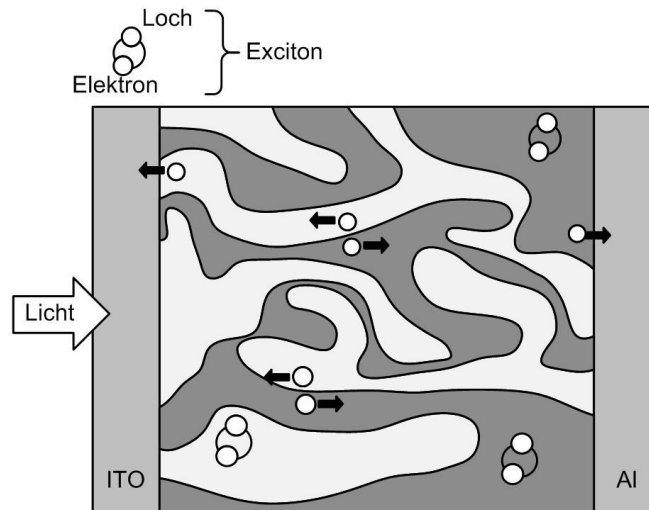


Abbildung 22: Vermischung von Donator- und Akzeptorschicht zur Vergrößerung der Grenzfläche

3.2.3.2 Entscheidende Faktoren für die Markteinführung

Herstellungskosten, Effizienz und Langzeitstabilität sind die wichtigsten Faktoren für den Einsatz und die Verbreitung von Solarzellen. Die Forschungsschwerpunkte am ISE sind darauf ausgerichtet, diese Ziele zu erreichen.

Die Herstellungskosten können auf Grund der verwendeten Materialien vergleichsweise sehr gering gehalten werden. Während sich die Ressourcen der anorganischen Werkstoffe (Silizium und Indium) für die Herstellung der Standard-Solarzellen langsam erschöpfen, ist ähnliches bei den organischen Materialien nicht zu befürchten.

2001 lag der Wirkungsgrad organischer Solarzellen noch bei etwa 3% (vgl. [Bra01]), doch erregte man damit erstmals internationale Aufmerksamkeit. Für die kommerzielle Verwendung muss ein wesentlich höherer Wirkungsgrad erreicht werden. Zur Zeit wird sowohl in die Technologie mit den kleinen Molekülen, als auch in die Polymere viel Forschungszeit investiert, wobei die Polymere leicht im Vorteil liegen. Mit beiden Technologien können Wirkungsgrade von ca. 5% erreicht werden. Das Problem besteht allerdings darin, dass die spektrale Lichtempfindlichkeit der Materialien nicht optimal zur Zusammensetzung des Sonnenlichts passt, was dem Wirkungsgrad eine grundsätzliche Grenze setzt.

Eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades wird durch sogenannte Tandemzellen erreicht, in denen zwei oder mehr Zellen mit verschiedenen Lichtempfindlichkeitsverläufen übereinander liegen. Bei dieser Technik hat man mit

Polymeren bereits einen Wirkungsgrad von 6,5%, mit kleinen Molekülen 5,7% erreicht. Theoretische Berechnungen haben gezeigt, dass bei Verwendung der richtigen Materialien auch Wirkungsgrade von 10% erreicht werden können.

Die Langzeitstabilität splittet sich laut [Bra01] einerseits in die Lagerbeständigkeit und andererseits in die Betriebslebensdauer. Erstere definiert die Zeitspanne, die das Produkt gelagert werden kann, ohne dadurch Schaden zu nehmen, und sollte bei mehreren Jahren liegen. Die Operational Lifetime gibt die Lebensdauer bei Dauerbetrieb an. Diese sollte in der Größenordnung von mehreren zehntausend Betriebsstunden liegen. Um solche Lebensdauern zu erzielen, müssen die konjugierten Polymere, vor Luft und Feuchtigkeit geschützt werden.

Erste potenzielle Anwendungen organischer Solarzellen werden in der Energieversorgung mobiler Kleingeräte gesehen, wo sie den Verbrauch an Batterien verringern sollen und die Durchhaltezeiten von Akkus verlängern sollen.

3.2.4 Faltbare Siliziumschaltkreise

Moderne Prozessoren bestehen aus Millionen von Transistoren. Durch kleinere Fertigungsstrukturen konnte in den letzten Jahren die Anzahl der Transistoren stetig gesteigert werden. Dies hatte einerseits zur Folge, dass die Taktraten der Prozessoren, auf Grund der geringeren Abstände, auf bis zu 4 GHz gesteigert werden konnte, andererseits ermöglichte es auch die Entwicklung von Multikern-Prozessoren. Dieser Trend wird auch in den nächsten Jahren noch anhalten und es ermöglichen, dass auch Smart Devices in einigen Jahren mit Multikern-Prozessoren im GHz-Bereich arbeiten.

In den Kapiteln 3.2.1 und 3.2.3 wurde beschrieben, wie Displays und Solarzellen durch die Verwendung von organischen Materialien flexibel hergestellt werden können. Doch was nutzen flexible Bildschirme und Stromversorgungstechnologien, wenn die Geräte auf Grund der enthaltenen Elektronik diese Möglichkeiten nicht ausschöpfen können?

Während also die Mikroelektronik immer kleiner werdende Schaltkreise, oder Schaltkreise mit mehr Funktionalität bei gleicher Größe ermöglicht, hat sich seit Ende des letzten Jahrhunderts eine andere Klasse im Bereich der Elektronik gebildet, die oft auch mit dem Term Makroelektronik bezeichnet wird (vgl. [Rog08a]). Die am weitesten

verbreitete Anwendung von Makroelektronik sind Flachbildschirme die eine „TFT²⁸ auf Glas“-Technologie verwenden um die Aktiv-Matrix-Pixel zu adressieren. Diese und andere mögliche Anwendungen erzeugen substanzielles Interesse an Materialien und Herstellungsprozessen, die es elektronischen Geräten erlauben geformt zu werden und zwar direkt auf flexiblen Trägermaterialien, wie beispielsweise Metallfolien oder dünnen Plastikstreifen.

[Rog08a] beschreiben, dass klein-molekulare organische und polymere Halbleiter Materialtypen repräsentieren, die für diese Anwendungsformen auf Grund der guten mechanischen Flexibilität, der Verarbeitbarkeit bei niedrigen Temperaturen und der angeborenen Kompatibilität zu Plastik, besonders attraktiv sind. Die Schwierigkeit bei dieser Methode liegt darin, dass keine hoch performanten Systeme hergestellt werden können, was die Anwendungsmöglichkeiten stark einschränkt. Ursache dafür ist, dass die elektrischen Eigenschaften, wie beispielsweise die effektive Beweglichkeit die in den TF-Transistoren beobachtet werden konnte, mäßig und wesentlich schlechter sind, als sie bei Verwendung von etablierten anorganischen Materialien erreicht werden. Diese Überlegung, zusammen mit der unsicheren Zuverlässigkeit von organischen Materialien, hat das Interesse auf, auf anorganischen Materialien basierende, flexible Schaltkreise, bei denen nur die Substrate oder andere passive Elemente organisch sind, gelenkt [Rog08a].

Ein Ansatz diese Einschränkungen zu vermeiden besteht darin, anstatt der organischen Halbleiter, polykristallines Silizium, das unter Einsatz eines leistungsstarken, gepulsten ultravioletten Lasers auf einem dünnen Film aus amorphen Silizium rekristallisiert, zu verwenden. Obwohl dieser Ansatz Transistoren mit beeindruckenden Eigenschaften hervorbringt, sind die Prozeduren zur Herstellung sehr komplex.

Eine andere, neuere Technik verwendet das direkte Einschließen von Single-kristallinen anorganischen Halbleitern in Form von separaten, synthetisierten Micro- und Nanostrukturen.

Der Aufbau solcher Chips beginnt mit einem konventionellem Silizium-Wafer, der aber lediglich als temporärer Träger für den Aufbau dient und später entfernt wird. Auf ihm wird eine PMMA²⁹-Schicht von 100 nm Dicke aufgebracht. Dann folgt eine

²⁸ TFT – Thin Film Transistor

²⁹ PMMA - Polymethylmetacrylat

Substratschicht aus PI³⁰, die etwa 1,2 µm dick ist. Auf diese Schicht werden mittels Stempel aus PDMS³¹ strukturierte Arrays von Nanostreifen aus p- und n-dotiertem Silizium aufgebracht. Die nötigen Gate-Isolierungen und die Isolierung bei Leiterbahnkreuzungen sind dabei aus ca. 50 nm dünnem Siliziumoxid. So entstehen schrittweise, und in analogen Schritten zu herkömmlicher CMOS-Technik, integrierte CMOS-Schaltungen mit Siliziumstreifen, die ähnlich den Schaltungen auf einem SOI³²-Wafer sind. Abgelöst werden die produzierten Chips dann mit reaktiver Ionenätzung und Lösung in Azeton. Das Ergebnis ist ein ultradünner, biegsamer Schaltkreis, den man nun entweder in dieser Form nutzen oder aber auf wellenförmige Elastomere übertragen kann. Diese geben dann die volle Flexibilität und Dehnbarkeit, und zwar reproduzierbar: Die elektrischen Daten ändern sich nicht, wenn nach der Dehnung die ursprüngliche Form wieder hergestellt wird. [Kli08].

3.2.5 Next Generation Mobile Communication

Smart Devices unterstützen aktuell die Standards für Mobilfunk der dritten Generation (3G) und darunter. Die Übertragungstechnologie bei 3G-Telefonen ist UMTS, zur Datenübertragung wird HSDPA verwendet, das bereits der Generation 3.5, also dem Zwischenschritt von dritter zu vierter Generation, zugeordnet wird.

In Deutschland soll es Ende 2008 bereits etwa 107 Millionen Mobiltelefone geben, davon entfallen ca. 16 Millionen auf 3G-Geräte. Der Umsatzanteil der Mobilfunkbetreiber mit mobilem Internet oder Emails soll im gleichen Zeitraum auf ca. 14% steigen.

[UMT08] nennt als reell mögliche Datenübertragungsrate bei UMTS max. 384 kbit/s und nennt folgende Gründe für eine Reduzierung der Datenübertragungsrate:

- Endgerät des Mobilteilnehmers
- Geographischer Standort: Entfernung zw. Teilnehmer und Bassstation; Hindernisse, ...
- Bewegungsgeschwindigkeit des Mobilteilnehmers
- Zellenauslastung

³⁰ PI - Polyimid

³¹ PDMS - Polydimethylsiloxan

³² SOI – Silizium On Insulator

- Netzinfrastruktur des Providers (HSDPA oder HSUPA schon implementiert?)

Mit HSDPA sind im Downlink (vom Netz zum Mobilteilnehmer) Paket-Datenraten von bis zu 14,4 Mbit/s möglich. Die im Jahr 2008 erhältlichen Geräte sind vorab in der Lage Datenraten bis zu 7,2 Mbit/s verarbeiten zu können. Selbstverständlich handelt es sich auch hier um "Maximale Spitzenraten", die nicht unter allen Umständen einem Teilnehmer zur Verfügung stehen können. Die durchschnittlich angebotenen Datendurchsätze können sich jedoch bei HSDPA wahrlich sehen lassen: 900 – 1200 kbit/s sollen über die Zeit gemittelt möglich sein. Ein weiterer wesentlicher Vorteil von HSDPA ist, das die Dienstgüte sich gegenüber Rel.99-UMTS-Diensten stark verbessern: so liegen die Latenzzeiten bei HSDPA nur noch in einem Bereich von 150 Millisekunden.

HSUPA (High Speed Uplink Paket Access) ist richtungstechnisch gesehen das Gegenstück zu HSDPA: Hier - in der Rel.6 - geht es um die Performanceverbesserung von Paketdatendiensten im Uplink (vom Mobilteilnehmer zum Netz). Mit HSUPA lassen sich Paket-Datendienste mit maximal 5,76 Mbit/s durchführen; analog zu HSDPA verbessert sich auch die Dienstgüte der Datendienste (z.B. geringere Latenzen) [UMT08].

Während also aktuell Mobiltelefone der dritten Generation am Markt sind, arbeitet NGMN³³ Ltd., ein Projekt, das aus weltweit führenden Mobilfunkanbietern hervorgegangen ist, bereits an der vierten Generation der Mobiltelefonie.

In [NGM06] und [NGM08] werden unter anderem folgende Eigenschaften für die 4G-Technologie definiert, die eine erfolgreiche Einführung der vierten Generation ermöglichen soll:

- Max. Datenrate im Downlink: > 100 Mbit/s (> 40 Mbit/s im Durchschnitt)
- Max. Datenrate im Uplink: > 50 Mbit/s
- Spektrumeffizienz und Zellkapazität soll 3 – 5 mal besser als bei 3G/HSPA und CDMA-2000/EVDO sein
- End-to-end Latenzzeiten von 20 – 30 ms

³³ NGMN – Next Generation Mobile Networks

- Kompatibilität zu bereits vorhandenen Netzwerken (zum Beispiel GSM, UMTS, etc.)
- 20 MHz benötigte Frequenzbandbreite
- Latenzzeiten von ~10ms
- Qualitativ hochwertige Dienstleistungen wie Streaming Audio und Video, etc.
- höhere Spektromeffizienz (geringere Kosten pro Datenvolumen)
- Unterstützung der Netzwerkprotokolle IPv4 und IPv6

Gemäß der angegebenen Roadmap sollen ab 2009 erste Testnetze aufgebaut werden und der kommerzielle Betrieb soll ab 2010 aufgenommen werden.

3.2.6 Navigation

Mobiltelefone haben mittlerweile nicht mehr nur die Aufgabe, Telefon- oder Multimediadienste zur Verfügung zu stellen. Die Verfügbarkeit von geeigneten Navigationschips ermöglicht es, das Mobiltelefon als Navigationsgerät zu verwenden. Die Firma SiRF Technology³⁴ hat mit dem 4. Quartal 2008 die Serienproduktion ihrer Chipfamilie SiRFprima angekündigt [Ele08].

Diese Single-Chip-Prozessoren beherrschen alle in mittlerer Zukunft verfügbaren Navigationstechnologien wie beispielsweise GPS und GALILEO und sind gleichzeitig Multimedia-Prozessoren für die Display-Anzeige und 3D-Grafikaufgaben (im Bereich der Navigation). Im Chip arbeitet unter anderem ein ARM11-Kern mit ausgefeilten Cache-Architekturen und eine hochempfindliche 64-Kanal-GPS-/GALILEO-Empfangseinheit mit über 1 Million Korrelatoren.

Nachfolgend sollen die unterschiedlichen im Einsatz beziehungsweise im Aufbau befindlichen globalen Navigationssatelliten Systeme erläutert werden, sowie die Funktionsweise der Satellitennavigation erklärt werden.

3.2.6.1 NAVSTAR – GPS

In den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts begann das Verteidigungsministerium der Vereinigten Staaten von Amerika mit der Planung und Realisierung eines Systems zur genauen Standortbestimmung an jedem Ort auf der Erde mit Hilfe von Satelliten.

³⁴ <http://www.sirf.com>

Das System wurde als **Navigation System for Timing and Ranging** (NAVSTAR) bezeichnet, ist aber allgemein unter dem Namen Global Positioning System (GPS) bekannt.

Grundsätzlich diente NAVSTAR der militärischen Navigation. Es wurde zur exakten Steuerung von Raketen entworfen. In der Folge wurde NAVSTAR aber auch (mit Einschränkungen) für die zivile Nutzung freigegeben.

Bei NAVSTAR wurden ursprünglich 24 Satelliten verwendet, heute sind meist um die 30 Satelliten im Einsatz, wodurch eine bessere Verfügbarkeit gegeben ist. Die Satelliten umkreisen die Erde in einer Höhe von ca. 20200 km in sechs Ebenen, wobei in der ursprünglichen Version pro Ebene 4 Satelliten in gleichen Abständen um die Erde kreisten. Die Inklination³⁵ der Ebenen beträgt 55°, die Satellitenebenen sind in der Äquatorebene um jeweils 60° versetzt. Diese Anordnung der Satelliten hat zur Folge, dass jederzeit an jedem Ort immer die Signale von mindestens 4 Satelliten empfangen werden können. Ein Satellit benötigt zur Umrundung der Erde 11 Stunden und 58 Minuten. Die Satelliten sind mit sehr genauen Atomuhren ausgestattet, die ein exaktes Zeitsignal zur Verfügung stellen. Des Weiteren ist auch die Position des Satelliten exakt bestimmbar.

Das NAVSTAR System besteht zudem noch aus fünf, über die ganze Welt verteilte, Bodenstationen, die die Satelliten steuern und diese mit korrekten Bahndaten und Uhrzeitinformationen versorgt.

Die Positionsbestimmung auf der Erde erfolgt bei NAVSTAR mittels der Nachrichten, die der Empfänger von den Satelliten empfängt. Jede Nachricht enthält vereinfacht folgende Information: die Nummer des Satelliten, seine aktuelle Position, und die Uhrzeit zu der die Nachricht versendet wurde (vgl. [Kow07]). Zusätzlich sendet der Satellit auch noch Informationen über seine Umlaufbahn. Diese Bahndaten werden am GPS-Empfänger gespeichert und für spätere Berechnungen verwendet.

Der GPS-Empfänger vergleicht die Zeit, zu der das Signal gesandt wurde, mit der Zeit, zu der das Signal empfangen wurde. Aus der Zeitdifferenz kann somit die Distanz zu dem Satelliten bestimmt werden. Mit der Auswertung eines weiteren Signals eines anderen Satelliten, kann auch zu diesem der Abstand bestimmt werden. Jede ermittelte Distanz definiert eine Kugeloberfläche mit dem Satelliten als Mittelpunkt. Der Schnitt

³⁵ Inklination bezeichnet den Winkel, um den die Satellitenebene gegenüber der Äquatorebene versetzt ist.

der beiden Kugeloberflächen ergibt einen Kreis. Bezieht man noch einen dritten Satelliten mit ein, ergibt die Schnittmenge der drei Kugeln zwei Schnittpunkte, wobei der nähere der beiden Punkte die Position des Empfängers auf der Erdoberfläche definiert. Dieses Verfahren nennt man auch Trilateration. Werden drei Satelliten zur Positionsbestimmung herangezogen, spricht man von einer sogenannten zweidimensionalen Positionsbestimmung, das heißt, es wird davon ausgegangen, dass sich der Empfänger auf der Erdoberfläche befindet. Werden vier oder mehr Satelliten zur Berechnung herangezogen, kann die absolute Position im Raum bestimmt werden. Man spricht dann von einer dreidimensionalen Positionsbestimmung. Letzteres Verfahren ist vor allem für die Navigation in der Luftfahrt wichtig.

Der vierte Satellit wird notwendig, weil die Genauigkeit der internen Uhr eines handelsüblichen GPS-Empfängers nicht exakt genug ist. Würde ein GPS-Empfänger ebenfalls eine exakte Atomuhr beinhalten, würde die Erdkugel als Ersatz für den vierten Satelliten dienen. Der Satellit wäre demnach der Erdmittelpunkt.

Aus einer Höhe von etwa 20200 km benötigen die ausgesendeten Signale etwa 0,07 Sekunden (genauer gesagt ca. 0,067 Sekunden) um zur Erdoberfläche zu gelangen. Bei einer derart kurzen Laufzeit ist leicht verständlich, dass die Zeitsignale der Satelliten absolut synchron sein müssen. Eine Differenz in den Zeitsignalen von 1/100 Sekunde führt in der GPS-Navigation zu einem Fehler von etwa 3000 km. Ein Unterschied von einer Mikrosekunde macht immerhin noch einen Positionsfehler von 300 m aus.

Zur Korrektur des Zeitfehlers der internen Uhr des Empfängers wird deshalb jeweils das Signal eines weiteren Satelliten benötigt. Um die interne Uhr mit der der Satelliten synchronisieren zu können, verschiebt der Empfänger die Zeitberechnung so lange hin und her, bis sich alle vier fiktiven Kugeloberflächen um die beobachteten Satelliten in einem Punkt schneiden (vgl. [Sch05, S. 23 ff]).

Da es sich bei NAVSTAR um ein militärisches Projekt handelt, wurde das für die zivile Nutzung zur Verfügung gestellte Signal bis 2. Mai 2000 künstlich verfälscht, um die Genauigkeit des Systems zu verschlechtern. Man spricht dabei von der sogenannten Selective Availability. Mit eingeschalteter Selective Availability konnten zivile Systeme die Position mit einer Genauigkeit von etwa ± 100 m bestimmen. Hintergrund für die Verfälschung des Signals war die Befürchtung, terroristische Organisationen könnten das zivile GPS-System ebenfalls zur Steuerung von ferngelenkten Raketen gegen die Vereinigten Staaten einsetzen.

3.2.6.2 GLONASS

Das russische Pendant zum amerikanischen NAVSTAR – GPS heißt GLONASS³⁶ und wurde noch in der Zeit des kalten Kriegs zwischen den beiden Supermächten in Auftrag gegeben.

Die Funktionsweise von GLONASS ist der von NAVSTAR sehr ähnlich. Im Unterschied zu NAVSTAR umkreisen die 24 GLONASS Satelliten (in der Vollausbaustufe) die Erde aber in drei Ebenen, wobei die Inklination $64,8^\circ$ beträgt. Die Satelliten umrunden die Erde in einer Höhe von 19100 km in 11 Stunden und 15 Minuten. Bisher konnte mit GLONASS auf Grund fehlender funktionstüchtiger Satelliten nicht die gesamte Erdoberfläche abgedeckt werden.

Auch GLONASS umfasst 5 Bodenstationen, die jedoch allesamt auf russischen Boden stehen.

3.2.6.3 GALILEO

Mit dem Wegfall der Selective Availability bei NAVSTAR ist die Positionsbestimmung mit NAVSTAR – GPS zwar wesentlich genauer geworden, allerdings besteht im militärischen Ernstfall immer noch die Möglichkeit, dass diese von den militärischen Kontrollorganen wieder aktiviert wird.

Durch den Aufbau von GALILEO, das ebenfalls ein globales Navigationssatelliten System sein wird, erreicht Europa Unabhängigkeit vom militärisch kontrollierten Navigationssystem NAVSTAR. Im Gegensatz zu NAVSTAR wird GALILEO von einer zivilen Behörde kontrolliert und dient ausschließlich der zivilen Nutzung.

Bei GALILEO werden in der Endstufe 30 Satelliten auf drei Ebenen um die Erde kreisen. Jeweils neun Satelliten pro Bahn werden aktiv sein und einer ist als Ersatz für defekte Satelliten vorhanden. Die GALILEO Satelliten bewegen sich in einer Höhe von 23222 km um die Erde. Die Inklination ihrer Umlaufbahnen beträgt 56° , eine Erdumrundung dauert 14 Stunden.

³⁶ GLONASS – Globales Navigations-Satelliten-System

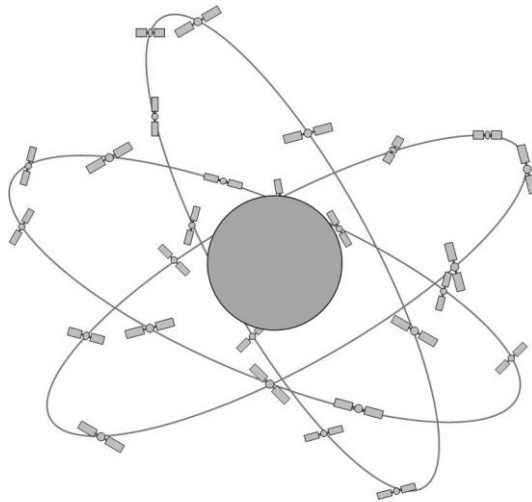


Abbildung 23: Anordnung der Satelliten bei GALILEO

Gesteuert werden die Satelliten wie auch bei NAVSTAR und GLONASS von Boden-Kontrollstationen, wobei im Gegensatz zu den genannten Systemen zwei redundante Stationen, beide auf europäischen Boden, ausreichend sind.

Insgesamt bietet GALILEO fünf verschiedene Dienste an. Auf der einen Seite steht der offene Dienst, der für die Benutzer allgemein kostenlos verfügbar sein wird. Daneben wird es einen kommerziellen Dienst, einen sicheren Dienst (Safety of Life, für sicherheitskritische Anwendungen wie beispielsweise in der Luftfahrt), einen regulierten Dienst (für die Polizei und ähnliche Organisationen) und einen Such- und Rettungsdienst (für die Ortung von Notrufsignalen von Schiffen und Flugzeugen) geben.

Die Positionsbestimmung erfolgt bei GALILEO mit einer wesentlich größeren Genauigkeit als bei NAVSTAR. Es ist jedoch anzumerken, dass auch beim europäischen Navigationssystem unterschiedliche Genauigkeiten geplant sind. So wird der offene Dienst zwar eine Genauigkeit im Bereich eines Meters haben, allerdings kann diese Genauigkeit im kommerziellen Dienst durch Verschlüsselung und die Verwendung zusätzlicher Signale und Korrekturdaten noch gesteigert werden.

Zudem wird GALILEO zum NAVSTAR - GPS der dritten Generation kompatibel aufgebaut, wodurch eine Verwendung der Signale von beiden Systemen möglich wird. Damit kann die Zuverlässigkeit und Genauigkeit von GALILEO weiter gesteigert werden.

3.2.6.4 Vergleich der Systeme

NAVSTAR – GPS ist ein etabliertes Navigationssatelliten-System, das jedoch unter militärischer Kontrolle steht. Die Genauigkeit bei der Positionsbestimmung konnte im zivilen Bereich seit dem Wegfall der Selective Availability zwar gesteigert werden, doch ist das System mittlerweile doch schon etwa 30 Jahre alt und kann deshalb mit den heute möglichen Genauigkeiten nicht mithalten. Zudem ist nicht garantiert, dass im militärischen Ernstfall die Selective Availability nicht wieder eingeschaltet wird.

Auch GLONASS ist ein militärisches System, kann aber bislang auch auf Grund der Fehleranfälligkeit der Satelliten, noch nicht die ganze Erdoberfläche abdecken. Dieses System wird wohl keine ernstzunehmende Alternative zu GPS und GALILEO darstellen.

GALILEO hingegen wird bis zur geplanten Fertigstellung 2013 mit den 30 Satelliten die gesamte Erdoberfläche abdecken können. Da GALILEO kompatibel zu NAVSTAR – GPS entwickelt wird, werden den Anwendern mit diesem Kombi-System ca. 60 Satelliten zur Verfügung stehen. Damit soll die Verfügbarkeit vor allem auch in dicht besiedeltem Gebiet, in dem es aktuell beim Empfang noch große Probleme gibt, gewährleistet werden.

Das System wird allerdings nur mit NAVSTAR-Satelliten der dritten Generation kompatibel sein. Ältere Modelle werden nicht von GALILEO unterstützt. Bis zum endgültigen Austausch aller GPS-Satelliten älteren Baujahres wird es noch einige Jahre dauern.

3.3 Resümee

Um Smart Devices möglichst klein und leicht zu gestalten, können also neue Technologien wie OLED-Displays oder organische Solarzellen verwendet werden, um Material und Materialkosten einzusparen. Flexible Schaltkreise, aber auch flexible Batterien, auf die in diesem Kapitel nicht näher eingegangen wurde, werden es schließlich ermöglichen, dass Geräte an keine festen Formen mehr gebunden sind. Möglicherweise kann man im Jahr 2020 sein Smart Device einfach einrollen und bequem in der Tasche verstauen.

Die vorgestellten auf organischen Materialien basierende Produkte verbessern die Umweltverträglichkeit insofern, dass einerseits durch die verbesserten

Leistungsfaktoren der Stromverbrauch stark reduziert werden kann, andererseits sind die organischen Materialien besser wiederverwertbar beziehungsweise abbaubar.

Die Organic Electronics Association hat in [OEA08] nachfolgende kurz-, mittel- und langfristige Ziele für organische Elektronik definiert:

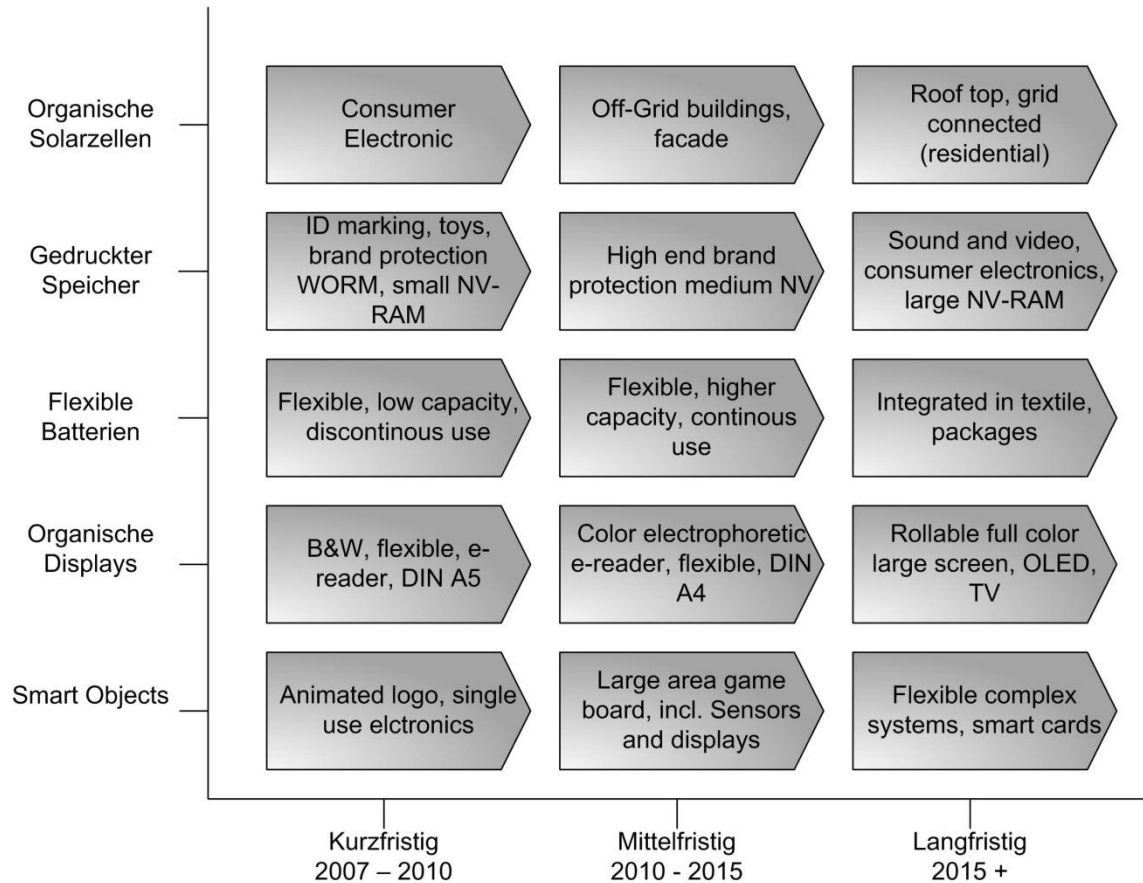


Abbildung 24: OE-A Roadmap für Anwendungen von organischer Elektronik

Wie bereits festgestellt wurde, können Touchdisplays nicht beliebig klein gemacht werden, da sonst die Bedienbarkeit leidet und auch die Lesbarkeit des Displays wird schlechter, je kleiner die Ausführung ist. Durch Technologien wie Microsoft's LucidTouch kann die Bedienbarkeit von Touch-Displays stark verbessert werden, da durch die Verwendung eines Touch-Pads auf der Rückseite des Geräts der Bildschirm während der Verwendung nicht mehr (teilweise) durch die Hand verdeckt wird.

Will man das größtmögliche Display, bei kleinstmöglichen Geräteabmessungen erreichen, muss man den Ansatz wählen, den Apple und Samsung mit ihren neuen Smartphone-Generationen gewählt haben. Durch den Verzicht auf eine Tastatur kann das Display fast die gesamte Fläche des Geräts einnehmen. Die Abmessungen des Smart Devices werden somit nicht viel größer ausfallen, als die des Displays. Durch den

Einsatz von Multi-touch Displays kann die Bedienung des Geräts intuitiver gestaltet werden.

Was die mobile Kommunikation betrifft, steht mit der vierten Generation der Mobilfunktechnologie eine enorme Steigerung der Datenübertragungsrate ins Haus. Diese Steigerung wird zu einer noch größeren Verbreitung von Streaming-Diensten (Audio und Video) bei den Benutzern führen. Die kommerzielle Verwendung soll ab 2010 einsetzen, wobei zu erwarten ist, dass es wie bei jeder neuen Technologie einige Jahre dauert, bis die Technologie für die breite Masse auch leistbar wird.

In diesem Kapitel wurden verschiedene neuartige Technologien zur Anzeige, Bedienung, Energieversorgung und Navigation vorgestellt. Es stellt sich allerdings die Frage nach dem praktischen Nutzen. Hätten diese Technologien der jungen asiatischen Studentin helfen können, sich in Wien selbst zu orientieren?

Die Verwendung eines Displays aus organischen Leuchtdioden hätte mehrere Vorteile gebracht. Das im Mobiltelefon der Studentin integrierte LCD-Display ist zur besseren Lesbarkeit auf eine Hintergrundbeleuchtung angewiesen. Zur Reduzierung des Stromverbrauchs wird diese nach einer definierten Zeitspanne der Inaktivität weggeschaltet. Das Display ist damit tagsüber im Sonnenlicht kaum lesbar, schon gar nicht, wenn ein Stadtplan dargestellt ist. Die Verwendung eines OLED-Displays würde keine Hintergrundbeleuchtung erforderlich machen und trotzdem den Energieverbrauch des Mobiltelefons senken. Es wäre eine bessere Auflösung des Displays möglich gewesen und somit auch eine genauere Darstellung des Stadtplans. Ein Multi-touch Multi-Gesture Display hätte ein einfaches Zoomen im Stadtplan möglich gemacht. Die Orientierung wäre so wahrscheinlich einfacher zu finden gewesen.

Zu guter Letzt würde ein eingebauter GPS-Chip ihre Position am Plan anzeigen und mit entsprechender Routenplanungssoftware auch eine Wegbeschreibung zur Zieladresse liefern. Die Verfügbarkeit eines Navigationssatelliten-Systems wie es GALILEO darstellen wird, sollte auch in Großstädten die erforderliche Signalqualität zur Verfügung stellen können.

4 Innovationen bei der Software

Mobile design is the art of communicating within an environment of mobility.

Cameron Moll³⁷

Die beste Hardware ist nutzlos, wenn es keine Software gibt, die den Benutzer dazu verleitet, das Gerät auch zu nutzen. Bei der Entwicklung von Software für Smart Devices muss deshalb berücksichtigt werden, dass auf allen Geräten (auf denen die Software eingesetzt werden soll) die Bedienung einfach und intuitiv erfolgt, das Design der Applikation ansprechend ist und die Funktionalität hält, was sie verspricht.

4.1 Interaktionsmöglichkeiten

Fundamentally, „mobile“ refers to the user, and not the device or the application.

Barbara Ballard³⁸

Dieses Zitat in [Bal07] weist auf einen nur zu gern übersehenen Umstand bei der Entwicklung mobiler Applikationen hin. Smart Devices ermöglichen es dem Benutzer mobil zu sein. Eine Applikation sollte deshalb in allen Situationen bedienbar sein, sei es nun auf der Straße, im Auto, oder im Büro. Und das zudem auch noch möglichst einfach, intuitiv und sicher. „Sicher“ ist hier nicht in Bezug auf die im Internet lauernden Bedrohungen zu sehen, sondern es ist die physische Sicherheit des Benutzers gemeint. Nicht auszudenken, was passieren kann, wenn der Anwender im Straßenverkehr durch die Bedienung seines Gerätes abgelenkt wird.

Welche Möglichkeiten der Interaktion bieten Smart Devices?

Als Eingabemöglichkeiten stehen dem Benutzer bei Smart Devices der Eingabestift, die sogenannten Softkeys (Tasten am Gerät, die auch mit bestimmten Funktionen belegt

³⁷ Cameron Moll – Autor des Buches: Mobile Web Design [Mol06]

³⁸ Barbara Ballard – Autorin des Buches: Designing the mobile User Experience [Bal07]

werden können), physische oder virtuelle Tastaturen und natürlich die Finger zur Verfügung. Auch die Steuerung der Software mit Hilfe von Sprache sollte nicht außer acht gelassen werden. Reden wir doch bei Smart Devices von Smartphones und UMPC's, die allesamt über eingebaute Mikrofone verfügen. Eine gute Applikation sollte all diese Interaktionsmöglichkeiten unterstützen, damit die Anwendung eine breite Akzeptanz findet. Nur wenn die Geräteklasse schon im voraus bekannt ist, kann die Unterstützung einer nicht vorhandenen Eingabemöglichkeit vernachlässigt werden.

Wie ermöglicht man eine einfache Bedienung?

Je nach Aufgabe der Applikation müssen die Interaktionsschaltflächen leicht zu bedienen sein. Während man nicht davon ausgehen kann, dass ein Anwender während er mit dem Fahrzeug unterwegs ist, eine Email schreiben möchte, muss man schon annehmen, dass er vielleicht sein mit GPS ausgestattetes Smart Device als Navigationsgerät verwenden möchte. Entsprechend große Buttons und eine Autovervollständigungs-Funktion bei Eingabefeldern wird die notwendige Benutzerinteraktion auf ein Minimum reduzieren und die Aufmerksamkeit des Benutzers nicht über Gebühr in Anspruch nehmen.

4.1.1 Tastatur und virtuelle Tastatur

Anwendungen, die schriftliche Eingaben des Benutzers voraussetzen, das können Emailprogramme genauso sein, wie mobile CRM³⁹-Clients, werden am besten über eine Tastatur bedient. Wie bereits erwähnt, kann es sich hierbei um physische, als auch um virtuelle Tastaturen handeln. Abbildung 25 zeigt zwei mögliche Formen von virtuellen Tastaturen.

³⁹ CRM – Customer Relationship Management



Abbildung 25: virtuelle Tastatur bei Apple iPhone 3G⁴⁰ und einem UMPC mit installiertem Microsoft Touch Pak⁴¹

Die rechte Abbildung zeigt, wie eine virtuelle Tastatur, optimiert für die Bedienung mit beiden Daumen, bei einem UMPC ausgeführt sein kann. Die linke Abbildung wiederum zeigt die virtuelle Tastatur eines Smartphones, hier von einem Apple iPhone 3G. Obwohl beide Tastaturen mit zwei Fingern bedient werden können, verfolgen sie doch gänzlich andere Ansätze im Design. Die Implementierung des UMPC hat den Vorteil, dass das Gerät während der (beidhändigen) Eingabe auch gehalten werden kann. Das Apple iPhone 3G hingegen muss abgelegt werden, da eine sinnvolle Eingabe mit mehreren Fingern einer Hand kaum möglich ist.

Die in Kapitel 3.2.2.1 vorgestellte Technologie LucidTouch wiederum würde eine Tastatureingabe mit allen zehn Fingern unterstützen. Im Prototyp wurde die virtuelle Tastatur geteilt und vertikal an den Rändern angeordnet. Abbildung 26 zeigt diese Anordnung einer virtuellen Tastatur.

⁴⁰ Quelle: Video “iPhone 3G – Geführte Tour” auf <http://www.apple.com/de/iphone/guidedtour>

⁴¹ Quelle: http://origamiproject.com/blogs/team_blog/archive/2006/03/08/4.aspx

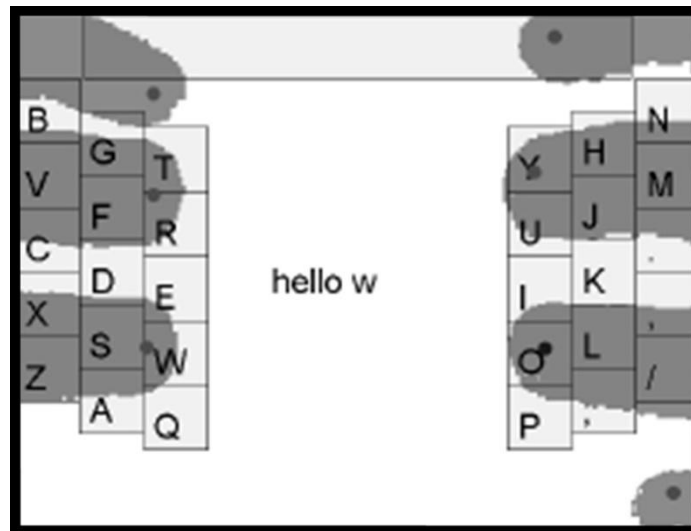


Abbildung 26: geteilte und vertikal angeordnete Tastatur bei LucidTouch

Diese Variante einer virtuellen Tastatur birgt mit Sicherheit noch Verbesserungspotenzial. Vor allem die Tatsache, dass die Anordnung der Tasten noch nicht ganz der einer normalen Tastatur entspricht, sollte Personen, die das Schreiben mit zehn Fingern gelernt haben, am Anfang Probleme bereiten. Da es sich bei LucidTouch derzeit aber noch um einen Prototypen handelt, ist anzunehmen, dass noch umfangreiche Usability-Tests gemacht werden.

4.1.2 Sprachsteuerung vs. Spracherkennung

Die letzte Interaktionsmöglichkeit mit dem Gerät ist die für den Menschen intuitivste, gleichzeitig aber am schwierigsten zu implementierende – die Sprache.

Dabei ist zwischen Spracherkennung (Speech Recognition) und Sprachsteuerung (Voice Control) zu unterscheiden. Das Ziel von Spracherkennung ist es, die natürliche Sprache zu erkennen, während sich Sprachsteuerungs-Software darauf beschränkt eine geringe Anzahl an Kommandos zur Steuerung eines Geräts zu erkennen. Das Vokabular einer Sprachsteuerungs-Applikation entspricht nur einem Bruchteil dessen einer Spracherkennungs-Lösung. Naturgemäß ist es deshalb einfacher eine Sprachsteuerungs-Lösung zu implementieren. Auch die Anforderungen an das Gerät sind bei Sprachsteuerung wesentlich geringer.

Microsoft hat für einige Sprachen für Windows Vista eine Spracherkennung⁴² zur Verfügung gestellt, die die Steuerung des Computers mittels natürlicher Sprache ermöglichen soll. Windows Speech Recognition ermöglicht aber nicht nur das Öffnen von Programmen, sondern erlaubt es auch in Applikationen, die Plain Text- oder Richedit-Controls verwenden, Text zu diktieren. Obwohl meine persönlichen Erfahrungen mit der Windows Speech Recognition durchaus positiv sind, was die Erkennungsrate der Worte betrifft, lässt die Geschwindigkeit in der der gesprochene Text den Weg in das Word-Dokument findet noch zu wünschen übrig. Ein zügiges Diktieren ist meinen Erfahrungen nach selbst auf einem gut bestückten Desktop-PC noch nicht möglich. Ein großes Problem ist zudem, die unterschiedliche regionale Aussprache von Wörtern, selbst wenn die Muttersprache aller Benutzer die gleiche ist. Wer jemals mit einem Briten, US-Amerikaner und Australier in ein Gespräch verwickelt war, wird wissen, was ich meine. Spracherkennungs-Engines verlangen deshalb viel Rechenleistung und ein gutes Training, sowohl der Engine, als auch des Benutzers.

Die Erkennung natürlicher Sprache ist mit Sicherheit ein Forschungsgebiet, in das in den kommenden Jahren noch viel Zeit und Geld investiert wird. Die Fortschritte auf diesem Gebiet werden jedoch in absehbarer Zeit die effiziente Steuerung des Computers zumindest in einigen Sprachen ermöglichen.

Geräte, basierend auf Windows Mobile 5.0 oder höher, erlauben dem Benutzer die Installation von Voice Command⁴³. Aktuell in der Version 1.6 verfügbar, erlaubt Voice Command die Steuerung des Windows Mobile Geräts mittels Sprache. Der Anwender kann einen Kontakt in seinem Adressbuch suchen, den Kontakt anrufen lassen, Telefonnummern direkt wählen, auf seinen Kalender oder Media Player zugreifen und Applikationen öffnen. Voice Command ist allerdings nur zur Steuerung des Geräts geeignet und erlaubt es nicht, natürlichen Text zu diktieren oder die Funktionen in anderen Applikationen am Gerät zu nutzen.

Für Windows Mobile Geräte (Version 2003 oder höher) bietet Microsoft mit Live Search Mobile eine Rich Internet Application an, die bereits mit Sprache gesteuert werden kann. [Sch07] beschreibt, dass Microsoft bei dieser Applikation die

⁴² Windows Speech Recognition: <http://www.microsoft.com/windows/windows-vista/features/speech-recognition.aspx>

⁴³ <http://www.microsoft.com/windowsmobile/en-us/downloads/microsoft/about-voice-command.msp>

Spracherkennung aber vom Smart Device auf den Webserver ausgelagert. Das Smartphone sendet die Spracheingabe zu einem Server, der die Spracherkennung durchführt und das Ergebnis zum Mobiltelefon zurückschickt. Somit kann die Rechenleistung des Servers optimal genutzt werden. Alles in allem ist dieser Weg dennoch schneller, als am Mobiltelefon über eine 10 Tasten-Tastatur eine komplette Adresse einzugeben. Allerdings ist diese Funktion bisher nur für die Vereinigten Staaten verfügbar. Kurzfristig gesehen ist dieser Ansatz jedoch sehr vielversprechend, wenn die sprachgesteuerte Suche auch auf andere Länder dieser Erde ausgeweitet wird. Dass dieser Ansatz nicht für jede Applikation nutzbar ist, ergibt sich von selbst.

4.2 Design

Während auf Grund der beschränkten Ressourcen auf Smart Devices bisher die Maxime „Design follows Function“ galt, ist es mit zunehmenden Speicherplatz möglich, endlich auch optisch anspruchsvolle Applikationen zu entwickeln.

Wie in Kapitel 2.5 festgestellt wurde gibt es drei Ansätze für mobile Applikationen. Einerseits die ressourcenschonende Webanwendung, die jedoch eine ständige Internetverbindung benötigt. Andererseits die Clientapplikation, die die Funktionalität auch sicher stellt, wenn gerade keine Verbindung zum Internet aufgebaut werden kann. Dazwischen sind die Rich Internet Applications angesiedelt, die einerseits soviel Arbeit wie möglich durch den Client ausführen lassen und andererseits Daten über das Internet mit dem Server austauschen, oder aufwändigere Berechnungen durch diesen durchführen lassen. Auf den folgenden Seiten soll auf die Technologien, die den Entwicklern das nötige Rüstzeug zur Programmierung zur Verfügung stellen, näher eingegangen werden.

Zunächst wird mit Silverlight 1.0 for Mobile eine Microsoft-Technologie für die Erstellung von, auf mobile Devices angepassten, Rich Internet Applications genauer betrachtet. Danach wird die von Sun Microsystems entwickelte Technologie JavaFX erklärt. Im abschließenden Vergleich werden die beiden vorgestellten, noch in der Pre-Release-Phase befindlichen Technologien, Adobe's Flash Lite gegenübergestellt, das bereits seit geraumer Zeit am Markt ist.

4.2.1 Silverlight 1.0 for Mobile

Microsoft's Silverlight-Technologie ist ein Cross-Browser, Cross-Plattform und Cross-Device Browser Plug-in und mit Silverlight 1.0 for Mobile wird in Kürze auch eine Version, die speziell auf die Bedürfnisse von Smart Devices zugeschnitten ist, veröffentlicht [Mic08c].

Silverlight for Mobile wird neben dem Microsoft Betriebssystemen Windows Mobile 6 Standard und Windows Mobile 6 Professional auch Nokias hauseigenes Betriebssystem Nokia S60 unterstützen. Weitere Betriebssysteme sollen in den nächsten Versionen von Silverlight for Mobile folgen. Bei Silverlight for Mobile handelt es sich um ein Plug-in für den Internet Explorer Mobile.

Silverlight for Mobile wird am Smart Device sogenannte Rich Internet Applications ermöglichen. In Abbildung 7 wurde der Unterschied zwischen mobilen Client- und Webanwendungen gezeigt. Silverlight for Mobile soll diese Lücke schließen und die User Experience von mobilen Webapplikationen an jene von reinen Clientanwendungen annähern. Die nachstehende Abbildung 27 zeigt, wie Silverlight for Mobile diesen Richness Gap schließt.

Gemäß der Roadmap die Microsoft bei der MIX 08 vorgestellt hat, wurde im Sommer 2008 die erste Community Technical Preview (CTP) von Silverlight for Mobile veröffentlicht. Mit der finalen Version 1.0 ist im 4. Quartal des Jahres zu rechnen. Da parallel dazu auch die Version 2 von Silverlight (für Desktop-Plattformen) entwickelt wird, wurde für das 4. Quartal 2008 auch die CTP von Silverlight 2 for Mobile angekündigt. Die finale Version 2 steht den Entwicklern laut dem derzeit gültigen Zeitplan ab Sommer 2009 zur Verfügung.

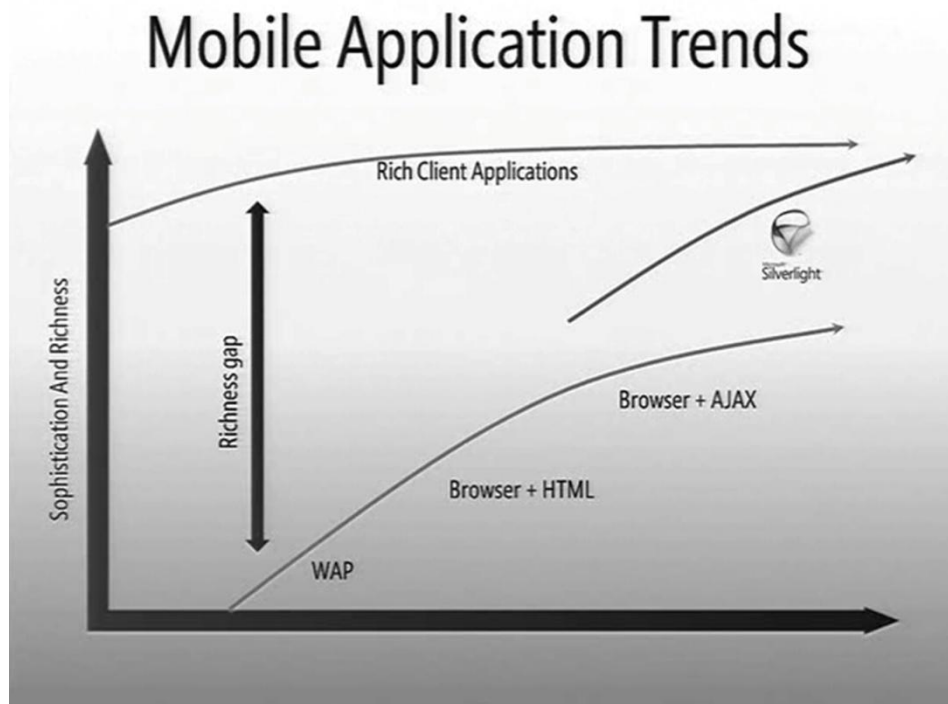


Abbildung 27: Verkleinerung des Richness Gap durch Silverlight for Mobile

Wie funktioniert Silverlight, bzw. Silverlight for Mobile? Was macht den Unterschied zu einer „normalen“ (mobilen) Webapplikation aus?

Microsoft hat in Zusammenhang mit Windows Vista unter dem Namen Windows Presentation Foundation (WPF) eine neue Technologie zur Darstellung von Bildschirmhalten herausgebracht. Bei WPF werden die Elemente nicht mehr pixel-, sondern vektorbasiert gerendert. Dieser Ansatz ermöglicht eine stufenlose Skalierung von Inhalten, was eine optimale Darstellung auch auf sehr großen und sehr kleinen Bildschirmen gewährleistet. Die Darstellung selbst wird bei PC's von der CPU des Rechners (so wie es bei älteren Windows-Versionen noch der Fall war) auf die GPU⁴⁴ der Grafikkarte ausgelagert, was eine deutliche Entlastung der CPU und somit einen Performancegewinn des Geräts, die entsprechende Grafikkarte vorausgesetzt, zur Folge hat [Neu08]. Mit Windows Presentation Foundation Everywhere (WPF/E) wollte Microsoft diese Technologie auch für Internetapplikationen zur Verfügung stellen und entwickelte deshalb ein Browser Plug-in welches schlußendlich unter dem Namen Silverlight auf den Markt kam. Silverlight stellt betriebssystem- und browserunabhängig ein Subset von WPF zur Verfügung.

⁴⁴ GPU – Graphics processing Unit

Um Elemente in einem WPF, bzw. Silverlight GUI⁴⁵ zu beschreiben, greift man auf die Deklarationssprache XAML⁴⁶ (siehe auch [Mic08d]) zurück. XAML ist eine XML-basierte Sprache, die zur Definition von Oberflächen, Animationen und Datenbindungen dient. Die Beschreibung der Elemente mit XAML erlaubt eine Trennung von Design und Code, was die Entwicklung von Silverlight-Projekten in Teams sehr vereinfacht.

Der Vorteil von Silverlight (for Mobile) liegt in der stufenlosen Skalierung der Oberfläche bei jeder Auflösung. Dennoch ist es in den meisten Fällen nicht ausreichend, nur eine Oberfläche für Anwendungen, die sowohl auf Desktop-PC's, als auch auf Smart Devices laufen sollen, zu entwickeln. Eine mit Silverlight designte Webseite, die auf einem Desktop mit einer Auflösung von 1024 x 768 Pixel sehr gut aussieht, kann mit Silverlight for Mobile auf einem Smart Device mit 240 x 320 Pixel zwar schön gerendert werden, die einzelnen Elemente werden aber wahrscheinlich viel zu klein geraten und nicht mehr lesbar sein. Vor allem bei Interaktionselementen kann es schwierig werden, diese noch vernünftig zu bedienen.

Für Silverlight for Mobile Applikationen wird deshalb empfohlen, für jeden Formfaktor des Clients, der zu erwarten ist (bspw. 1024 x 768, 240 x 320, aber auch 320 x 320) ein eigenes User Interface zu designen, und durch Auswerten des User Agent Strings dem Client das geeignet(st)e User Interface anzubieten. Auf diese Art und Weise kann gewährleistet werden, dass auf allen Clients eine brauchbare Darstellung erreicht wird. Bei einer konsequenten Trennung von Design und Code kann für alle User Interfaces der gleiche zugrundeliegende Code verwendet werden.

Desweiteren muss bei der Entwicklung des User Interfaces auch berücksichtigt werden, dass die Geräte unterschiedliche Eingabeoptionen bieten. Ein auf Touch-Eingaben optimiertes User Interface ist auf einem Smartphone, das kein Touchdisplay hat wertlos.

Ein weiterer Punkt, der trotz verbesserter Darstellungsmöglichkeiten auf Smart Devices nicht vergessen werden sollte, ist die Übertragung des Contents. Auch wenn sich die Verbindungsgeschwindigkeit bei mobilem Internet in den letzten Jahren enorm gesteigert hat und auch in den kommenden Jahren sicher noch steigern wird, darf man die Größe der übertragenen Dateien nicht außer acht lassen. Vor allem in Hinblick auf

⁴⁵ GUI – Graphical User Interface

⁴⁶ XAML – eXtensible Application Markup Language

die Downloadbeschränkungen bei mobilen Internet Verträgen, muss man als Entwickler einer mobilen Webapplikation darauf achten, nicht unnötig große Dateien in seiner Anwendung zu verwenden. Ein Benutzer eines Smart Devices mit einer Bildschirmauflösung von 240 x 320 Pixel, wird mit zwei Megapixel großen Bildern nicht viel anfangen können. Davon abgesehen, dass sein Smart Device mit der Umrechnung auf eine brauchbare Darstellung belastet wird, wird auch noch das Downloadvolumen unnötig strapaziert.

Silverlight for Mobile ist wie bereits erwähnt ein Browser Plug-in. Das heißt, dass damit lediglich browserbasierende Applikationen (Rich Internet Applications) erstellt werden können. Eine WPF-Implementierung ist für Smartphones und PDA's derzeit noch nicht geplant.

Es wäre jedoch wünschenswert, wenn zumindest die Funktionalität von Silverlight for Mobile auch direkt am mobilen Gerät zur Verfügung gestellt werden könnte, sodass die Anwendung nicht zwingend im Browserkontext laufen muss. Die zu erwartenden Verbesserungen im Bereich der Hardware sollten aber auch eine „Windows Presentation Foundation for Mobile“-Implementierung möglich machen.

4.2.2 JavaFX

Sun Microsystems tritt mit JavaFX gegen Microsoft's Silverlight und Adobe's Flash an. Die JavaFX-Plattform besteht aus JavaFX Desktop, JavaFX Mobile und JavaFX TV und befindet sich derzeit noch im Alpha-, bzw. Beta-Stadium. Nach der aktuellen Roadmap (vgl. <http://www.javafx.com>) wird die Desktop-Variante von JavaFX noch im Herbst 2008 veröffentlicht, während JavaFX Mobile mit einer geplanten Veröffentlichung im Frühjahr 2009 und JavaFX TV mit einem geplanten Start Anfang 2010 noch auf sich warten lassen.

JavaFX ist eine Produktfamilie, die die Erstellung von Rich Internet Applications für alle Plattformen ermöglichen soll. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz einer JavaFX-Anwendung ist, dass es für die entsprechende Plattform eine Java Virtual Machine ab Version 5 gibt.

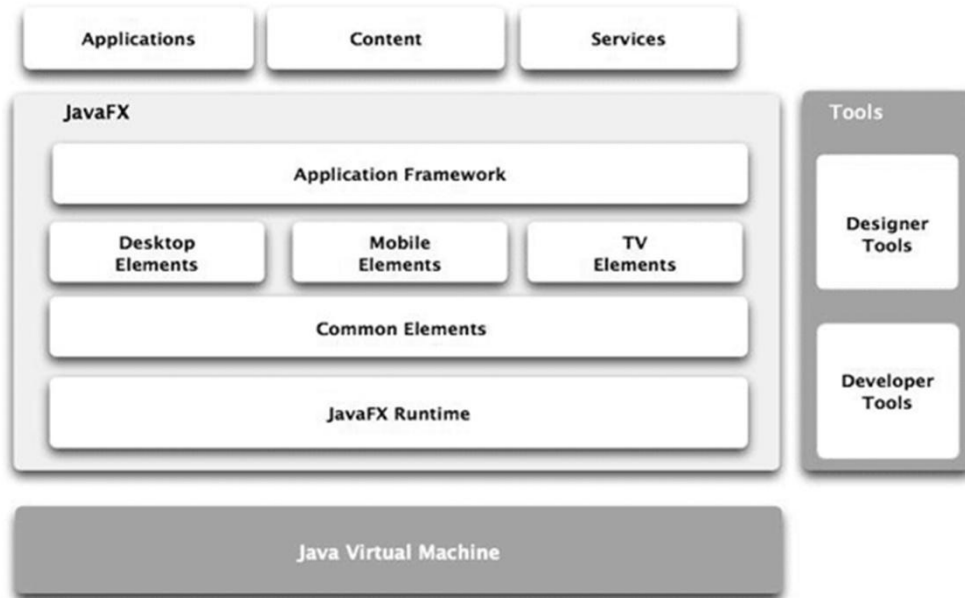


Abbildung 28: JavaFX Plattform⁴⁷

Die JavaFX Technologie umfasst eine ganze Reihe an Einzeltechnologien (Authoring-Produkten) und tritt mit dem allgemeinen Ziel an, das professionelle Erstellen und Verteilen von interaktiven, multimedialen Inhalten über sämtliche Java-Plattformen hinweg zu erleichtern. JavaFX stellt dazu eine Reihe an neuen Schnittstellen bereit, über die Entwickler die meisten, bereits vorandenen, Java-Bibliotheken auf einfache Weise verwenden können. Vor allem soll JavaFX die Verwendung von JavaSwing (Erstellung von Oberflächen) und Java 2D (Grafik) erleichtern [Ste08].

Kernstück von JavaFX ist die Programmiersprache JavaFX Script, eine Skriptsprache, die aus der Sprache F3 (**F**orm **F**ollows **F**unction), entwickelt von Christopher Oliver, hervorgegangen ist. JavaFX Script ist eine deklarative Programmiersprache, die sowohl für Programmierer, als auch Designer, die über Erfahrungen mit Skriptsprachen verfügen, einfach zu benutzen sein sollte. Auf Grund des deklarativen Ansatzes ist die Struktur des JavaFX Codes ähnlich aufgebaut, wie das Layout der graphischen Oberfläche der Anwendung. Obwohl auch ganz einfache Applikationen mit Konsolenausgabe erstellt werden können, wurde JavaFX Script eigentlich speziell dafür entworfen, den kreativen Prozess der Erstellung von Benutzeroberflächen unter Verwendung der Java-Techniken Swing, Java 2D und Java 3D zu optimieren [Ste08].

⁴⁷ Quelle: <http://java.sun.com/javafx/faqs.jsp>

[Mor08, S. 92] und [Fur07] sehen in JavaFX Script folgende Vorteile:

- JavaFX größter Vorteil ist der deklarative Ansatz. GUI Komponenten jeder Applikation werden hierarchisch geordnet. Die Hierarchie der Elemente ist sogar besser strukturiert als in HTML oder XML, da störende Close-Tags in JavaFX nicht existieren.
- Filter-basierte erweiterte Grafik-Funktionen haben den Vorteil, dass jedem Element Filtereffekte hinzugefügt werden können. Es muss nur das Attribut gesetzt werden.
- Java Bean-ähnliche Klassen können leicht erstellt werden, ohne dass jedes mal die Get- und Set-Methoden implementiert werden müssen.
- Die Datenbindung wird extrem komfortabel gehandhabt. Das Schlüsselwort „bind“ verbindet eine Variable oder ein Attribut mit einem anderen Wert.
- Der Ansatz mit Desktop und Mobile ist ein Schlüssel-Feature. Da JRE's auf den meisten mobilen Geräten vorinstalliert sind.

JavaFX Mobile wiederum setzt auf die in Kapitel 2.6.3 beschriebene Java Platform, Micro Edition (Java ME) auf. Java ME hat heutzutage bereits eine weltweite Installationsbasis von 2 Milliarden Installationen. Ein Umstand, der Sun Microsystems einen guten Start für seine JavaFX Mobile Technologie bescheren sollte. JavaFX Mobile wird als OEM-Lizenz zur Verfügung gestellt. JavaFX Mobile verwendet Industriestandard-API's und -technologien, weshalb Applikationen über einen großen Bereich an Java-fähigen Geräten funktionieren werden. JavaFX Mobile soll damit im Wesentlichen die Integrationskosten reduzieren und die Einführung von neuen Applikationen in der extrem heterogenen mobilen Welt erheblich beschleunigen [Ste08].

4.2.3 Vergleich der Technologien

In Kapitel 2.6.5 wird Flash Lite von Adobe beschrieben, das ebenfalls den Fokus auf die Erstellung von Rich Internet Applications hat. Wie unterscheiden sich nun Flash Lite, Silverlight for Mobile und JavaFX voneinander?

Die drei genannten Produkte stehen in direkter Konkurrenz zueinander. Der größte Vorteil von Adobe Flash (Lite) ist, dass es bereits eine große Anzahl an Applikationen am Markt gibt. Adobe hat mit seiner Flash-Technologie (bei Berücksichtigung aller

verfügbaren Flash-Versionen) einen Marktanteil von 98%. Zudem gibt es viele Web-Designer, die bereits mit den Flash-Produkten zur Erstellung von Internetapplikationen vertraut sind. Allerdings ist eine Trennung von Design und Code nicht, oder zumindest kaum, möglich und es wird nur die Sprache Action Script unterstützt.

Die Vorteile von Silverlight liegen mit Sicherheit in der besseren, weil strikteren Trennung von Design und Code. Im Vergleich zu Flash ist Silverlight allerdings noch eine sehr junge Technologie, die sich ihren Platz am Markt erst mühsam erkämpfen muss. Mit Version 2 von Silverlight und der damit verbundenen noch tiefergehenden .NET-Unterstützung wird Microsoft gegenüber Adobe aber mit Sicherheit Boden gut machen. Ebenfalls mit Version 2 wird die Sprachunterstützung auf die .NET-Sprachen Visual Basic, C#, Python, Ruby erweitert. Diese Vielfalt an Programmiersprachen kann vor allem bei den Entwicklern den Unterschied ausmachen. Der Einsatz von XAML als Beschreibungssprache für das User Interface erlaubt es Suchmaschinen, die (Multimedia-) Inhalte besser zu indizieren, was bei Flash nicht einwandfrei funktioniert. Negativ gegenüber den Konkurrenten schlägt sich nieder, dass die Plattform-Unterstützung relativ bescheiden ist. Silverlight-Applikationen sind auf die Verwendung im Browser beschränkt und es werden auf der Windows Plattform derzeit nur der Internet Explorer und Firefox, auf dem Mac OS nur Safari und Mozilla unterstützt. Es gibt noch keine Browser Plug-in's für Opera, einem Browser der doch auch eine relativ große Verbreitung hat.

JavaFX hat es als jüngste der genannten Technologien am Schwersten. Die JavaFX-Plattform kann nur mit der Sprache JavaFX Script programmiert werden. Es ist deshalb zu erwarten, dass Entwickler, die bislang noch keine Erfahrungen mit Java sammeln konnten, der Microsoft-Plattform den Vorzug geben werden. Größter Vorteil von Sun's Technologie ist die breite Unterstützung von Java. Es gibt für alle Betriebssysteme und auch jetzt schon für die meisten Smart Devices Java Laufzeitumgebungen. JavaFX ist im Gegensatz zu Silverlight nicht auf Web-Browser eingeschränkt.

4.3 Resümee

Everything is best for something and worst for something else.

*Bill Buxton*⁴⁸

In Kapitel 4 wurden Interaktionsmöglichkeiten und Technologien für das Erstellen bzw. Designen von Applikationen vorgestellt.

Der Benutzer kann mit der Applikation über physische oder virtuelle Tastaturen, Touchscreens und die Sprache interagieren. Getreu dem Zitat von Bill Buxton hat jede dieser Interaktionsmöglichkeiten ihre Vor- und Nachteile. Die Smart Devices der Zukunft, vor allem aber die darauf laufenden Applikationen, sollten möglichst alle Eingabeformen unterstützen, sofern dies für die Bedienung der Anwendung auch Sinn macht. Somit kann der Benutzer je nach Situation die für ihn passendste Form der Interaktion wählen.

Der Trend bei der Anwendungsentwicklung geht in Richtung Skalierbarkeit der Benutzeroberfläche. Das Vergrößern von Bildschirmausschnitten hilft dem Anwender, wichtige Details auch bei schlechten Sichtverhältnissen besser ausmachen zu können. Die vorgestellten Technologien erlauben es den Entwicklern und Designern erstens durch die Trennung von Code und Design besser zusammenzuarbeiten und zweitens anspruchsvollere und für den Benutzer intuitiver zu bedienende Applikationen zu erstellen.

Was hätten diese verbesserten Technologien für die asiatische Studentin oder jeden anderen Touristen in Wien gebracht?

Der Versuch einer Japanerin, deutsche Straßennamen per Sprache auszuwählen, wäre mit großer Wahrscheinlichkeit gescheitert. Die Spracherkennungssoftware wäre vermutlich überfordert gewesen. Auch ich konnte den Namen der Straße nicht verstehen und dabei ist die menschliche Spracherkennung der eines Computers zumindest für die Muttersprache bei weitem überlegen und wird es vermutlich auch noch für einige Zeit bleiben.

Mit Sicherheit wäre es für den Einheimischen in dieser Situation einfacher gewesen, hätte man die Systemsprache unkompliziert umschalten können und das Mobiltelefon in der Folge in der eigenen Sprache oder zumindest auf Englisch bedienen können. Das

⁴⁸ Bill Buxton – Autor von: Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved [Bux07]

funktioniert jedoch nur, wenn das Gerät einerseits über genug Speicherplatz verfügt und andererseits die Umschaltung ohne einer erneuten Anmeldung, wie es heutzutage beispielsweise für Desktop-PC's nötig ist, möglich ist.

Ein Display mit höherer Auflösung und eine Applikation, die eine vektorbasierte, skalierbare Darstellung ermöglicht, können in solchen Situation helfen, wenn Bildschirmausschnitte einfach vergrößert werden können und dadurch die Lesbarkeit und Darstellungsgenauigkeit gewinnt. Bereits heute lassen Applikationen wie Live Search Mobile eine sehr genaue Darstellung von Luftaufnahmen zu. Dies sollte bei der Orientierung auch in einer fremden Stadt hilfreich sein. Auf einem Smart Device ohne Multi-touch Display sind für einen einzigen Zoom-Schritt jedoch drei Tastendrucke nötig. Multi-touch Displays können die Effizienz verbessern, da der Zoom-Vorgang mit zwei Fingern initiiert werden kann. Bietet die Applikation ein Element, mit dem die Darstellung stufenlos in der Größe variiert werden kann, so ist auch ein Standard Touch Display ausreichend um den nötigen Bedienungskomfort zu bieten.

5 Interview

Empower people through great software anywhere and at any time on any device

Microsoft's Vision

In den vorherigen Kapiteln war immer wieder von Microsoft, dem weltweit größten Hersteller von Standardsoftware die Rede. Im Verlauf der Arbeit wurde beleuchtet, welche Technologien Microsoft heute, aber auch in der näheren Zukunft, vorwiegend zur Programmierung zur Verfügung stellt. Ich hatte aber auch das Glück, ein Interview mit dem Mobility Experten Gerwald Oberleitner von Microsoft Österreich zu führen und auf diesem Weg einen Einblick in die Strategie von Microsoft im Bereich Mobile Computing zu erhalten.

5.1 Mit den Augen Microsoft's

Microsoft sieht sich im mobilen Hardware-Bereich nur konzeptionell tätig ohne hier ein eigenes Produktportfolio zu führen. Auf das in Kapitel 3.2.2.1 vorgestellte, von Microsoft Research gemeinsam mit Mitsubishi Electric Research Lab entwickelte System LucidTouch, angesprochen, erklärte Hr. Oberleitner, dass es natürlich im Bereich Research einige Technologien gibt, die man versucht mit Hardware-Partnern umzusetzen und die in Zukunft in die Entwicklung mobiler Geräte einfließen werden. Microsoft selbst stellt aber keine eigenen Geräte für das Mobile Computing her und hat dies auch nicht geplant. Ein Grund hierfür ist, dass man einen möglichst breiten Markt mit seinen Produkten abdecken will, ohne sich Gedanken über die verschiedenen Standards bei den Mobilfunk Anbietern machen zu müssen. Microsoft versucht hier die Hardware-Partner mit unterschiedlichen Produkten und Brands in den unterschiedlichen Märkten auftreten zu lassen, wobei man sich selbst auf den Software-Bereich konzentriert.

Neben den bereits erwähnten Forschungen im Bereich der Touch-Displays sucht Microsoft aber auch bei Technologien, die sich bereits im Spielbereich, etwa bei

Joysticks und Controllern, etabliert haben, nach Anwendungsmöglichkeiten für Smart Devices. Eine dieser Technologien sind die Beschleunigungssensoren, die in den Controllern zur Steuerung zur Anwendung kommen. Mit Hilfe dieser Sensoren lässt sich die Neigung feststellen. Microsoft versucht auf diese Weise den Benutzern das Scrollen durch Neigen des Smart Devices zu ermöglichen. Microsoft implementiert in diesem Fall die Software, die die Signale des Sensors in eine Scrollbewegung umwandelt, und gibt das Hardware-Konzept an die Hardware-Partner weiter. Diese sind dann für die Implementierung der Sensoren in ihren Geräten zuständig.

Ein anderer sehr interessanter Bereich ist die Entwicklung der Displays, wobei hier Microsoft nicht die Entwicklung der Displays selbst übernimmt, das können andere Firmen besser, aber sehr wohl nach Anwendungsformen für diese Entwicklungen sucht. So lässt beispielsweise die OLED-Technologie Ansätze in Richtung elektronisches Papier erkennen. In diesem Fall ist es allerdings wichtig, dass auch der richtige Content auf dem elektronischen Papier angezeigt wird, sei es nun eine elektronische Zeitung oder auch aktuellere Nachrichten. Microsoft sieht das Potenzial hier in dem dahinterliegenden Software-Konzept.

Auf die Entwicklung der Formfaktoren angesprochen gab Hr. Oberleitner an, dass diese Entwicklung sehr stark von den Hardware-Partnern abhängig ist. Die Strategie in der Software-Entwicklung geht bei Microsoft ganz klar in den Bereich des Mobile Office. Das mobile Gerät wird als Erweiterung zum PC angesehen. Das dokumentiert sich zunächst einmal darin, dass versucht wird die (wichtigsten) Office-Applikationen auch am Smart Device zur Verfügung zu stellen, ohne die Informationsdarstellung durch die Formate zu unterbrechen. Einige der mobilen Geräte bieten heute schon eine Bildschirmauflösung von 640 x 480 Pixel an, ein Wert der vor 10 Jahren noch Standard bei vielen PC's war. Eine entsprechend hohe Auflösung ist wichtig, um im mobilen Bereich Dokumente gut darstellen zu können. Diese Anwendung ist aber in erster Linie für die Benutzung der Geräte im geschäftlichen Umfeld von Bedeutung. Eine andere Technologie, die speziell auf den Business-Bereich abzielt, ist Push-Email, die Emails des Benutzers vom Microsoft Exchange Server-basierenden Email Server aktiv an den mobilen Client schickt.

Generell verfolgt Microsoft beim Mobile Computing zwei Strategien mit durchaus unterschiedlichen Szenarien und demzufolge auch Formfaktoren. Das Betriebssystem Windows Mobile wird in zwei Ausprägungen angeboten (eigentlich in drei, wenn man

auch den klassischen PDA ohne Telefonfunktionalität betrachtet), nämlich als Standard und Professional-Variante (Classic für den reinen PDA). Früher war die Unterscheidung PocketPC, entspricht dem heutigen Professional, und Smartphone, was heute der Standard-Version entspricht. Die Standard-Version ist mehr auf den Consumer-Bereich ausgerichtet, es werden deshalb eher kleinere Formfaktoren unterstützt und die Geräte haben selten einen Touchscreen. Dafür verfügen diese Mobiltelefone in der Regel über hochauflösende Kameras. Der Business-Bereich wird durch die Professional-Version von Windows Mobile abgedeckt. Hier sind die hochauflösenden Touchscreens gefragt, während Kameras eher unter dem Prädikat „nice to have“ geführt werden.

Im Consumer-Bereich gibt es wiederum ganz andere Schwerpunkte. Hier geht der Trend eindeutig in die Einbindung des mobilen Benutzers in die sozialen Netzwerke. Microsoft bietet hier vor allem die Schnittstellen in Richtung Services an, seien es nun die Microsoft Pendanten zu Flickr oder YouTube. Gepaart mit GPS-Technologie kann man dann beispielsweise sagen, wo ein Bild, das man gerade gemacht hat, entstanden ist, dieses dann mit einer Karte verbinden und einer Community am eigenen Blog zur Verfügung stellen. Und das alles von seinem mobilen Gerät aus. Ebenso entsteht vorwiegend bei den jugendlichen Anwendern der Wunsch, auch unterwegs mit seinen Buddies, also den Freunden und Bekannten, mit denen man normalerweise am PC chattet, in Verbindung zu bleiben. Diese Anwendungsszenarien (Chat, Blogs, Communities, etc.) werden allgemein unter dem Schlagwort Web 2.0 zusammengefasst.

Microsoft hat im Bereich des Web 2.0 mit Windows Live ein sehr starkes Brand im Consumer-Bereich geschaffen. Windows Live ist über viele Bereiche Marktführer in Österreich. Mit Windows Live ist Microsoft die Nummer eins im Bereich des Instant Messagings (mit Windows Live Messenger), sowie bei Spaces und Blogs (mit Windows Live Spaces). Bei Emails liegt Microsoft mit Windows Live Hotmail an zweiter Stelle. Die Idee des Web 2.0 am Mobilgerät wird natürlich auch von den Mobilfunkbetreibern sehr stark unterstützt, die in der mobilen Datenübertragung mit entsprechenden Angeboten locken. Diese Angebote ermöglichen es, dass der SMS Hype unter den Jugendlichen schön langsam durch das Instant Messaging, in dem man viel mehr ausdrücken kann und in dem dem Benutzer auch Präsenzinformationen angezeigt werden, abgelöst wird.

Für Web 2.0 wird eine Kombination von Software, die am Gerät läuft und Service, der dann beispielsweise für die Synchronisation von Daten mit den Servern verwendet

wird, benötigt. Als Beispiel sei hier die Synchronisation der Internet-Email mit einem Offline-Client genannt. Selbstverständlich werden diese Technologien nur dann vom Benutzer angenommen, wenn sie auch durch entsprechende, auf die mobilen Geräte adaptierte, Portale unterstützt werden. So ist es zum Beispiel für die (mobile) Suche im Internet interessant, wenn auch der Kontext der Lokation berücksichtigt werden kann. Will man etwa unterwegs wissen, wo sich das nächste Restaurant oder die nächste Tankstelle befindet, ist die aktuelle Position eine sehr wichtige Relation zum Suchbegriff. Im Vergleich dazu will man daheim am PC vielleicht die Reise-Route planen. Der Kontext der aktuellen Position ist in so einem Fall unerheblich.

Auf die Frage, wie Microsoft den Markt und vor allem auch die Konkurrenz am Markt speziell durch Apple mit seinem iPhone 3G sieht antwortete Hr. Oberleitner, dass Apple, aber auch andere Hersteller wie Nokia oder Motorola nicht nur Konkurrenten sind. Vor allem im Businessbereich werden doch auch Microsoft-Technologien von diesen Herstellern implementiert. Bestes Beispiel ist die zuvor erwähnte Push-Email Funktionalität des Microsoft Exchange Servers. Das Protokoll und die Schnittstellen werden von Microsoft an die verschiedensten Hersteller lizenziert, sodass diese auch mit ihren Geräten die Kompatibilität zu Microsoft Exchange Server anbieten können. Als anderes Beispiel nannte Hr. Oberleitner den Microsoft Office Communicator, der wiederum von RIM lizenziert wird und auf den Blackberry-Geräten als Business-Instant Messaging und –Präsenzsystem verfügbar ist.

Das Apple iPhone ist nach seiner Ansicht vor allem im Consumer-Bereich ein sehr gutes Beispiel für die Kombination eines Geräts, einer Plattform und Services. Die iTunes-Software ist genau dafür ausgerichtet, mobiles Gerät, PC und das Web zu verbinden. Mit dem Windows Live Portfolio schlägt Microsoft eine ähnliche Richtung ein.

Microsoft sieht einen Vorteil seiner Technologien in der Offenheit der Microsoft Plattform. Das iPhone ist eine ziemlich geschlossene Plattform, wenngleich es ein SDK für Entwickler gibt. Die Portierung der Windows Live-Dienste auf das Apple-Gerät erweist sich auf Grund der Geschlossenheit der Plattform als sehr schwierig. Windows Mobile hingegen ist eine sehr offene Plattform, vor allem, wenn man sich das Portfolio anschaut, dass hier mittlerweile sowohl im Consumer- als auch im Business-Bereich existiert. Microsoft's Idee war schon immer, den Entwicklern eine möglichst offene

Plattform zu bieten und ihnen so genug Spielraum zu geben, ihre eigenen Ideen auf der Windows Mobile Plattform zu verwirklichen.

5.2 Mobile Computing bei Microsoft in Zahlen

Im Anschluß an das Interview gab Hr. Oberleitner auch noch einige Zahlen (Stand: August 2008) zum Thema Mobile Computing bekannt. Bedauerlicherweise ist der Bericht aus dem die Zahlen stammen nicht für die Öffentlichkeit freigegeben, weshalb mir ein Blick in den Bericht verwehrt blieb.

Im Fiskaljahr 08, ein Microsoft Fiskaljahr läuft jeweils von Juli bis Juni, verkauften sich weltweit etwa 18 Millionen Windows Mobile Geräte. Im vorausgehenden Fiskaljahr 07 konnte allein 11 Millionen Windows Mobile Telefone verkauft werden. Im Businessbereich führt Microsoft unter dem System Center-Brand ein Produkt mit Namen System Center Mobile Device Manager ein, das Systemadministratoren die Wartung der betrieblichen Windows Mobile Geräte erleichtern soll. Für das Technology Adoption Program (TAP) meldeten sich 170 Kunden weltweit an.

Windows Mobile wird von 56 Telefonherstellern weltweit lizenziert und auf aktuell mehr als 200 verschiedenen Gerätetypen ausgeliefert. 160 Mobilfunkbetreiber bieten in 100 Ländern Windows Mobile Telefone in insgesamt 26 verschiedenen Sprachen an.

Bislang wurden mehr als 18000 kommerzielle Windows Mobile Applikationen von den Entwicklern zur Verfügung gestellt. Davon entfallen 34% auf Business Productivity Lösungen und 49% auf sogenannte „Lifestyle Aspekte“ wie zum Beispiel Spiele. Über 1700 dieser Applikationen sind für Mobile2Market zertifiziert.

Bei den Windows Live Diensten sind die Zahlen nicht weniger imposant. So werden weltweit mehr als 350 Millionen aktive Windows Live Hotmail-Accounts genutzt, ein Service der in 36 Sprachen und in insgesamt 59 Märkten angeboten wird. Die Instant Messaging Lösung Windows Live Messenger zählt derzeit mehr als 300 Millionen aktive Accounts in ebenso vielen Sprachen und Märkten wie bei Hotmail. Täglich werden über den Live Messenger 8,2 Milliarden Nachrichten versandt. Über die Suchmaschine Windows Live Search werden pro Monat mehr als 2,1 Milliarden Suchanfragen rund um den Globus abgesetzt. Zu guter Letzt wurden seit der Einführung

des Dienstes 160 Millionen Live Spaces angelegt, die mehr als 102 Millionen unterschiedliche Besucher und ca. 1,9 Milliarden Seitenaufrufe pro Monat haben.

6 Designstudie

In den Kapiteln 3 und 4 wurden verschiedene Hardware- und Software-seitige Technologien vorgestellt, die das Aussehen von mobilen Geräten in Zukunft entscheidend beeinflussen können.

Wie diese Technologien formschön umgesetzt werden können, zeigen zwei Designstudien über das mobile Device von morgen, die nachfolgend vorgestellt werden sollen.

6.1 Nokia 888

Beim Nokia 888 handelt es sich um eine Designstudie des Industrie-Designers Tamer Nakisci [Nak07]. In dieser Designstudie werden viele der zuvor vorgestellten Technologien verwendet.

Nakisci beschreibt das Konzept des Nokia 888 mit den Schlagworten „Form follows you“. Bei diesem Gerät handelt es sich um ein persönliches, mobiles Kommunikationsgerät. Es ist flach und leicht, sowie einfach zu bedienen. Die Form kann sich den Bedürfnissen des Benutzers während des Tages anpassen.



Abbildung 29: Nokia 888



Abbildung 30: verschiedene Formen des Nokia 888

Wie man in den obigen Abbildungen leicht erkennen kann, ist das Gerät äußerst flexibel. Es ist daher naheliegend, dass viele Technologien aus der organische Elektronik verwendet werden. Laut [Nak07] werden unter anderem Flüssigbatterien, flexible Touchscreens, Spracherkennung und ein Touch-sensitives Cover verwendet. Letzteres enthält auch einen programmierbaren Mechanismus, der es erlaubt, die Form des Covers beziehungsweise des Geräts an verschiedene Situationen anzupassen.

Auf Grund seiner flexiblen Struktur ist das Gerät an keine feste Form gebunden. Es kann somit wie eine Uhr am Handgelenk getragen werden, aber genauso gut auch zusammengerollt in die Tasche gesteckt werden, oder einfach an die Kleidung geklippt werden. Will man telefonieren, kann es die Form eines Telefonhörers annehmen, für Video-Calls unterwegs, kann es aber zum telefonieren auch am Handgelenk getragen werden. Das Gerät passt sich also perfekt an die Bedürfnisse des Benutzers in der jeweiligen Situation an. Das programmierbare Gehäuse lässt es ferner zu, dass beispielsweise bei einer SMS oder MMS ein Signal mitgeschickt wird, wodurch das Gerät nicht nur durch eine akkustische Benachrichtigung, sondern auch durch Verändern der Form den Benutzer über die erhaltene Nachricht informiert.

Fast die gesamte Oberfläche des Geräts besteht aus einem Touchscreen, es gibt keinerlei Softkeys. Für das Verfassen von Textnachrichten oder Emails kann eine virtuelle Tastatur eingeblendet werden. Ebenso kann die Eingabe auch per Spracherkennung erfolgen.

Die Verwendung einer Präsentationstechnologie, wie beispielsweise Windows Presentation Foundation, zur optisch ansprechenden Darstellung der Benutzeroberfläche, erlaubt es Interaktionsschaltflächen und Multimedia-Inhalte skalierbar darzustellen.

Wie sich unschwer erkennen lässt, richtet sich das Design in erster Linie an den jugendlichen Privatanwender und weniger an den Business-User. Die Studie enthält trotzdem viele, auch für den Business-Bereich interessante Ansätze, sodass letztendlich beide Benutzergruppen von einer Implementierung solcher Smart Devices profitieren werden.

6.2 Nokia Morph

Bei Morph [Nok08a] handelt es sich um ein Konzept von Nokia und der University of Cambridge das zeigt, wie dehnbar und flexibel die mobilen Geräte der Zukunft sein werden. Dieses Konzept demonstriert die ultimative Funktionalität, die die Nanotechnologie ermöglichen wird: flexible Materialien, transparente Elektronik und selbstreinigende Oberflächen.

Das Morph Konzept glänzt unter anderem durch die Verwendung transparenter Materialien und transparenter Elektronik, die neue ästhetische Designs für mobile Geräte erlauben. Durch die Verwendung von eingebauten (organischen) Solarzellen kann die Lebensdauer der Batterien verlängert werden, beziehungsweise können diese verkleinert werden. Des weiteren enthält das Gerät noch integrierte Sensoren, die zusätzliche Informationen über die Umwelt des Benutzers zur Verfügung stellen können. Die Verwendung von Nanotechnologie für die Oberfläche des Geräts, ermöglicht selbstreinigende Oberflächen. Das heißt, Schmutz kann sich nicht mehr auf der Oberfläche festsetzen, sondern perlt von dieser ab. Diese Selbstreinigung betrifft nicht nur feste oder flüssige Stoffe, die auf die Oberfläche treffen. Selbst Fingerabdrücke bleiben auf so einer Nano-Oberfläche nicht haften.

Die Verwendung organischer Elektronik bietet auch hier wieder mehr Funktionalität auf geringerem Raum, bei gleichzeitiger Kostenreduktion.



Abbildung 31: Nokia Morph in geöffnetem Zustand

Abbildung 31 zeigt das Nokia Morph in seiner ganzen Größe. Die gesamte Fläche wird zur Anzeige verwendet. Zur Interaktion steht ein Touchscreen zur Verfügung. In diesem Zustand kann auch ein leicht zu bedienendes Keyboard zur Interaktion eingeblendet werden.

Die verwendeten Materialien ermöglichen, das Gerät zusammenzufalten, um beispielsweise die klassische Mobiltelefon-Form zu erhalten. Ebenso wie das Nokia 888 kann das Morph aber auch am Handgelenk getragen werden.



Abbildung 32: alternative Formen des Nokia Morph

Wie bereits erwähnt, sollen integrierte Solarzellen für die Stromversorgung herangezogen werden. Das Konzept sieht vor, dass die Oberfläche des gesamten Display als Solarzelle dient.

Zusätzlich zu heute bereits üblichen Funktionalitäten, sollen die integrierten Sensoren den Benutzer bei seinen Entscheidungen im täglichen Leben helfen. So warnen im Video (siehe [Nok08b]) beispielsweise Geruchssensoren die Benutzerin vor dem Genuss eines verdorbenen Apfels. Die Sensoren können aber auch Auskunft über die Luftverschmutzung geben. Auf diese Art und Weise kann das Gerät auch für Einsatzkräfte, wie zum Beispiel Feuerwehr, Polizei, etc., im Einsatzfall von großer Bedeutung werden.

Ein weiterer Vorteil, der durch die Verwendung von biologisch abbaubaren Materialien entsteht, ist der Umstand, dass nicht nur die Herstellung, sondern auch das Recycling von Altgeräten die Umwelt entlastet.

Wenngleich auch noch keinerlei technische Daten zu diesem mobilen Gerät bekannt sind, lassen die Abbildungen den Schluss zu, dass das Display in geöffnetem Zustand eine Bildschirmdiagonale von mindestens sieben Zoll haben muss. Das entspricht der Größe des Bildschirms bei einem heute üblichen Ultra Mobile PC. Im Unterschied zu diesem, ist das Nokia Morph allerdings nur wenige Millimeter dick und wesentlich leichter. Auf Grund der Faltbarkeit des Geräts nimmt es auch wesentlich weniger Platz ein und kann somit noch leichter transportiert werden als ein UMPC. Der Anwender wird noch mobiler!

6.3 Resümee

Beide vorgestellten Konzeptstudien haben zum Ziel, mit den starren Formen, denen Smart Devices heutzutage noch unterliegen, zu brechen. Das Gerät der Zukunft ist nach Ansicht der Designer flexibel und dadurch leichter zu transportieren. Die neuen Konzepte lassen aber auch die Verwendung der Geräte in Situationen, in denen die Standardgeräte von heute auf Grund der Formfaktoren, aber auch auf Grund der Art der Interaktion nicht oder nur bedingt zur Verwendung geeignet sind, zu.

Während sich das Nokia 888 in erster Linie an das jugendliche Privatpublikum richtet, ist das Nokia Morph auch hervorragend für den Einsatz im Geschäftsalltag geeignet. Die Integration von Sensoren auf dem Gerät, wie es in der Konzeptstudie

Morph der Fall ist, eröffnet Einsatzgebiete, die aktuellen Smart Devices noch verwehrt bleiben.

7 Konzept

Ich habe meine Diplomarbeit mit einer Geschichte über eine asiatische Touristin begonnen, die verzweifelt versucht hatte sich anhand eines, am Handy dargestellten, Stadtplans zu orientieren und die gesuchte Adresse zu finden. Dieses Beispiel möchte ich auf den kommenden Seiten noch einmal bemühen und zeigen, wie mit zukünftigen Technologien Touristen ein interessanter Service geboten werden kann.

Wahrscheinlich war jeder von uns schon einmal in der Lage, in einer fremden Stadt unterwegs zu sein und auf eigene Faust die Sehenswürdigkeiten der Stadt zu erkunden. In der Regel ist man in so einer Situation mit einem Stadtplan und einigen Informationsbroschüren vom lokalen Tourismusbüro bewaffnet. Wenn man sich gut vorbereitet hat, hat man am Vorabend schon die Lokationen, für die man sich interessiert, am Plan markiert.

Man nimmt sich also den Plan zur Hand, definiert seinen Ausgangspunkt und marschiert los. Unterwegs entdeckt man dann plötzlich Häuser oder Plätze, die man nicht in seiner vordefinierten Route festgelegt hat. Am Plan kann man vielleicht noch den Namen des Objekts feststellen, aber detailliertere Informationen sind nicht zu bekommen, weil gerade dieses Objekt in keiner der mitgetragenen Broschüren enthalten ist.

Genau hier setzt die nachfolgend beschriebene Lösung an. Die vorgestellte Applikation verwendet viele der zuvor beschriebenen Technologien.

7.1 Virtueller interaktiver Reiseführer

Der virtuelle interaktive Reiseführer (VIR) ist eine Applikation, die am jeweiligen Standort alle Sehenswürdigkeiten der näheren Umgebung anzeigen und vorstellen kann.

Der VIR setzt ein mit einem GPS-Empfänger ausgestattetes mobiles Gerät als Client voraus, wobei anzumerken ist, dass die Benutzung des Systems mit einem eingeschränkten Funktionsumfang auch ohne GPS-Empfänger möglich ist. Um eine gute Wiedergabequalität bei den interaktiven Inhalten zu erreichen, sollte sich die

Bildschirmauflösung zumindest im Bereich der heute üblichen High-End Geräte (iPhone 3G oder Samsung SGH-i900) bewegen. Desweiteren sollte das Gerät auch über eine schnelle Mobilfunkverbindung der dritten Generation verfügen. Für eine einfache Bedienung sollte es über einen Touchscreen verfügen.

Betrieben wird der VIR durch lokale Tourismusbüros oder Tourismusverbände. Diese stellen den interaktiven Inhalt zur Verfügung und vertreiben die Offline-Variante des Systems.

7.1.1 Aufbau der Applikation

Der VIR ist als Rich Internet Application konzipiert. Die Clientinstallation stellt die Grundfunktionalität zur Verfügung. Dazu zählt neben dem User Interface auch eine Datenbank, die die GPS-Koordinaten und allgemeine Informationen (beispielsweise eine Kurzbeschreibung) der im Service registrierten Sehenswürdigkeiten bereitstellt. Der Stadtplan kann, zum Beispiel in der Offline-Variante, Teil der Client-Installation sein. Um Speicherplatz am Gerät zu sparen wird aber in der Regel nur ein Teil des Plans heruntergeladen.

Am Web-Server liegen detaillierte Informationen zu den Sehenswürdigkeiten bereit. Diese sollen bei Bedarf über die Internetverbindung nachgeladen werden. Die Detailinformationen können hochauflösende Bilder, Beschreibungen und Videos, aber auch interaktive Touren durch die Objekte umfassen.

Die Applikation besteht aus acht unterschiedlichen Elementen, die entweder am Client installiert oder online genutzt werden können. In Tabelle 4 werden die Installationsmöglichkeiten für diese Teile aufgelistet.

Funktion	Clientinstallation	Online
Datenbank	X	
User Interface	X	
Übersichtsstadtplan	X	
Detaillierter Stadtplan	X	X
Detailbeschreibungen der Objekte	X	X
Bilder der Objekte	X	X
Videos und interaktive Führungen		X
Online-Dienst		X

Tabelle 4: Funktionsübersicht des virtuellen interaktiven Reiseführers

Videos und interaktive Führungen werden auf Grund des benötigten Speicherplatzes nicht am Mobilgerät installiert, sondern sind ausschließlich online verfügbar. Zu den genannten Online-Diensten zählen veränderliche aktuelle Inhalte, beispielsweise Spielpläne von Theaterhäusern oder Informationen zu Ausstellungen.

7.1.2 Funktionsweise

Der Benutzer installiert zunächst die Clientapplikation auf seinem Smart Device. Zur Installation muss der Tourist lediglich auf die Internetseite des lokalen Tourismusbüros gehen und kann dort das Installationspaket downloaden und einfach auf seinem Gerät ausführen. Während der Installation kann er unter verschiedenen Installationsszenarien das, für seine Wünsche am Besten geeignete aussuchen. Ein vorhandener GPS-Empfänger wird bei der Installation automatisch erkannt.

Bricht der Benutzer zu seiner Besichtigungstour auf und hat die Applikation auf seinem Mobilgerät gestartet, so wird am Stadtplan, einen GPS-Empfänger vorausgesetzt, immer die Umgebung des aktuellen Standortes angezeigt. Kommt der Tourist in die Nähe einer registrierten Sehenswürdigkeit (die, die „Nähe“ definierende, Distanz kann in den Einstellungen der Applikation festgelegt werden) wird ihm diese Sehenswürdigkeit am Stadtplan durch eine auffällige farbliche Kennzeichnung angezeigt. Ist das Interesse des Benutzers an diesem Objekt geweckt, kann er durch Auswahl des Objekts weitere Informationen anfordern. Zunächst werden aus der lokalen Datenbank nur die Bezeichnung und die Kurzbeschreibung des Objekts

dargestellt. Erst wenn der Benutzer noch weitere Details einsehen möchte, werden die Detailbeschreibungen oder Bilder von der Seite des Content-Anbieters heruntergeladen, beziehungsweise bei einer lokalen Installation am Client nachgeladen.

Sollte kein GPS-Empfänger vorhanden sein, oder über einen längeren Zeitraum kein GPS-Signal empfangen werden können, werden jeweils alle am Kartenausschnitt vorhandenen Sehenswürdigkeiten angezeigt. Der Benutzer hat selbstverständlich die Möglichkeit die Größe des angezeigten Kartenausschnitts beliebig zu wählen, eine Funktion, die vor allem bei Orten mit einem erhöhten Aufkommen an Sehenswürdigkeiten, wie beispielsweise die Kärntner Straße in der Wiener Innenstadt, von Vorteil ist.

Handelt es sich bei dem ausgewählten Objekt beispielsweise um ein Gebäude, kann der Tourist eine interaktive Führung durch das Gebäude machen. Die interaktive Führung könnte so aufgebaut sein, dass der Benutzer von Raum zu Raum navigieren kann und für jeden Raum steht eine 360°-Ansicht zur Verfügung. Ein Audiostream erklärt dem Touristen, was er in der virtuellen Führung soeben vor sich sieht. Die Sprache, in der die Führung präsentiert wird, orientiert sich primär an der Sprache des Betriebssystems, kann aber ebenfalls über die Einstellungen der Applikation verändert werden.

Damit der Benutzer der Applikation nur auf die für ihn relevanten Objekte aufmerksam gemacht wird, kann über eine Filterfunktion festgelegt werden, welche Art von Objekten (Museen, Theater/Oper, Plätze, Kirchen, etc.) angezeigt werden sollen.

Wie bereits erwähnt, können Informationen die sich in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen ändern über einen Online-Dienst zur Verfügung gestellt werden. Ein Szenario, wo die Verwendung eines Online-Dienstes zur Aktualitätssteigerung der Information denkbar wäre, sind Spielpläne von Theater- und Opernhäuser, oder auch das aktuelle Programm von Veranstaltungshallen. Hier ist es sogar möglich, Ausschnitte des gebotenen Programms als Video zur Verfügung zu stellen. Die Benutzer des Systems können sich somit schon im Vorfeld einen Eindruck von der Vorstellung verschaffen.

Der VIR bietet noch eine weitere Funktion an. Man kann nicht nur Objekte finden, die sich zufällig an der gewählten Route befinden, sondern sich auch vom System zu den ausgewählten Objekten führen lassen. Selbstverständlich bieten viele

Routenplanungsapplikationen bereits heute diese Funktionalität. Allerdings bietet nur der VIR die Möglichkeit, das Objekt des Interesses bereits im Vorhinein zu betrachten.

7.1.3 Businessmodell

Der virtuelle interaktive Reiseführer ist in erster Linie dafür gedacht, Touristen die kulturellen Sehenswürdigkeiten näherzubringen. Das Konzept der Applikation erlaubt es aber prinzipiell jegliche ortsbezogene Information anzubieten. Die entsprechende Lokation muss dafür lediglich im VIR-System registriert werden. Das bedeutet, dass auch Restaurants, Kinos, Bars, aber auch Geschäfte über den VIR bekannt gemacht werden können.

Für die Finanzierung des VIR bieten sich somit zwei Szenarien an. Auf der einen Seite kann der Tourist für den konsumierten Inhalt zur Kasse gebeten werden. Andererseits kann die Registrierung für nicht kulturelle Objekte kostenpflichtig gemacht werden, genauso, wie Broschüren über Werbeeinschaltungen finanziert werden.

Die erste Variante sollte nach Möglichkeit nicht in Betracht gezogen werden, da ein kostenpflichtiger Dienst den durchschnittlichen Touristen von der Benutzung des Systems abschrecken wird. Zudem werden in den meisten Fällen sowieso Verbindungskosten für die Online-Inhalte anfallen. Für die Verbreitung des Systems ist es deshalb zwingend notwendig, die Kosten auf Seiten des Benutzers möglichst gering zu halten. Hingegen bietet sich Variante zwei an, da vor allem Hotels und Restaurants, die bekanntlich vom Tourismus leben, auf diese Art zusätzliche Werbung erhalten und vor allem auch leichter gefunden werden.

Der VIR kann auch als Offline-Version auf Speicherkarten zum Verkauf angeboten werden. Der Kunde erhält damit den zum Zeitpunkt des Kaufs (möglichst) aktuellen Inhalt von VIR. Die Offline-Version eignet sich für Touristen auch sehr gut als Reiseerinnerung, da sich zu Hause nicht nur die zurückgelegten Touren nachvollziehen lassen, sondern in dieser Version auch hochauflösende, professionelle Bilder der Sehenswürdigkeiten mitliefern lassen.

In Zusammenarbeit mit Hotels oder Reiseveranstaltern können Touristen auch Leihgeräte angeboten werden, damit der VIR auch genutzt werden kann, wenn man noch kein entsprechend ausgestattetes mobiles Gerät sein eigen nennt.

In einer späteren Ausbaustufe des Systems, wäre es möglich, den virtuellen Reiseführer nicht mehr nur lokal, beschränkt auf eine Stadt oder eine Gemeinde, anzubieten, sondern für Mobilgeräte, die über eine Internetverbindung verfügen, auch überregional. Auf Grund der GPS-Position kann der VIR jeweils die Informationen für die entsprechende Region automatisch nachladen.

7.1.4 Verwendete Technologien

Wie bereits zuvor erwähnt, verwendet der virtuelle interaktive Reiseführer einige der in dieser Arbeit beschriebenen Technologien. Am augenscheinlichsten wird das bei der Benutzeroberfläche der Applikation und natürlich auch bei Bildschirm des mobilen Geräts.

Die Benutzeroberfläche von VIR kann mit Hilfe von Silverlight for Mobile oder Flash Lite skalierbar für die verschiedensten Bildschirmgrößen entworfen werden. Die von diesen Plattformen zur Verfügung gestellten Funktionen zur Einbettung von Multimedia-Inhalten ermöglichen es, die interaktiven Führungen, Trailer für Vorstellungen usw. auf einfache Art und Weise in die Applikation einzubetten.

Die beste User Experience hat der Benutzer, wenn sein Gerät über einen GPS-Empfänger verfügt, der sowohl das NAVSTAR – GPS-, als auch das GALILEO-System unterstützt, da das Haupteinsatzgebiet des VIR im Städtetourismus zu finden sein wird. Wie zuvor beschrieben bietet GALILEO in der Endausbaustufe, das heißt in der Kombination mit NAVSTAR – GPS die beste Abdeckung in Städten.

Ein Touchscreen erlaubt eine intuitive Bedienung des Systems, da die angezeigten Objekte einfach nur angetippt werden müssen um Detailbeschreibungen des Systems zu erhalten. Dieser Ansatz sollte auch weniger erfahrenen Benutzern ein schnelles Erlernen des Umgangs mit dem System ermöglichen. Je besser die Bildschirmauflösung ist, bzw. je größer das Display ist, umso einfacher findet sich der Benutzer am Stadtplan zurecht und kann sich auch leichter orientieren. Zudem steigt dadurch die Anzeigequalität der interaktiven Inhalte. In den Smart Devices der Zukunft werden OLED-Displays die nötige Qualität, kombiniert mit geringem Stromverbrauch bieten.

Die interaktiven Führungen und Videos stehen nur online zur Verfügung. Um dieses Angebot nutzen zu können ist es daher unabdingbar, eine möglichst schnelle Internetverbindung zur Verfügung zu haben. Erst Geräte, die zumindest über eine

Mobilfunkverbindung der dritten Generation verfügen werden die nötige Verbindungsgeschwindigkeit bieten, um die multimedialen Inhalte in der gebotenen Qualität kontinuierlich darstellen zu können. Da die Zielgruppe für das vorgestellte System in erster Linie ausländische Touristen sind, ist es für eine breite Akzeptanz auch nötig, möglichst geringe Roaming-Tarife für den Datentransfer zu haben.

8 Konklusion

*The world has arrived at an age of cheap complex devices of great reliability;
and something is bound to come of it*

Vannevar Bush⁴⁹

Die Diplomarbeit wurde mit dem Ziel begonnen, eine realistische Abschätzung über die Entwicklungen im Mobile Computing, sowohl was die Hardware, als auch die darauf laufenden Applikationen betrifft, für die nächsten fünf bis zehn Jahre abzugeben.

In der Konklusion möchte ich nun betrachten, in wie weit die vorgestellten Technologien dazu beitragen, das Ziel zu erreichen.

8.1 Der Hardware-Aspekt

In Kapitel 3 wurden die Innovationen und Trends, die sich am Hardware-Sektor abzeichnen, eingehendst betrachtet. Ein Teil der vorgestellten Technologien verfolgt das Ziel, die Geräte noch kleiner und kompakter zu machen. Es scheint zum jetzigen Zeitpunkt absehbar, dass das Mobilgerät der Zukunft nicht mehr an eine starre Form gebunden ist, sondern bis zu einem gewissen Grad flexibel sein wird. Grund dafür ist die Verwendung von organischen Materialien sowohl in der Displayherstellung, als auch bei der Stromversorgung oder bei der Herstellung von Schaltkreisen. Ein weiterer Abschnitt in diesem Kapitel beschäftigte sich mit Multi-touch Displays, die die hardwareseitige Implementierung von Touch-Interaktionsmöglichkeiten darstellen. Neben diesen Technologien wurde vor allem der Mobilkommunikation der nächsten Generation, sowie der Navigation mittels Navigationssatelliten-Systeme Aufmerksamkeit geschenkt.

Ein Trend der sich abzeichnet ist die fortschreitende Miniaturisierung der Geräte. Der Hintergrund für diese Entwicklung liegt auf der Hand. Je kleiner und leichter die Geräte werden, desto eher sind die Benutzer dazu bereit, die Devices auch in ihrem

⁴⁹Vannevar Bush - Director of the Office of Scientific Research and Development [Bus45]

täglichen Leben zu verwenden. Der Anwender darf sich durch das Mitführen des Geräts in alltäglichen Handlungen nicht eingeschränkt fühlen.

Dem Ziel der Miniaturisierung wirkt aber eine natürliche Konstante entgegen. Displays können noch so scharfe Darstellungen bieten. Kann der Benutzer die Informationen nicht mehr, oder nur mehr unter großer Mühe betrachten, geht der Wert für ihn verloren. Aber nicht nur das Ablesen von Informationen stellt eine Grenze für die Miniaturisierung der Bildschirme dar. Auch die Bedienung des Geräts muss noch gegeben sein. Solange es nicht möglich ist, ein Gerät alleine mit seiner Sprache in allen Bereichen zu bedienen, das heißt es ist weiterhin in irgendeiner Form nötig, dass der Benutzer sein Gerät mit der Hand, dem Finger oder zumindest einem Eingabestift bedient, müssen die Interaktionselemente für den Anwender leicht zu bedienen sein. Das kann jedoch nur erreicht werden, indem man diese Elemente möglichst groß macht.

Das Ziel muss es demnach sein, ein gutes Mittelmaß zwischen Verkleinerung der Hardware und Bedienbarkeit zu finden.

8.2 Der Software-Aspekt

Kapitel 4 beschäftigte sich mit den Innovationen und Trends im Software-Bereich des Mobile Computing. Zunächst wurden verschiedene softwaregestützte Interaktionsmöglichkeiten vorgestellt. Zu diesen Interaktionsmöglichkeiten gehört neben den altbekannten Tastatureingaben auch die Sprachsteuerung bzw. Spracherkennung. In der Folge wurden dann die bekanntesten, bzw. erfolgversprechendsten Plattformen zur Entwicklung von Applikationen für Smart Devices vorgestellt. Diese Plattformen sind als Ergänzung zu den bereits in Kapitel 2.6 vorgestellten Frameworks zu verstehen, die einerseits bereits seit einigen Jahren auf dem Markt sind, weshalb ihre Aufzählung bei der Bestandsaufnahme der aktuellen Technologien gerechtfertigt schien, andererseits aber dem natürlichen Prozess der Weiterentwicklung und Verbesserung unterliegen und in zukünftigen Versionsnummern mit den Plattformen die Grundlage für alle mobilen Applikationen bilden werden.

Der Trend in der Applikationsentwicklung geht von der bitmap- zur vektorbasierten Darstellung der Oberflächen. Diese Art der Darstellung hat den Vorteil, dass die User Interfaces auf unterschiedlichen Bildschirmgrößen skaliert werden können. Obwohl mit den vorgestellten Plattformen eine skalierbare Oberfläche erstellt werden kann, heißt das nicht, dass es zukünftig ausreichend ist für eine Anwendung nur mehr ein User

Interface zu entwickeln, das auf allen Formfaktoren von einem 3,5 Zoll Display eines Mobiltelefons bis hin zum 22 Zoll Bildschirm im Desktop-Bereich eingesetzt werden kann.

Der Mobility-Experte von Microsoft hat klar gemacht, dass der Trend eindeutig in Richtung Software plus Service auch im mobilen Bereich geht.

Das vorgestellte Konzept eines virtuellen interaktiven Reiseführers entspricht diesem Trend. Die Software, also die lokal am mobilen Gerät installierte Applikation, wird durch Services, Dienste, die (ausschließlich) online zur Verfügung gestellt werden, um Funktionen erweitert und bietet somit die bestmögliche User Experience.

8.3 Der Ausblick

Mobile Geräte werden in den nächsten Jahren also kleiner, leichter und besser bedienbar werden. Noch sind der Miniaturisierung aber physische Grenzen gesetzt.

Vannevar Bush hat im Jahr 1945 in seinem Artikel „As We May Think“ [Bus45] mit Sicherheit noch keine Smart Devices wie wir sie heute kennen im Sinn gehabt. Seine „cheap complex devices“ waren noch, aus heutiger Sicht, einfache elektrische oder elektromechanische Geräte. Für die damalige Zeit stellten die dafür verwendeten Technologien allerdings genau solche Meilensteine dar, wie es organische Leuchtdioden für die Smart Devices der Zukunft sind.

In fünfzehn oder zwanzig Jahren funktioniert die Spracherkennung vielleicht so perfekt, dass eine Interaktion per Tastatur vollkommen überflüssig ist. Eine weitere Miniaturisierung der Geräte wird dann möglich sein, wenn der Finger eine Schaltfläche oder Taste eines virtuellen Keyboards nicht mehr treffen muss. Die Display-Technologie wird dann so weit fortgeschritten sein, dass es möglich ist eine Auflösung von 1024 x 768 Pixel auf einem 3,5 Zoll Bildschirm zur Verfügung zu stellen, oder dass das Display in seiner Größe variabel ist, wie es die Designstudie des Nokia Morph zeigt. Und die Kommunikationstechnologien werden uns an jedem Ort der Welt den Zugang zum Internet ermöglichen.

Wenn wir diesen Punkt erreichen, wird man über virtuelle Tastaturen, oder Geräte die 150 Gramm wiegen genauso schmunzeln, wie wir es heute tun, wenn wir uns Bush's Devices vorstellen.

8.4 ...and something is bound to come of it

Wie sich Mobile Computing in den nächsten Jahren tatsächlich entwickelt liegt in den Händen der Hardware-Hersteller und Entwickler. Diese beiden Gruppen haben es in der Hand, die vorgestellten Konzepte zu implmentieren und das Smart Device der Zukunft zu formen und zu prägen.

Ich hoffe, es ist mir mit dieser Arbeit gelungen zu zeigen, was im Bereich Mobile Computing möglich wäre.

Anhang A – Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: ENIAC

Abbildung 2: Whirlwind

Abbildung 3: Mailüfterl

Abbildung 4: PC von IBM

Abbildung 5: modernes Notebook

Abbildung 6: moderner PDA

Abbildung 7: Unterschied zwischen Client- und Webapplikationen

Abbildung 8: RIA Kategorisierung

Abbildung 9: Smart Client Konzept [Kno06, S. 29]

Abbildung 10: Web- und Clientanwendungen mit Visual Studio.NET im Vergleich

Abbildung 11: Architektur des .NET Compact Frameworks

Abbildung 12: Basis Architektur des .NET Micro Framework [Tho07]

Abbildung 13: Teilmengenbeziehung der Konfigurationen

Abbildung 14: Java-Plattformen und ihre Zielarchitekturen

Abbildung 15: Konfigurationen und Profile der Java ME

Abbildung 16: Qt 4.4 Architektur

Abbildung 17: Architektur von Flash Lite

Abbildung 18: Aufbau eines OLED-Displays mit passiver Matrix

Abbildung 19: Vergleich von PMOLED- und AMOLED-Technologie

Abbildung 20: Funktionsweise von LucidTouch bei verschiedenen Displaygrößen

Abbildung 21: kapazitives Array nach Rekimoto

Abbildung 22: Vermischung von Donator- und Akzeptorschicht zur Vergrößerung der
Grenzfläche

Abbildung 23: Anordnung der Satelliten bei GALILEO

Abbildung 24: OE-A Roadmap für Anwendungen von organischer Elektronik

Abbildung 25: virtuelle Tastatur bei Apple iPhone 3G und einem UMPC mit
installiertem Microsoft Touch Pak

Abbildung 26: geteilte und vertikal angeordnete Tastatur bei LucidTouch

Abbildung 27: Verkleinerung des Richness Gap durch Silverlight for Mobile

Abbildung 28: JavaFX Plattform

Abbildung 29: Nokia 888

Abbildung 30: verschiedene Formen des Nokia 888

Abbildung 31: Nokia Morph in geöffnetem Zustand

Abbildung 32: alternative Formen des Nokia Morph

Anhang B – Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ansätze von RIA´s zur Lösung von Problemen im traditionellen Web (vgl. [Mor08])

Tabelle 2: Relevanz der Vorteile von OLED für die Entwicklung verschiedener Anwendungen

Tabelle 3: angestrebte Kosten / Performance Parameter für hochauflösende OLED-Displays

Tabelle 4: Funktionsübersicht des virtuellen interaktiven Reiseführers

Anhang C – Literaturverzeichnis

- [Ado07] **Adobe Systems Inc.**, Adobe Launches Flash Lite 3 [Online],
Adobe, 1. Oktober 2007,
<http://www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressreleases/200709/100107FlashLite3.html>,
Zugriff: 10. September 2008
- [Ado08] **Adobe Systems Inc.**, Adobe - Flash Lite: Architektur [Online],
Adobe, 2008
<http://www.adobe.com/de/products/flashlite/architecture>,
Zugriff: 16. September 2008
- [All02] **Allaire Jeremy**, Macromedia Flash MX – A next-generation rich client
[Online], Adobe, März 2002,
<http://www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressreleases/200709/100107FlashLite3.html>,
Zugriff: 10. September 2008
- [Bal07] **Ballard Barbara**, Designing the mobile User Experience [Buch], Wiley
2007
- [Bal08] **Ballard Barbara**, Mobilize, don't Miniaturize [Online],
little springs design, 30. April 2008,
http://patterns.littlespringsdesign.com/index.php/Mobilize%2C_Don%27t_Miniaturize,
Zugriff: 16. September 2008
- [Bar04] **Bardsley J. Norman**, International OLED Technology Roadmap: 2001 -
2010 [Journal], IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics,
2004, Bd. 10, Issue 1

- [Bau07] **Baudisch Patrick [et al.]**, LucidTouch: A See-Through Mobile Device [Online], Microsoft, 7-10. Oktober 2007,
<http://research.microsoft.com/users/baudisch/publications/2007-Wigdor-UIST07-LucidTouch.pdf>,
 Zugriff: 25. September 2008
- [Bes06] **Best David**, Web 2.0 - Next Big Thing or Next Big Internet Bubble? [Online], Freie Universität Berlin, Jänner 2006,
<http://page.mi.fu-berlin.de/best/uni/WIS/Web2.pdf>,
 Zugriff: 4. September 2008
- [Bra01] **Brabec Christoph J., Sariciftci Niyazi Serdar und Hummelen Jan**, Plastic Solar Cells [Journal], Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001, Bd. II, Issue 1
- [Bus45] **Bush Vannevar**, As We May Think [Online], The Atlantic.com, Juli 1945,
<http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush>,
 Zugriff: 10. September 2008
- [Bux07] **Buxton Bill**, Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved [Online], Microsoft Research, 12. Jänner 2007,
<http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>,
 Zugriff: 18. September 2008
- [Drö06] **Dröge Ruprecht, Nowak Peter und Weber Torsten**, Programmieren mit dem .NET Compact Framework [Buch], Unterschleißheim : Microsoft Press, 2006
- [Duh03] **Duhl Joshua**, IDC - Rich Internet Applications [Online], Adobe - Rich Internet applications, November 2003,
http://www.adobe.com/platform/whitepapers/idc_impact_of_rias.pdf,
 Zugriff: 11. September 2008
- [Ele08] **Elektronik**, Das Handy als Alleskönner [Journal], Poing : Redaktion Elektronik, 2008, Bd. 57, Issue 13
- [Fur07] **Furmankiewicz Jacek**, JavaFX Script in Action: Lacking for RIA, Promising for Mobile [Online], Jupitermedia Corporation, 2007,
<http://www.devx.com/richinternetapps/Article/35174/1954>,
 Zugriff: 16. September 2008

- [Her01] **Herold Helmut**, Das Qt Buch - Portable GUI-Programmierung unter Linux/Unix/Windows [Buch], Nürnberg : SuSE Press, 2001
- [Kli08] **Klipstein Dillan O.**, Vor zehn Jahren noch unvorstellbar - heute vor der Realisierung [Journal], Poing : Redaktion Elektronik, 2008, 18 : Bd. 57
- [Kno06] **Knor Maximilian Clemens**, Integrating RFID-Smart-Labels and Smart Device Clients into a Supply-Chain Management environment to improve quality assurance [Buch], Langenzersdorf : FH Technikum Wien, 2006
- [Kow07] **Kowoma.de**, Bestimmung der Position beim GPS-System [Online], Kowoma.de, 29. November 2007,
<http://www.kowoma.de/gps/Positionsbestimmung.htm>,
Zugriff: 30. September 2008
- [Lem08] **Lemme Helmuth**, Strom aus Plastikfolie [Journal], Poing : Redaktion Elektronik, 2008, 19 : Bd. 57
- [Loo06] **Loosley Chris**, Rich Internet Applications: Desing, Measurement and Management Challenges [Online], Keynote Systems, 2006,
http://www.keynote.com/docs/whitepapers/RichInternet_5.pdf,
Zugriff: 11. September 2008
- [Mic06] **Microsoft**, Smart Clients: Essential Requirements and Candidate Services [Online], Microsoft Developer Network - Microsoft, August 2006,
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa905318.aspx>,
Zugriff: 4. Oktober 2008
- [Mic08a] **Microsoft**, .NET Compact Framework [Online], Microsoft Developer Network - Microsoft, 2008,
<http://msdn.microsoft.com/en-us/netframework/aa497273.aspx>,
Zugriff: 1. September 2008
- [Mic08b] **Microsoft**, .NET Micro Framework [Online], Windows Embedded Developer Center, Microsoft, 2008,
<http://msdn.microsoft.com/en-us/embedded/bb267253.aspx>,
Zugriff: 16. September 2008
- [Mic08c] **Microsoft**, The Official Microsoft Silverlight Site [Online], Microsoft, 2008, 5. August 2008,
<http://silverlight.net>
Zugriff: 20. September 2008

- [Mic08d] **Microsoft**, Übersicht über XAML [Online],
Microsoft Developer Network. - Microsoft, 2008,
<http://msdn.microsoft.com/de-de/library/ms752059.aspx>,
Zugriff: 16. September 2008
- [Mol06] **Moll Cameron**, Mobile Web Design [Online]
World Wide Web Consortium, 2006
http://www.w3.org/2006/07/Mobile_Web_Design.pdf,
Zugriff: 20. August 2008
- [Mor08] **Moritz Florian**, Rich Internet Applications (RIA): A Convergence of User
Interface Paradigms of Web and Desktop Exemplified by JavaFX [Online],
flomedia.de, Jänner 2008,
<http://flomedia.de/diploma/documents/DiplomaThesisFlorianMoritz.pdf>,
Zugriff: 15. September 2008
- [Nak07] **Nakisci Tamer**, Nokia 888 [Online], 2007,
<http://www.nokia888.com>,
Zugriff: 30. September 2008
- [Neu08] **Neumann Jörg**, Im Rausch der Oberfläche [Artikel], dotnetpro, München :
Neue Mediengesellschaft Ulm mbH, 2008, Issue 8
- [NGM06] **NGMN Alliance**, Next Generation Mobile Networks [Online],
NGMN, 5. Dezember 2006,
*[http://www.ngmn.de/fileadmin/content/documents/downloads/White_Paper_-
_Beyond_HSPA_and_EVDO.pdf](http://www.ngmn.de/fileadmin/content/documents/downloads/White_Paper_-_Beyond_HSPA_and_EVDO.pdf)*,
Zugriff: 23. September 2008
- [NGM08] **NGMN Ltd.**, What is NGMN? [Online],
ngmn - next generation mobile networks,
<http://www.ngmn.de/index.php?id=31>,
Zugriff: 23. September 2008
- [Nok08a] **Nokia Corporation**, The Morph concept [Online],
Nokia, Februar 2008,
<http://www.nokia.com/A4852062>,
Zugriff: 2. Oktober 2008

- [Nok08b] **Nokia Corporation**, Video [Online],
 Nokia, 2008,
<http://www.nokia.com/A4879144>,
 Zugriff: 2. Oktober 2008
- [OEA08] **OE-A**, White paper OE-A Roadmap available for download [Online],
 VDMA, Mai 2008,
http://www.vdma.org/wps/portal/Home/en/Branchen/O/OEA/OEA_News_20080620_WhitePaper?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Home/en/Branchen/O/OEA/OEA_News_20080620_WhitePaper,
 Zugriff: 25. September 2008
- [Pre06] **presstext.austria**, Blechtrottel ist der, der vor dem Computer sitzt
 [Online], presstext, 16. November 2006,
<http://www.presstext.de/pte.mc?pte=061116026>,
 Zugriff: 25. August 2008
- [Rek02] **Rekimoto Jun**, SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulation on
 Interactive Surfaces [Konferenz], Proceedings of CHI 2002, Minneapolis :
 ACM SIGCHI, 2002, Bd. 4.
- [Rob08] **Robinson Stuart**, Flash Lite Device Installed Base [Online],
 Adobe, 4. Jänner 2008,
http://www.adobe.com/devnet/devices/pdfs/fl_version_by_country_ib_jan_2008.pdf,
 Zugriff: 16. September 2008
- [Rog08a] **Rogers John A. [et al.]**, Flexible Electornig Building Blocks -
 Semiconductor Wires and Ribbons for High-Performance Flexible
 Electronics [Journal], Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & CoKG,
 2008, 30 : Bd. 47
- [Rog08b] **Rogers John A. [et al.]**, Theoretical and Experimental Studies of Bending
 of Inorganic Electronic Materials on Plastic Substrates [Journal], Weinheim
 : Wiley-VCH Verlag GmbH & CoKG, 2008, Bd. 18
- [Rus08] **Rush Keldon**, Getting started with Adobe Flash Lite [Online]
 Smashing Ideas Inc., 2007,
http://www.adobe.com/devnet/devices/articles/getting_started_flashlite.pdf,
 Zugriff: 16. September 2008

- [Sch07] **Schermann Oliver**, Live Search for Mobile - Now with Speech Recognition [Online],
Microsoft, 16. Oktober 2007,
<http://blogs.msdn.com/speech>,
Zugriff: 21. September 2008
- [Sch05] **Schönfeld Ralf**, Das GPS-Handbuch [Buch], Münster : Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG Münster, 2005
- [Ste08] **Steyer Ralph**, JavaFX [Buch], München : Addison-Wesley, 2008
- [Sun08] **Sun**, The K Virtual Machine [Online],
Sun Developer Network, 1994-2008,
<http://java.sun.com/products/cldc/ds>,
Zugriff: 25. August 2008
- [Swi07] **Swiontek Rudi und Rohde Claus**, Gerätefirmware aus Visual Studio programmieren [Online],
Elektronik Praxis, 11. September 2007,
<http://www.elektronikpraxis.vogel.de/themen/embeddedsoftwareengineering/implementierung/articles/92518>,
Zugriff: 20. August 2008
- [Tho07] **Thompson Donald und Miller Colin**, Introducing the .NET Micro Framework [Online],
Microsoft, 7. September 2007,
<http://download.microsoft.com/download/a/9/c/a9cb2192-8429-474a-aa56-534fffb5f0f1/.NET%20Micro%20Framework%20White%20Paper.doc>,
Zugriff: 16. September 2008
- [Tro08a] **Trolltech ASA**, Fast, efficient user interface development for embedded systems [Online],
Trolltech, 2008,
<http://trolltech.com/products/qt/learnmore/whitepapers>,
Zugriff: 17. September 2008
- [Tro07] **Trolltech ASA**, Qt Cross-Platform Application Framework [Online],
Trolltech, 2008,
<http://trolltech.com/products/qt>,
Zugriff: 17. September 2008

- [UMT08] **UMTSLink.at**, UMTS-Vorteile [Online],
UMTSLink.at, 2003 – 2008,
http://www.umtslink.at/index.php?pageid=umts_vorteile#anforderung_3g,
Zugriff: 23. September 2008
- [W3C08] **W3C**, Mobile Web Best Practices 1.0 [Online],
W3C, 29. Juli 2008,
<http://www.w3.org/TR/2008/REC-mobile-bp-20080729>,
Zugriff: 14. September 2008
- [Wec03] **Wechsler Alexander**, Entwickeln Sie Anwendungen für Nicht-PC-Systeme
[Online]
Microsoft, 18. März 2003,
<http://msdn.microsoft.com/de-de/library/bb979536.aspx>
Zugriff: 10. September 2008
- [Wis02] **Wischy Markus Alexander**, Taschenrechner - Erste Schritte mit dem .NET
Compact Framework [Journal], dotnet-Magazin, 2002, Issue 05, S. 34-38
- [Wur08] **Wurdack Ilse, Samarian Heidi und Nuyken Oskar**, Organische
Leuchtdioden [Online],
FIZ Chemie Berlin, 12. August 2008,
<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/9/mac/neu/oled/oled.vlu.html>,
Zugriff: 13. September 2008

Anhang D - Transkript des Interviews

Nachfolgend findet man die Niederschrift des Interviews, welches mit dem Mobility-Experten Gerwald Oberleitner geführt wurde. **GD** bezeichnet den Interviewer, während **GO** die Initialen von Hr. Oberleitner darstellen.

GD: Hr. Oberleitner, als Mitarbeiter von Microsoft und Spezialist für mobile Devices, wie würden Sie die Entwicklung der nächsten fünf bis zehn Jahre im Bereich des Mobile Computing abschätzen?

GO: Zunächst möchte ich kurz die Positionierung von Microsoft im Umfeld des Mobile Computing erläutern. Microsoft ist im Hardware-Bereich nur konzeptionell tätig ohne ein eigenes Produktportfolio zu haben. Im Software-Bereich hingegen bietet Microsoft einerseits das Betriebssystem für mobile Devices an und andererseits die Entwicklungsplattformen.

Als größte Herausforderung sehen wir in den nächsten Jahren, den Trend um das Thema Web 2.0 und Services. Ziel wird es sein, eine Schnittstelle zwischen Mobility und Service-Landschaft zu schaffen.

GD: Sie haben gesagt, dass Microsoft im Bereich der Hardware recht wenig macht. Auf den Webseiten von Microsoft Research konnte ich aber recht interessante Entwicklungen, wie beispielsweise LucidTouch entdecken. Können Sie mir dazu näheres sagen?

GO: Natürlich gibt es im Research Bereich Technologien, die Microsoft entwickelt, bzw. versucht mit Hardware-Partnern umzusetzen. Microsoft selbst baut aber keine mobilen Geräte. Hintergrund für diese Entscheidung ist hier sicherlich, dass es weltweit die unterschiedlichsten Standards zum Beispiel im Mobilfunkbereich gibt, die man implementieren müsste. Unsere Strategie verfolgt hier das Ziel, ein einheitliches Grundsystem zur Verfügung zu stellen, wobei die Hardware-Partner dann für die Implementierung der von ihnen verwendeten (lokalen) Standards zuständig sind.

Sie haben bereits eine Entwicklung unseres Research-Teams aus dem Bereich der Eingabe kombiniert mit der Anzeige erwähnt. Eine andere Technologie, die man gerade versucht für die mobilen Geräte zu adaptieren, sind Technologien, die aus dem Gaming-Sektor kommen und in Joysticks oder Game-Controllern zur Steuerung mittels Neigung des Steuergeräts verwendet wurden. Man nimmt diese Konzepte her um herauszufinden, wie man zum Beispiel während des Lesens auf einem mobilen Gerät scrollen kann. Das sind durchaus Technologien, die man versucht Software-mäßig umzusetzen, während das Hardware-Konzept an Partner weitergegeben wird, die die entsprechende Sensorik in ihren Geräten dann einbauen.

Der Displaybereich ist mit Sicherheit ein sehr interessanter Bereich, auch in Richtung elektronisches Papier gehend. Ohne die Serviceleistungen im Hintergrund, mit denen man bestimmen kann, was an Content angezeigt wird, ob es sich beispielsweise um eine Zeitung handeln soll, oder top-aktuelle Inhalte dargestellt werden, macht es aber keinen Sinn.

Sie haben es zuvor schon kurz angesprochen, dass der Trend bei Displays in Richtung elektronisches Papier geht. Wie sieht Microsoft die Diskussion um die Formfaktoren bei mobilen Geräten. Werden die Geräte eher noch kleiner werden, oder noch flacher?

Das hängt stark von den Hardware-Partnern ab. Wenn man sich die Strategie in der Software-Entwicklung bei uns ansieht, speziell auch im Bereich von Windows Mobile, dann sieht man, dass wir Windows Mobile mehr als eine Erweiterung zum PC, bzw. Erweiterung von Office ausbauen. Man sieht das in jüngsten Entwicklungen, wo man auch Office-Applikationen, wir nennen das ja auch Mobile Office, in die Geräte hineinbringt. Ziel ist es, Dokumente, die ich im Büro habe, auch unterwegs anschauen und geringfügig bearbeiten kann, ohne einen Medienbruch zu erzeugen. Die Geräte entwickeln sich was Speicherkapazität, Rechenleistung und Bildschirmauflösung betrifft immer mehr zum mobilen PC-Ersatz hin. Und das ist auch eigentlich der Trend, der im Business-Bereich getrieben wird. Weil man dort ein sehr großes Marktpotenzial sieht. Das geht auch in die Richtung der Netbooks, die halt einen etwas größeren Formfaktor haben.

Betrachtet man den Consumer-Bereich, geht der Trend eindeutig in die Einbindung in soziale Netzwerke. Wir haben am schon gesagt, dass ich da mehr Schnittstellen in Richtung Services habe, seien es jetzt die Microsoft Pendanten zu Flickr und YouTube oder ähnliches. Vielleicht auch gepaart mit einer GPS-Funktionalität, sodass man

sagen kann, das ist ein Bild, das dort entstanden ist, das man dann mit einer Karte verbinden kann und auf einem Blog in die Bildergalerie posten kann. In diese Richtung geht auch der Wunsch, auch im mobilen Bereich mit seinen Buddies verbunden zu sein und mit ihnen kommunizieren zu können.

GD: Meine nächste Frage wurde schon fast vorweg genommen. Trotzdem möchte ich Sie noch kurz stellen: Ist es aus ihrer Sicht wichtiger, den Consumer-Bereich zu erobern, oder sollte die Priorität doch im Business-Bereich liegen?

GO: Wir verfolgen das mit unterschiedlichen Szenarien und Formfaktoren. Wenn man sich das Portfolio an Devices anschaut, und wie viele Hardware-Hersteller mittlerweile Windows Mobile als Betriebssystem verbauen, hat man hier Geräte, die mit einer Tastatur ausgestattet sind und eher in Richtung Business gehen positioniert sind. Dort geht der Trend auch sehr stark in die Richtung, dass man Display-Auflösungen hat, die vor ein paar Jahren noch Standard am PC waren, also 640 x 480 Pixel – auch im mobilen Bereich. Das ermöglicht es dann auch, Office-Dokumente ordentlich darzustellen. Es gibt in diesem Bereich natürlich auch Technologien wie beispielsweise Push-Email, usw. die eindeutig auf den Business-Bereich abzielen.

Darüber hinausgehend gibt es ein Portfolio von Windows Mobile, das wir heute in Standard und Professional unterscheiden. Früher haben wir Smartphone und PocktPC zu den Editions gesagt. Wobei der Smartphone-Bereich mehr in Richtung Consumer geht, also einen eher kleineren Formfaktor verfolgt. Dafür hat man dort dann eine Kamera, oder Services, die wir heute im Bereich von Windows Live (Anm. Messenger, Spaces, Hotmail) haben.

Vom Marktpotenzial her ist der Consumer-Bereich mit Sicherheit der größere der beiden Bereich.

GD: Man versucht also, die Anwender zuerst im Consumer-Bereich zu erreichen und dann auch auf die Business-Plattform zu lotsen?

GO: Ich glaube, das sind unterschiedliche Szenarien und Anwendungsbereiche. Natürlich ist der Consumer-Bereich größer. Und wenn man die Strategie verfolgt, auch sein mobiles Gerät mit dem Web (2.0) zu verbinden, hat man dort einen viel größeren Consumer- als Business-Anteil. Ich glaube auch, dass das etwas ist, wo wir von der prinzipiellen Idee oder Vision sehr stark Unterstützung von den Mobilfunkbetreibern

erhalten, weil die dadurch auch ihre Kunden beziehungsweise ihr Geschäftspotenzial weiterentwickeln können.

GD: Sie haben gesagt, dass man versucht, Web 2.0 Inhalte für mobile Geräte zur Verfügung zu stellen. Wie ist da die Strategie von Microsoft?

GO: Wir haben im Bereich des Web 2.0 bei den Consumern mit Windows Live ein sehr starkes Brand geschaffen. Windows Live ist über viele Bereiche auch in Österreich der Marktführer. Bei Messenger oder Spaces und Blogs zum Beispiel. Mit Hotmail ist man hier die Nummer Zwei.

Es wird eine Kombination von Software, die auf dem Gerät läuft und Service sein, wo man dann zum Beispiel die Email auf dem mobilen Gerät synchronisieren und dann offline betrachten kann. Natürlich muss das mit den entsprechenden mobilen Protalen, die auf die Devices abgestimmt sind, verfolgt werden. Ein gutes Beispiel bietet die mobile Suche, die vielleicht einen anderen Kontext als am PC hat. Wenn ich dort nach einem Restaurant oder einer Tankstelle suche ist die Location, wo ich mich gerade befinde, eine sehr wichtige Relation zu dem Suchbegriff. Weniger relevant ist diese Information am PC, wo ich mich hinsetze um eine Route zu planen, oder mich nur informieren möchte. Wenn ich am mobilen Gerät eine derartige Abfrage absetze, will ich vielleicht wissen, was in meiner näheren Umgebung ist. Man muss also den Kontext des Mobilgeräts in die Services mit einbeziehen.

Und natürlich soll auch die Verbindung zu Community erhalten bleiben. Ich will also dort meinen Messenger haben, wo ich etwas Tolles gesehen habe, um meine Freunde gleich darüber zu informieren. Wenn man sich heute anschaut, wie sich die Kommunikation unter Schülern entwickelt hat, ist der Messenger ein absolutes Muss mittlerweile geworden und löst den SMS-Hype bei den Jugendlichen langsam ab. Einfach weil ich im Instant Messaging mehr ausdrücken kann. Es ist Präsenzinformation vorhanden und man kann seine Gefühle mit Emoticons besser ausdrücken. Wo man früher wild SMS hin und her geschickt hat ist Instant Messaging heute die „bessere“ SMS.

GD: Microsoft hat natürlich auch Konkurrenten, mit denen man in der Regel ja nicht zusammenarbeitet. Einer dieser Konkurrenten im Bereich des Mobile Computing ist Apple mit seinem iPhone. Wie ist die Position von Microsoft dazu?

Handelt es sich beim iPhone mehr um einen Hype, oder doch um einen ernstzunehmenden Konkurrenten – auch im Business-Bereich?

GO: Also „nicht zusammenarbeiten“ stimmt nicht so ganz. Vor allem im Business-Bereich handelt es sich nicht nur um Konkurrenz. Das angesprochene Push-Email, das sind Schnittstellen, die offen liegen und mittlerweile auch von einigen Herstellern schon implementiert wurden (Apple, Nokia, Motorola,...) und die das in den Business-Serien ihrer Geräte anbieten. Das Lizenzieren von Technologien beschränkt sich aber nicht nur auf Schnittstellen, sondern teilweise auch auf Applikationen. Als Beispiel sei hier der Communicator genannt, der von RIM für den Blackberry lizenziert wurde und dort als Business-Instant Messaging- und Präsenzsystem angeboten wird.

Das iPhone ist auf der einen Seite, im Consumer-Bereich, eine gute Kombination zwischen Service, Gerät und Plattform. iTunes lebt ja davon, dass es eine Kombination aus mobilen Gerät, PC, Service und Web darstellt. Das durchaus auch etwas, das Microsoft mit dem Live Portfolio verfolgt, und auch der Grund, warum wir glauben, dass auch Services auf einem mobilen Gerät sinnvoll wären.

Wo Microsoft versucht, einen anderen Weg als Apple zu gehen, ist bei der Offenheit der Plattform. Das iPhone ist eine sehr stark geschlossene Plattform. Es ist sehr schwierig für das iPhone zusätzliche Dinge zu entwickeln. Microsoft könnte sich durchaus vorstellen, die Windows Live Dienste auf das iPhone zu bringen, was sich aber auf Grund der Geschlossenheit der Plattform als schwierig erweist.

Im Gegensatz dazu ist Windows Mobile eine sehr offene Plattform, vor allem wenn man sich das Portfolio anschaut, dass hier mittlerweile sowohl im Consumer- als auch im Business-Bereich existiert. Es gibt mittlerweile beispielsweise schon meherer hunder Spiele für Windows Mobile. Der Gedanke von Microsoft war immer, eine möglichst offene Plattform zur Verfügung zu stellen und so den Entwicklern die Möglichkeit zu geben, ihre Ideen auf der Windows Mobile Plattform zu verwirklichen.

GD: Damit sind eigentlich alle meine Fragen beantwortet. Gibt es noch irgendetwas, worauf ich Ihrer Meinung nicht eingegangen bin, das aber unbedingt noch erwähnt werden sollte?

GO: Nein, da fällt mir nichts mehr ein.

Was ich haber noch zur Verfügung stellen kann, sind vor allem Zahlen um den Windows Live-Bereich und ein paar Key-Faktoren, wie viele Hardware-Partner es gibt,

wieviele Gerätetypen mit Windows Mobile betrieben werden, oder wieviele Mobilfunkanbieter die Geräteklassen vertreiben.

Wieviele Nutzer Windows Live Services heutzutage nutzen ist definitiv etwas, was auf sehr großes Interesse stößt, weil man eine sehr große Community zur Verfügung stellen kann und ein solches System aus der Sicht eines Mobilfunkbetreibers natürlich nur dann lebt, wenn es auch Traffic generiert.

GD: Ich danke für das Gespräch.