



Veranstaltung:
Informatik Seminar „Mobile Computing Platforms“
Wintersemester 2011/2012
Dozent: Dipl.-Inform. Benedikt Meurer

Symbian

Studiengang: Angewandte Informatik mit Anwendungsfach
Medienwissenschaften (D II)

Autor: Janette Kaba

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Historie von Symbian.....	3
3. Der Aufbau.....	6
3.1 Hardware.....	6
3.2 Software.....	7
3.2.1 Kernel.....	7
3.2.2 Anwendung.....	8
3.2.3 Engine.....	9
3.2.4 Server.....	9
3.3 Threads, Multitasking & Kontextübergabe.....	10
3.4 Systemkomponenten.....	10
4. Entwicklung der Marktanteile.....	12
5. Fazit.....	13
Literaturverzeichnis.....	15
Abbildungsverzeichnis.....	16

1. Einleitung

Heutzutage sind Mobiltelefone nicht mehr aus unserem Alltag wegzudenken. Sie werden nicht mehr nur zum Telefonieren genutzt, sondern bieten ihren Nutzern zusätzlich eine Vielfalt an Funktionen und Möglichkeiten, die sich in den letzten Jahrzehnten stetig weiterentwickelt haben. Heutige Mobiltelefone sind sogenannte „Smartphones“, kleine Computer, die meistens mit einem Touchscreen ausgestattet sind und um Anwendungen, sogenannte Apps (von „application“), erweitert werden können. Damit dies möglich ist, brauchen die Mobiltelefone ein geeignetes Betriebssystem, welches die Bedienung und Durchführung all dieser Extras ermöglicht. Durch die fortwährende Weiterentwicklung der Technik und die immer wechselnden Marktanforderungen bedarf es einer kontinuierlichen und innovativen Entwicklung an Betriebssystemen.

Einen großen Beitrag, zu der enormen Veränderung der Betriebssysteme bzw. der Mobiltelefone, hat Symbian geleistet. Symbian wurde 1998 von mehreren großen Mobiltelefon-Firmen gegründet. Das Unternehmen hat das Betriebssystem Symbian OS (Operating System) bzw. Symbian entwickelt.

Was Symbian zu der Entwicklung der heutigen Smartphone-Welt beigetragen hat, wie das Betriebssystem aufgebaut ist und welche Zukunftsaussichten Symbian aufweist, werde ich in der folgenden Arbeit darstellen.

2. Historie von Symbian

Die Geschichte von Symbian geht weit in die achtziger Jahre zurück. Zu dieser Zeit wurden die Grundbausteine eines Betriebssystems für Smartphones und PDA's (Personal Digital Assistants) gelegt.

Im Jahr 1981 gründete Daniel Potter das Unternehmen Psion, dessen Name von Potter Scientific Investment (PSI) abgeleitet ist. Nachdem das Unternehmen zu Beginn Software für Sinclair Rechner entwickelte, begann es 1984 an einer eigenen Hardware zu arbeiten. Psion veröffentlichte infolgedessen im Oktober 1984 den ersten Computer der Welt, der mit nur einer Hand gehalten und bedient werden

kann. Mit seinen zu Beginn 2 KB Hauptspeicher, einem einzeiligen LC-Display und einer Grundausstattung von einer einfachen Datenbank, einem Rechner und einer Uhr wurde er ein voller Verkaufshit. Der Psion Organizer I und der 1986 erschienene Organizer II, mit erweiterten Funktionen wie zum Beispiel einem Terminplaner, wurden schätzungsweise 750.000 bis über 1 Millionen Mal verkauft (vgl. [GeRu04] und [www1]).

Ab 1989 stattete Psion seine Geräte mit dem Betriebssystem EPOC16 aus, welches mit dem SIBO (Sixteen-Bit-Organizer) System viele Jahre sehr erfolgreich war. Jedoch reichte der 16-Bit-Prozessor der 8086-Familie im Laufe der Jahre nicht mehr aus und es musste ein neues Betriebssystem her.

Im Jahr 1997 wurde EPOC (EPOC32) von Psion veröffentlicht, welches nun mit einem 32-Bit-Prozessor der ARM-Familie den Mehrprozessbetrieb, eine Zwischenablage und eine Druckerunterstützung ermöglichte (vgl. [www2]). Außerdem war das neue Betriebssystem touchscreenfähig und lief erstmals auf dem Psion Serie 5, welches mit einem Stift bedient werden konnte (vgl. [www1]). EPOC ist ein direkter Vorläufer von Symbian OS und hat damals den entscheidenden Anstoß zur Entwicklung der heutigen Smartphones gegeben.

Nachdem zu Beginn andere Gerätehersteller das Betriebssystem EPOC lizenzierten, gliederte Psion im Juni 1998 die Entwicklung des Betriebssystems aus und gründete das Unternehmen Symbian Limited, an dem sich auch große Mobilfunkhersteller wie Nokia, Ericsson und Motorola beteiligten. Teilhaber wurden im Laufe der Jahre auch die Firmen Panasonic, Siemens, Samsung und Sony-Ericsson, wobei 2003 und 2004 Motorola und Psion ihre Anteile an Symbian verkauften. Jedoch gab es viele weitere Mobiltelefonhersteller, die das Betriebssystem lizenzierten und somit wurden bis 2007 um die 145 Millionen Smartphones mit Symbian OS ausgeliefert (vgl. [www3]).

Im Jahr 2008 kündigte Nokia an, sämtliche Anteile von Symbian Limited zu kaufen. Da die einzelnen Firmen ihre eigenen Benutzeroberflächen verwendeten, wollte Nokia, dass das Betriebssystem in die Hände einer neu gegründeten Symbian Foundation gelegt wird. Der Non-Profit-Organisation soll es nun gelingen eine einheitliche Plattform zu entwickeln, in die die Oberflächen S60 von Nokia, UIQ von

Sony Ericsson und Motorola und MOAP von Docomo einfließen sollen (vgl. [www4]). Obwohl all diese Oberflächen auf eine gemeinsame Basis aufbauen, ist es für Softwareentwickler schwer Oberflächenübergreifende Anwendungen zu entwickeln. Dementsprechend gab es weniger Apps für Symbian und die Verbraucher verloren das Interesse an dem Betriebssystem.

Sony Ericsson und Samsung teilten im September 2010 mit, die Stiftung zu verlassen und ihre Mobiltelefone in Zukunft mit einem anderen Betriebssystem auszustatten. Daraufhin übernahm Nokia die Entwicklung an der Plattform, wobei die Stiftung nur noch für die Lizenzierung verantwortlich war. Durch den starken Anstieg der Marktanteile anderer Betriebssysteme, wie zum Beispiel Android von der Open Handset Alliance oder iOS von Apple, wurde Symbian für immer mehr Menschen uninteressant.

Im November 2010 kam allerdings eine überraschende Wende. Die Weiterentwicklung von Symbian sollte durch ein Forschungsprogramm der Europäischen Kommission mit 11 Millionen Euro gesichert werden. Insgesamt sollte das Projekt SYMBEOSE (Symbian – the Embedded Operating System for Europe) mit 22 Millionen Euro, unter der Führung der Symbian Foundation, eine nächste Generation der Symbian Plattform für Europa schaffen (vgl. [www5]). Die freudige Nachricht war leider nicht von langer Dauer für die Symbian Liebhaber. Nokia sah mit Symbian keine Chancen mehr auf dem Smartphone Markt attraktiv zu bleiben und kündigte im Februar 2011 an, seine Geräte in Zukunft hauptsächlich mit dem Betriebssystem Windows Mobile Phone 7 auszurüsten (vgl. [www6]). Allerdings wird Nokia das Betriebssystem weiterhin für einige simplere Mobiltelefone einsetzen und trotz des Abbruches des SYMBEOSE-Projekts auch zukünftig in Symbian investieren.

„However, although the SYMBEOSE project will not proceed, Nokia will continue to invest in development and enhancements for the Symbian platform, working directly with other companies. With 75 million Qt capable Symbian smartphones already in use, together with Nokia's plans to ship a further 150 million, we believe Qt and Symbian remain an attractive proposition for application developers, with the ability to deliver their apps to consumers via the Ovi Store.“[www12]

3. Der Aufbau

Die Software und Hardware eines Mobiltelefons müssen gut aufeinander abgestimmt sein, um adäquate Leistungen zu erbringen. Daher gehe ich in diesem Kapitel zu Beginn kurz auf die Hardware ein und beschreibe im weiteren Verlauf die Software- und Systemkomponenten von Symbian.

3.1 Hardware

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, sind Smartphones kleine Computer, deren Hardware ähnlich aufgebaut sind. Die einzelnen Komponenten bestehen aus der CPU (Central Processing Unit), dem ROM (Read Only Memory), dem RAM (Random Access Memory), den Eingabe-/Ausgabegeräten (I/O-Geräte) und der Stromversorgung.

Symbian Geräte sind im Normalfall mit einem 32-Bit ARM-Prozessorchip ausgerüstet, dessen Leistung im Laufe der Jahre stieg. Beispielsweise hat das Nokia N70, welches 2005 auf den Markt kam, eine ARM-926 CPU mit einer Taktrate von 220 MHz und das 2010 erschienene Nokia E5 600 MHz bei einer ARM-11 CPU (vgl. [www7] und [www8]).

Der ROM-Speicher beinhaltet das Betriebssystem, vorinstallierte Anwendungen und Zwischenanwendungen, die sogenannte Middleware. Anders als bei einem Computer, sind alle im ROM liegende Daten über ein Z:-Laufwerk direkt adressierbar und daher vor Ort ausführbar. Somit fungiert das RAM als Arbeitsspeicher für aktuell laufende Programme und die demnach nicht persistenten Daten und den Kernel. Außerdem stellt das RAM über das C:-Laufwerk eine Festplatte dar, wie man es von einem Computer kennt. Der RAM-Speicher kann nicht vorgemerkt werden und bietet dem System somit eine beliebige Belegung und eine bessere Ausnutzung des Speichers. Bei geringem RAM kann es dadurch jedoch häufig zu Fehlern kommen, da der Speicher während eines Vorgangs ausgeschöpft wird.

Die Hardware besteht außerdem aus Geräten, die es ermöglichen, Daten an das Mobiltelefon weiter zu geben und wieder heraus zu leiten. Dies ermöglicht die Kommunikation zwischen einem System und dem Benutzer. Eingabegeräte bei einem Smartphone sind die Tastatur und bzw. oder der Touchscreen, der ebenfalls auch das Display ist, also das Ausgabegerät. Weitere I/O-Geräte sind beispielsweise für die Funktion des Bluetooth oder des WLANs verantwortlich. Eine Festplattenerweiterung kann durch das Einstecken einer Speicherkarte erreicht werden, die im System generell als D:-Laufwerk angezeigt wird. Des Weiteren spielt der Akku eines Smartphones eine wichtige Rolle, da durch eine lange Lebensdauer die größtmögliche Mobilität des Benutzers gesichert ist (vgl. [GeRu04]).

3.2 Software

Entscheidend für ein Betriebssystem ist, dass es sicher, fehlerfrei und zuverlässig arbeitet. Um dies zu gewährleisten, müssen einige Grenzen definiert werden, die die Zugriffe der einzelnen Softwarekomponenten untereinander einschränken und kontrollieren. Auf die wichtigsten Komponenten und ihre Grenzen gehe ich im folgenden Kapitel ein.

3.2.1 Kernel

Der Kernel hat die Leitung der Hardware in der Hand, indem er zum Beispiel das RAM oder die I/O-Geräte verwaltet und anderen Softwarekomponenten den Zugriff auf die Hardware verweigert oder ermöglicht. Dem Kernel wird über die CPU ein privilegierter Zugriff ermöglicht, wodurch er im Kernel-Mode Operationen durchführen kann. Anderen User-Mode-Programmen ist dies nicht möglich und demzufolge müssen ihre Zugriffe über die Kernel-API (Application Programming Interface) laufen. Die sogenannte Privilegiengrenze trennt somit den Kernel von allen anderen Komponenten (vgl. [GeRu04]).

Im Gegensatz zu einem monolithischen Kernel sind bei dem Mikrokern, der in Symbian OS eingesetzt wurde, nicht alle Betriebssystemkomponenten im Kern integriert. Dies bedeutet, dass die einzelnen Komponenten in Server ausgelagert und im User-Mode ausgeführt werden, beispielsweise der Fileserver, die graphische Benutzeroberfläche und die Kommunikation. Im privilegierten Kernel-Mode werden

also nur die wichtigen Grundfunktionen durchgeführt, wie zum Beispiel das Prozess- und Speichermanagement. Das System lief mithilfe einer Mikrokern-Architektur lange Zeit sehr stabil, da die Funktionen, die relevant sind damit ein Betriebssystem läuft, separat voneinander liegen. Einzelne Komponenten, die abstürzen können, werden nicht beeinträchtigt. Die Modularisierung ermöglicht es, einzelne Teile einfacher zu ersetzen und die Flexibilität, Ausbaumöglichkeiten und die Sicherheit von Symbian zu steigern (vgl. [Ruck02] und [GeRu04]).

Da eine der Hauptfunktionen des Mikrokerns der Nachrichtenaustausch ist, führt diese Architektur zu einem erhöhten Kommunikationsaufkommen. Dies verringert die Leistung und ist ein großer Nachteil für das System. Aus diesem Grund führten die Entwickler einen Nanokern ein. Inmitten des Betriebssystems liegt der Nanokern, der noch kleiner ist als der Mikrokern und nur die relevanten und grundlegendsten Funktionen enthält. Alle anderen, etwas komplexeren Funktionen, die auch privilegiert durchgeführt werden sollen, werden in den Symbian-OS-Kern verlagert. Von dort aus werden die komplizierten Aufgaben mit Hilfe der Nanokern-Funktionen umgesetzt (vgl. [Tane09] und [Espo]).

3.2.2 Anwendung

Anwendungsprogramme werden aus Softwaredesigngründen in der Regel in einen GUI- (Graphical User Interface) und einen Engine-Bereich unterteilt.

Bei Symbian wird jedes Programm in einem eigenen Prozess gestartet und hat somit einen eigenen virtuellen Adressraum. Dies verhindert, dass Anwendungen Daten von anderen Anwendungen überschreiben und schützt außerdem vor Datenmanipulation oder -raub. Eine Prozessgrenze verläuft demnach zwischen zwei Anwendungen und erhöht somit die Sicherheit. Da bei Programmstart die virtuellen Adressen in physikalische übersetzt werden müssen, wird eine MMU (Memory Management Unit) benötigt, die die separaten Adressräume für die Prozesse verteilt und folglich voneinander abschottet (vgl. [GeRu04]).

3.2.3 Engine

Wie im vorherigen Abschnitt bereits erwähnt, ist die Engine unabhängig von der graphischen Benutzeroberfläche und wird als Quellcode-Modul oder DLL (Dynamic Link Library) bezeichnet. Die Engine ist für die Logik der Programme und ihre Daten verantwortlich. Eine oder mehrere Bibliotheken von Programmcode (DLLs) werden beispielsweise bei größeren Anwendungen ausgegliedert und können somit bei Bedarf, auch von mehreren Programmen, wieder geladen werden. Die Modul- bzw. DLL-Grenze separiert demzufolge die Engine von der Anwendung (vgl. [GeRu04]).

3.2.4 Server

Ein Server ist ein Programm, welches mit einem Client, also einem anderen Programm oder Server, kommunizieren kann. Der Server besitzt keine GUI sondern verwaltet mittels einer API Ressourcen und Zugriffe für Clients. Fast alle Server haben ihre eigenen Prozesse und sind somit durch die Prozessgrenze voneinander getrennt.

Im folgenden Bild wird der Zusammenhang der einzelnen Komponenten und den dazwischen liegenden Grenzen noch einmal verdeutlicht (vgl. [GeRu04]).

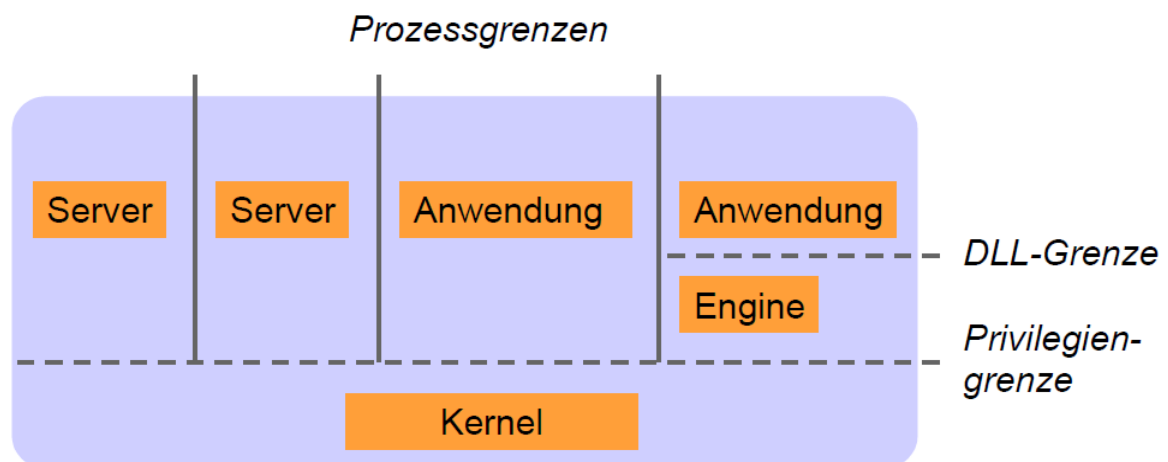


Abbildung 1: Grenzen zwischen den Komponenten [GeRu04, Abb. 3-1]

3.3 Threads, Multitasking & Kontextübergabe

Threads legen die Reihenfolge der Ausführung und Abarbeitung eines Programms fest. Sie sind ein Teil eines Prozesses und werden innerhalb dieses Prozess-Adressraums ausgeführt. Ein oder mehrere Threads befinden sich in einem Prozess und laufen unabhängig voneinander. Allerdings wird auf dieselben Daten innerhalb des Adressraums zugegriffen und somit können Eingriffe und Veränderungen eines Threads auf einen anderen vorgenommen werden. Die in Abschnitt 3.2.2 beschriebene Prozessgrenze kommt hier folglich nicht zum Einsatz (vgl. [GeRu04]).

Symbian ist **multitaskingfähig**. Das bedeutet, dass das System mehrere Anwendungen parallel ausführen kann. Allerdings laufen die Threads nicht wirklich gleichzeitig ab, sondern warten darauf, dass der Kernel ihnen Zeitscheiben zuordnet, in denen sie laufen können. Währenddessen, werden alle anderen Threads gestoppt. Außerdem werden den Threads Prioritäten zugewiesen, welche dazu führen, dass ein Thread von einem anderen (mit einer höheren Priorität) gestoppt wird, da der Kernel nun dem höher gestellten Thread die Ressourcen zuweist. Dieses Vorgehen nennt man präemptives Multitasking (vgl. [www9] und [GeRu04]).

Der Wechsel von einem Thread zu einem anderen wird **Kontextübergabe** genannt und kann, je nachdem von wo nach wo eine Übergabe erfolgt, hohe Geschwindigkeitseinbußen verursachen. Die Leistung des Systems leidet am meisten unter einem Kontextwechsel von einem Thread zu einem anderen Thread, wenn diese beiden verschiedenen Prozessen zugeordnet sind (vgl. [GeRu04]).

3.4 Systemkomponenten

Die einzelnen Komponenten des Systems kann man grob in drei Bereiche einteilen. Die Basis, Middleware und Anwendungskomponenten bauen aufeinander auf und errichten so das gesamte System von Symbian.

In der untersten Schicht, auf die alles weitere aufbaut, sind die wichtigsten Komponenten, die ein Betriebssystem lauffähig machen – die User Lib, der File Server, der Kernel und die Geräte Treiber.

Die Middleware, die eine Ebene höher liegt, umfasst die für ein Mobiltelefon ebenfalls notwendigen Komponenten Sicherheit und Telefonie. Zusätzlich befindet sich in der Middleware der Multimedia- und Kommunikationsbereich, gefolgt von einem Application-Framework (zur Entwicklung von Anwendungen mithilfe von bereitgestellten graphischen Benutzeroberflächen) und dem Personal-Area-Networks (Bluetooth, Infrarot und USB).

Die Anwendungsebene enthält unter anderem die Application-Engines, welche für die bereits installierten Anwendungen, wie zum Beispiel Kontakte, Kalender oder den Browser, bereit stehen. Außerdem befinden sich auf dieser obersten Ebene eine Unterstützung für Java-Anwendungen und ein Messaging-Bereich, der die verschiedensten Formate unterstützt (vgl. [GeRu04]).

In Abbildung 2 ist das gesamte Systemkomponenten-Konzept zu sehen.

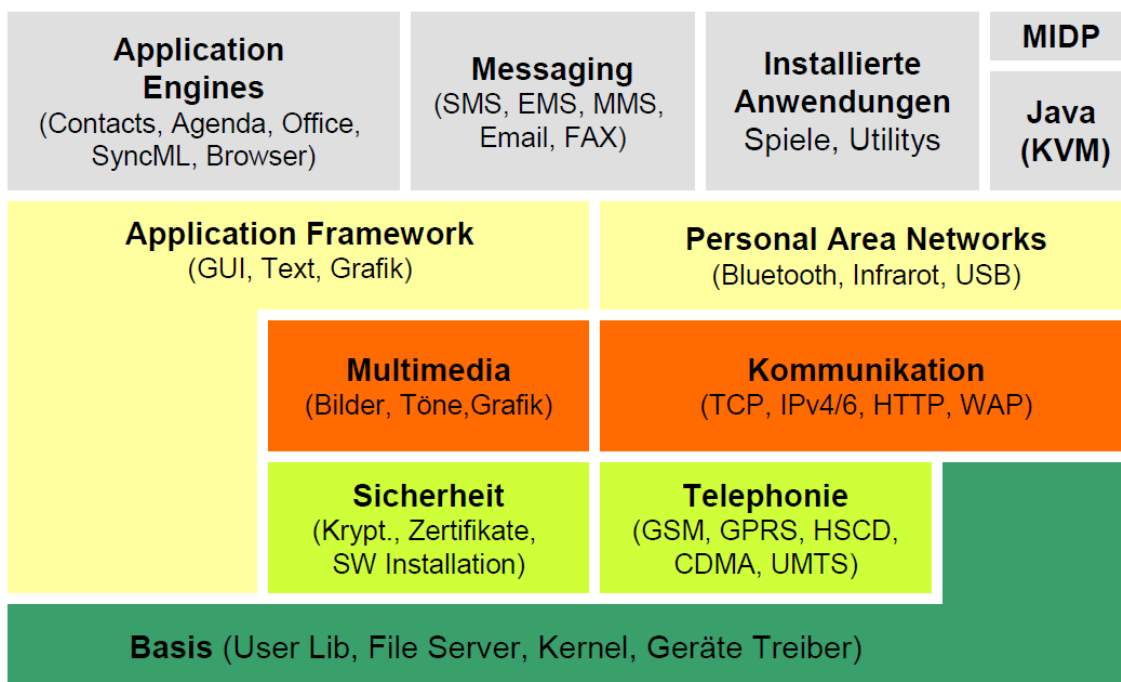


Abbildung 2: Kernel und Systemkomponenten [GeRu04, Abb. 3-5]

4. Entwicklung der Marktanteile

In diesem Kapitel gehe ich auf die Ergebnisse der Marktforschungsunternehmen Gartner und Canals ein, die die Marktanteile der Mobiltelefonhersteller und Betriebssysteme Quartalsweise veröffentlichen.

2007, kurz vor der Übernahme Symbians von Nokia, hatte das Betriebssystem einen Marktanteil von 68,1% auf dem weltweiten Smartphone-Markt. Die Geschäfte boomten und das System lief auf Geräten in der ganzen Welt. Diese Erfolge lockten allerdings die Konkurrenz, wie zum Beispiel Apple, an. Deren Marktwachstum betrug innerhalb eines Jahres, von 2007 auf 2008, 573%. Dies führte im dritten Quartal 2008 zu einem Verlust von Symbians Marktanteilen auf 46,6% und ab diesem Zeitpunkt begann der Marktanteil stetig zu sinken. Trotz allem war Symbian über viele Jahre immer noch Marktführer.

Worldwide smart phone market Market shares Q3 2008, Q3 2007

OS vendor	Q3 2008 shipments	% share	Q3 2007 shipments	% share	Growth Q3'08/Q3'07
Total	39,850,100	100.0%	31,156,240	100.0%	27.9%
Symbian	18,583,060	46.6%	21,219,390	68.1%	-12.4%
Apple	6,899,010	17.3%	1,107,460	3.6%	523.0%
RIM	6,051,730	15.2%	3,298,090	10.6%	83.5%
Microsoft	5,425,470	13.6%	3,797,360	12.2%	42.9%
Linux	2,028,490	5.1%	1,361,810	4.4%	49.0%
Others	862,340	2.2%	372,130	1.2%	131.7%

Source: Canals estimates, © canals.com ltd. 2008

Abbildung 3: Weltweiter Smartphone Markt 2007 - 2008 [www10]

Allerdings merkte der Weltriese Jahr für Jahr, dass die Konkurrenz immer mehr Anteile im Markt erwarb, so beispielsweise auch das neue Betriebssystem Android. Im dritten Quartal 2010 zeigte sich deutlich, dass der gewohnte Abstand zu den Wettstreitern immer geringer wurde. Mit nur noch 36,3% musste Symbian sich die Führung mit dem Aufsteiger Android (25,3%) teilen. 2011 verlor Symbian erstmals die Marktführerschaft in der weltweiten Rangordnung. Die Open Handset Alliance,

ein Bündnis aus 84 Technologieunternehmen, übernahm mit ihrem Betriebssystem Android die Spitzenposition [www14]. Im dritten Quartal lag der Marktanteil von mobilen Endgeräten mit dem Android Betriebssystem bei 52,5%. Symbian folgte auf dem zweiten Platz mit lediglich 16,9% Marktanteil, dicht gefolgt von Apples iOS mit 15,0%.

**Worldwide Smartphone Sales to End Users by Operating System in 3Q11
(Thousands of Units)**

Operating System	3Q11 Units	3Q11 Market Share (%)	3Q10 Units	3Q10 Market Share (%)
Android	60,490.4	52.5	20,544.0	25.3
Symbian	19,500.1	16.9	29,480.1	36.3
iOS	17,295.3	15.0	13,484.4	16.6
Research In Motion	12,701.1	11.0	12,508.3	15.4
Bada	2,478.5	2.2	920.6	1.1
Microsoft	1,701.9	1.5	2,203.9	2.7
Others	1,018.1	0.9	1,991.3	2.5
Total	115,185.4	100	81,132.6	100

Source: Gartner (November 2011)

Abbildung 4: Weltweiter Smartphone Markt 2010 - 2011 [www11]

5. Fazit

Symbian war viele Jahre Marktführer für Betriebssysteme von Mobiltelefonen und PDA's. Sie lagen in Punkto Entwicklung und neuen Technologien immer weit vorne und haben mit ihrem System die breite Masse angesprochen.

Als Grundlage für Smartphones unterschiedlicher Hersteller konnte den Benutzern ein attraktives Angebot von unterschiedlichen graphischen Benutzeroberflächen geboten werden. Gleichzeitig konnte man sich auf ein sicheres und stabiles System verlassen. Gerade im Business Bereich war bzw. ist Symbian beliebt. Mit einem gut ausgestatteten Office Paket, Multitasking und vielen Einstellungsmöglichkeiten

kommt der Benutzer voll auf seine Kosten. Allerdings sind die Schnelligkeit und die teilweise gewöhnungsbedürftige und unübersichtliche Menüführung als große Schwachstelle zu sehen. Zusätzlich hat das System den Übergang zur Touchscreenbedienung verpasst und konnte dem großen Bedürfnis nach einer simplen Bedienung und tausenden von Apps zur Erweiterbarkeit des Smartphones nicht nachkommen.

Nachdem sich mit der Zeit alle großen Mobiltelefonhersteller von Symbian abgewandt haben, sieht die Zukunft des ehemaligen Platzhirsches der mobilen Betriebssysteme nun nicht mehr so vielversprechend aus.

Man kann gespannt sein, ob Nokia wirklich noch in Symbian investieren wird. Nachdem das Unternehmen im letzten Quartal 2011 ca. 1,1 Milliarden Euro Verlust machte, ist es jetzt auf die finanzielle Unterstützung von Microsoft angewiesen. Da Nokia nun an Microsoft gebunden ist, wird die Rückkehr zu dem Betriebssystem Symbian immer unwahrscheinlicher (vgl. [www13]).

Literaturverzeichnis

- [Espo] Esponda, Margarita: Betriebssystem-Architekturen. Stand: 24.01.2012, http://www.inf.fu-berlin.de/lehre/WS11/OS/slides/OS_V11_Operating_System_Design.pdf
- [GeRu04] Gerlicher, Ansgar und Rupp, Stephan: Symbian OS – Eine Einführung in die Anwendungsentwicklung. dpunkt.verlag 2004
- [Ruck02] Ruckdeschel, Holger: Konzepte zu Betriebssystem-Komponenten, 2002. Stand: 22.01.2012, http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Lehre/WS02/PS_KVBK/talks/fohlen-microkernel.pdf
- [Tane09] Tanenbaum, Andrew S.: Moderne Betriebssysteme. Pearson Education, 3., aktualisierte Auflage, 2009. Stand: 23.01.2012, <http://books.google.de/books?id=Wbxqf3eujtAC&printsec=frontcover&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- [www1] Psion-Eintrag im Online Lexikon www.wikipedia.org. Stand: 18.01.2012, <http://de.wikipedia.org/wiki/Psion>
- [www2] EPOC-Eintrag im Online Lexikon www.wikipedia.org. Stand: 18.01.2012, <http://de.wikipedia.org/wiki/EPOC>
- [www3] Symbian Ltd. Eintrag im Online Lexikon www.wikipedia.org. Stand: 19.01.2012, http://de.wikipedia.org/wiki/Symbian_Ltd.
- [www4] Artikel „Nokia kauft Symbian“ auf www.heise.de, 2008. Stand: 19.01.2012, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Nokia-kauft-Symbian-Update-215924.html>
- [www5] Artikel „European Commission Committed €22M To The Next Generation Technologies For Symbian“ auf <http://www.symbian-freak.com>, 2010. Stand: 19.01.2012, http://www.symbian-freak.com/news/010/11/euromillions_for_the_next_gen_symbian_eco_system.html
- [www6] Artikel „Nokia macht's mit Microsoft“ auf www.taz.de, 2011. Stand: 19.01.2012, <http://taz.de/!65745/>
- [www7] Nokia Eseries Eintrag im Online Lexikon www.wikipedia.org. Stand: 22.01.2012, http://de.wikipedia.org/wiki/Nokia_Eseries
- [www8] Nokia Nseries Eintrag im Online Lexikon www.wikipedia.org. Stand: 22.01.2012, http://de.wikipedia.org/wiki/Nokia_Nseries

- [www9] Multitasking Eintrag. Stand: 24.01.2012,
http://trautmann.phpdome.de/non_mambo/daten_verarbeiten/BS/Multitasking.html
- [www10] Artikel „Global smart phone shipments rise 28%“ auf
 www.canalys.com, 2008. Stand: 25.01.2012,
<http://www.canalys.com/newsroom/global-smart-phone-shipments-rise-28>
- [www11] Artikel „Gartner Says Sales of Mobile Devices Grew 5.6 Percent in Third
 Quarter of 2011; Smartphone Sales Increased 42 Percent“ auf
 www.gartner.com, 2011. Stand: 25.01.2012,
<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1848514>
- [www12] Artikel „European Commission regains sanity, cancels €22 million
 SYMBEOSE project“ auf www.engadget.com, 2011. Stand: 25.01.2012,
<http://www.engadget.com/2011/05/24/european-commission-regains-sanity-cancels-22-million-symbeose/>
- [www13] Artikel „Nokia bestätigt: Microsoft zahlt uns Milliarden“ auf
 www.chip.de, 2012. Stand: 28.01.2012,
http://business.chip.de/news/Nokia-bestaetigt-Microsoft-zahlt-uns-Milliarden_54174506.html
- [www14] FAQ der Open Handset Alliance auf www.openhandsetalliance.com.
 Stand: 02.02.2012, http://www.openhandsetalliance.com/oha_faq.html

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grenzen zwischen den Komponenten [GeRu04, Abb. 3-1].....	9
Abbildung 2: Kernel und Systemkomponenten [GeRu04, Abb. 3-5].....	11
Abbildung 3: Weltweiter Smartphone Markt 2007 - 2008 [www10].....	12
Abbildung 4: Weltweiter Smartphone Markt 2010 - 2011 [www11].....	13