

Proseminar Multimediabetriebssystem BeOS

von
Alexander Lay

alex@nwadmin.de

Betreuer
Dipl.-Inf. Ahmet Aydin

aydin@informatik.rwth-aachen.de

Department of Computer Science IV

<http://www-i4.informatik.rwth-aachen.de>

Aachen University of Technology

Inhalt

1. Einleitung
2. Standardbetriebssysteme
 - 2.1 *Systemarchitektur von Windows 98*
 - 2.2 *Systemarchitektur von Windows NT und Solaris*
3. Multimediabetriebssystem BeOS
 - 3.1 *Systemarchitektur von BeOS*
 - 3.2 *BeOS Multimedia- und Betriebssystemtechnologien*
4. Betriebssystemvergleich
5. Zusammenfassung und Ausblick

1. Einleitung

Das Betriebssystem BeOS wird von der Firma Be Incorporated¹ entwickelt und vertrieben. Es zeichnet sich dadurch aus, dass das Betriebssystem besonders für Multimediaanwendungen optimiert wurde und eine komplette Neuentwicklung darstellt. Daher enthält es nicht den Ballast vieler anderer Betriebssysteme, wie z. B. Windows oder verschiedene Unix-Derivate, die zu älteren Programmen und Betriebssystemversionen abwärts kompatibel sein sollen. Daher müssen aber für andere Betriebssysteme vorhandene Programme für BeOS entweder neu entwickelt oder aufwendig portiert werden.

Jean-Louis Gasée gründete die Firma Be Incorporated 1990, vorher leitete er die Entwicklungsabteilung bei Apple Computer Incorporated². Einige Entwickler dieser Abteilung folgten ihm und wechselten von Apple zu Be.

Die erste Version von BeOS (Be Operating System) lief nur auf der BeBox, einem speziell für dieses Betriebssystem entwickelten Rechner auf Basis eines PowerPCs. Dies zeigt noch die Nähe zu Apple, da diese in ihren Computern ebenfalls als Prozessor PowerPCs einsetzen.

Die renommierte EDV-Fachzeitschrift c't schrieb bei der Vorstellung der BeBox in der Dezemberausgabe 1995 „Wer heutzutage einen Rechner vorstellt, der zu nichts kompatibel ist und der ohne eine einzige fertige Applikation ausgeliefert werden soll, muß entweder nicht bei Trost oder ein Visionär sein.“ Die BeBox sei zwar technisch recht vielversprechend aber ohne Verkaufschancen auf dem EDV-Markt.

Im Sommer 1996 stellte Be schließlich auf der „MacWorld Expo“ eine BeOS Version vor, die auf einem Macintoshclone lief. Daraufhin lizenzierten einige Firmen erstmals BeOS. Zunächst wurde öfters spekuliert, daß Apple Be mit BeOS übernehmen wolle um den Kernel und die vorhandenen Komponenten in das neue MacOS zu integrieren. Die Verhandlungen zwischen Be und Apple platzten jedoch als Apple schließlich die Firma Next³ mit dem Betriebssystem NextStep kaufte, um dieses in das neue Apple-Betriebssystem, mit dem Codenamen Rhapsody, einfließen zu lassen.

Am 31. Januar 1997 stellte Be die BeBox ein, nachdem weltweit nur 2000 Stück verkauft werden konnten. Die Firma konzentrierte sich verstärkt auf die Entwicklung von BeOS und veröffentlichte eine kostenlose Previewversion für den Power Macintosh von Apple. In der folgenden Zeit begeisterten sich mehr Benutzer für das Betriebssystem.

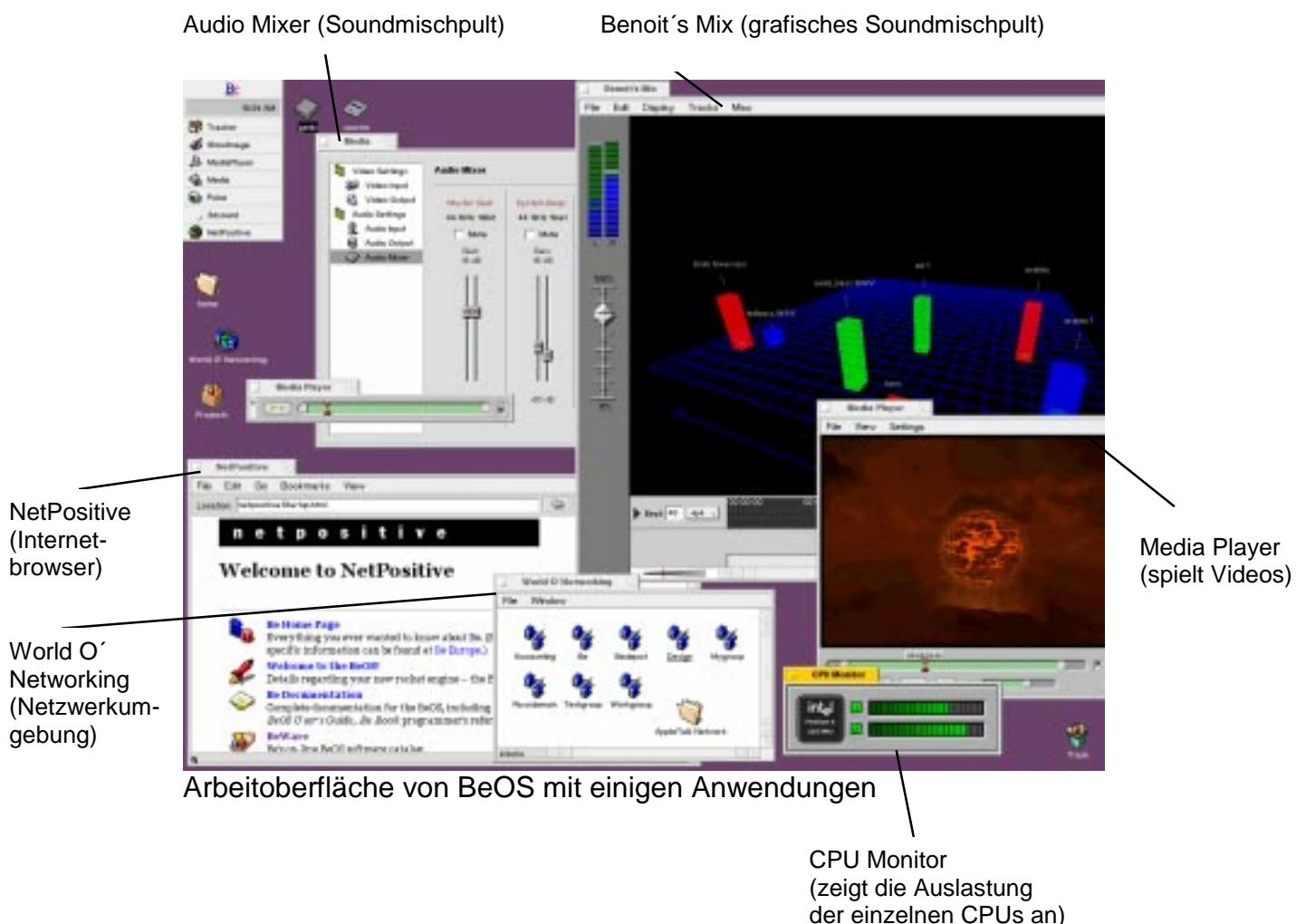
¹ <http://www.be.com>

² <http://www.apple.com>

³ <http://www.next.com>

Am 4. August 1997 demonstrierte Be erstmals BeOS für Intel PCs⁴. Am 7. Oktober 1997 wurde die Preview Release 2 für den Macintosh fertig⁵, noch vor der Unified Release von Rhapsody, dem konkurrierenden neuen Betriebssystem für Macintosh. Im ersten Quartal stellte Be die Release 3 für Intel PCs⁶ und eine kommerzielle Version von BeOS für den Macintosh vor. Das Betriebssystem sollte nach einer Einführungsphase sowohl für Intel PCs als auch für Macintosh 99 US-\$ kosten.

Anfang 2000 kündigte Be eine neue Softwareplattform BeIA (Be Internet Appliances) auf der Basis von BeOS an. BeIA ist eine unabhängige Plattform für Multimedia- und Internetanwendungen zur Integration in Subsysteme wie z. B. Setop- bzw. Internetboxen. Als erste große Firma lizenzierte der Mainboardhersteller FIC BeIA⁷.



⁴ http://www-classic.be.com/aboutbe/pressreleases/97-08-04_intel.html

⁵ http://www-classic.be.com/aboutbe/pressreleases/97-10-07_Preview2Ship.html

⁶ http://www-classic.be.com/aboutbe/pressreleases/98-03-19_beos_release_3.html

⁷ http://www.be.com/press/pressreleases/00-02-07_fic.html

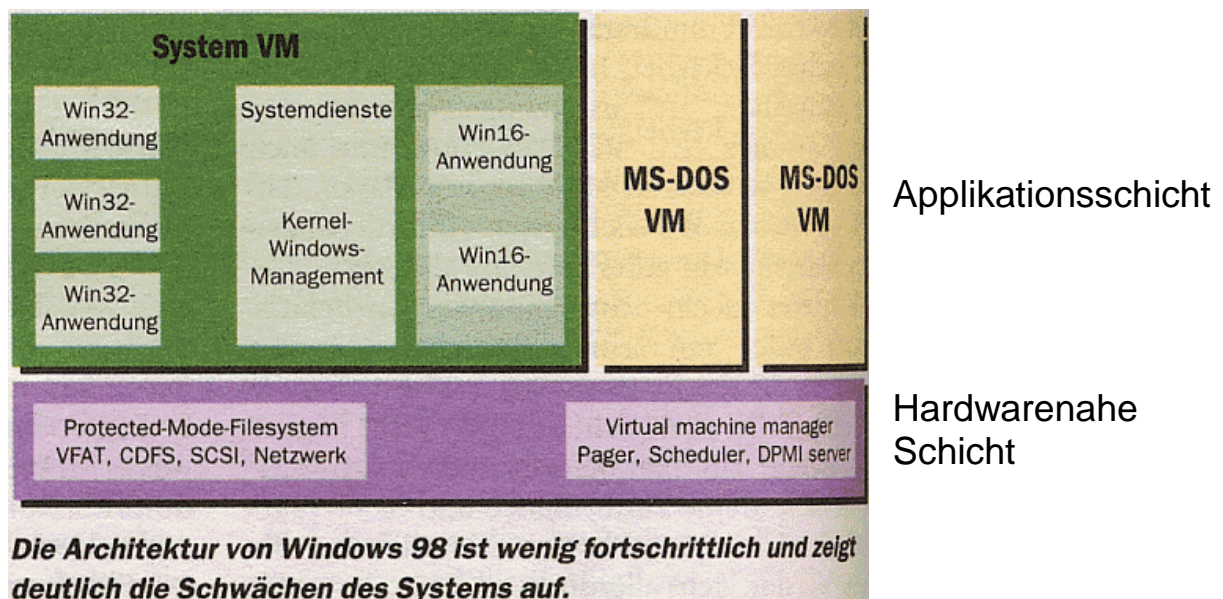
<http://www.heise.de/newsticker/data/hps-08.08.00-000/>

2. Standardbetriebssysteme

Das Betriebssystem BeOS ist komplett neu entwickelt worden. Daher mußten die Entwickler nicht ein altes, vorhandenes Betriebssystem weiterentwickeln sondern konnten das System nach den aktuellen Anforderungen ohne Rücksicht auf ältere Anwendungen programmieren. Dies ist bei fast allen aktuellen Betriebssystemen nicht gegeben.⁸

- Windows 98 ⇒ setzt auf DOS auf
- Windows NT ⇒ Weiterentwicklung vom Betriebssystem VAX (ursprünglich in den 70er Jahren von Dell entwickelt)
- MacOS ⇒ Endstand Ende der 70er Jahre

2.1 Systemarchitektur von Windows 98



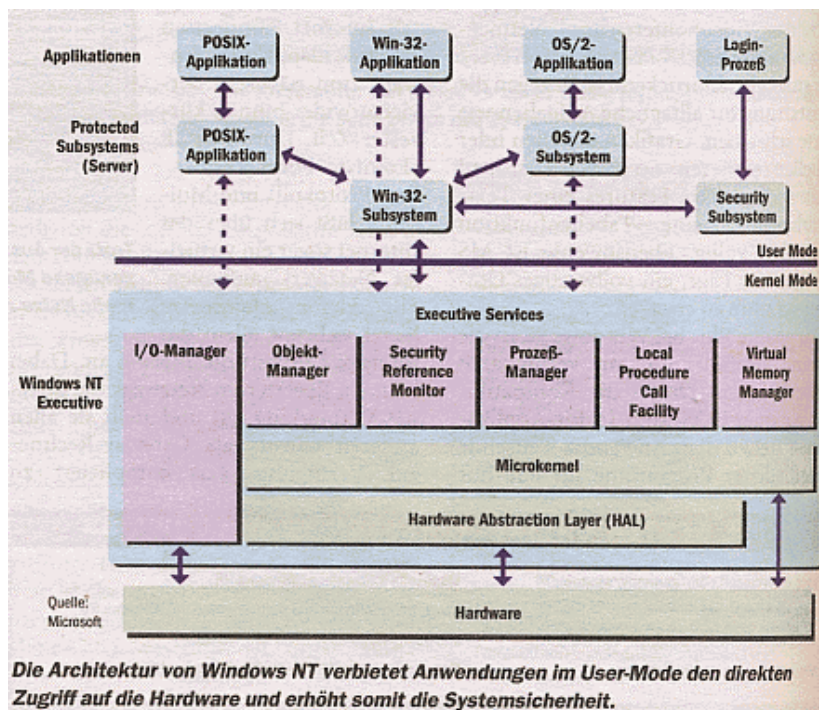
Systemarchitektur von Windows 98

Die Systemarchitektur von Windows 98 ist aufgrund der Kompatibilität zu DOS, 16-Bit und 32-Bit Software aufwendig und wenig fortschrittlich. So können einzelne Anwendungen z. B. durch unzulässige direkte Hardwarezugriffe das gesamte System aufhängen.⁹

⁸ <http://www-classic.be.com/products/beos/mediaos.html>

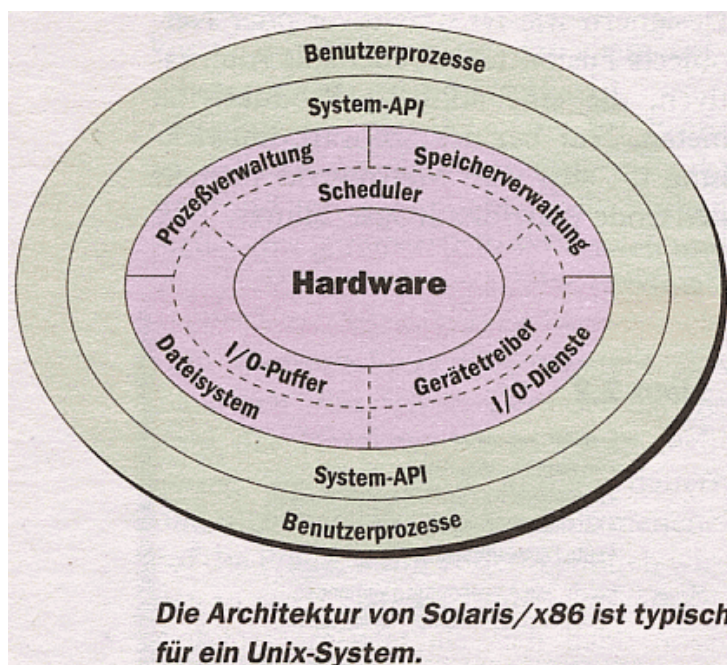
⁹ http://private.addcom.de/sb-home/bsys/os_win98.htm

2.2 Systemarchitektur von Windows NT und Solaris



Systemarchitektur von Windows NT

Bei der Architektur von Windows NT sind einzelne Anwendungen, ähnlich wie bei BeOS, weitestgehend voneinander geschützt. Anwendungen im User-mode können z. B. nicht direkt auf die Hardware zugreifen (wie bei Windows 98). Um jedoch trotzdem so weit wie möglich abwärtskompatibel zu bleiben, existieren viele Instanzen, durch die das System komplex wird.¹⁰



Systemarchitektur von Solaris (Unix)

Die Systemarchitektur des Betriebssystems Solaris für x86-Prozessoren von SUN Microsystems ist typisch für alle Unixsysteme und ebenfalls über einen langen Zeitraum weiterentwickelt worden. Somit ist auch die Architektur dieses System wesentlich komplexer als die von BeOS.¹¹ Dies wird z. B. anhand der vielen Schichten zwischen der Hardware bis zu den Benutzerprozessen deutlich.

¹⁰ http://private.addcom.de/sb-home/bsys/os_winnt.htm

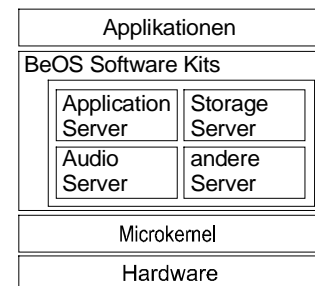
¹¹ http://private.addcom.de/sb-home/bsys/os_solaris.htm

3. Multimediabetriebssystem BeOS

3.1 Systemarchitektur von BeOS

Die der Systemaufbau von BeOS ist im Vergleich zu anderen Betriebssystemen wesentlich einfacher. Das System bietet deshalb eine hohe Performance für Anwendungen.¹² Außerdem benötigt BeOS zum Booten weniger als zwanzig Sekunden.¹³ Windows NT benötigt mindestens die dreifache Zeit.

Direkt über der Hardwareebene befindet sich der Microkernel zusammen mit den Hardwaretreibern. In der nächst höheren Schicht sind das *BeOS Software Kit* sowie einige Server angesiedelt. Zu jedem Server existiert ein Software Kit. Dieses bietet dem Programmierer C++-Klassen und C-Funktionen, um auf Funktionen des Betriebssystems zurückzugreifen. Diese werden durch den entsprechenden Server realisiert. Darauf aufsetzend laufen die Applikationen.



Architektur von BeOS

<i>Server / Software Kits</i>	<i>Dienste / Funktionen</i>
Application ¹⁴	Startpunkt für alle Applikationen. Erzeugt die laufende Applikation im Betriebssystem, so dass diese identifiziert werden kann und so von anderen Applikationen angesprochen werden kann.
Device ¹⁵	Dient zum Ansprechen von seriellen Schnittstellen und der Joystickschnittstelle.
Game ¹⁶	Bietet hardwarenahen und somit schnellen Zugriff auf die Grafikkarte und ermöglicht das einfache Wiedergeben von Audio-Dateien. Das Kit kann auch für andere Applikationen als Spiele verwendet werden.
Interface ¹⁷	Erzeugt und verwaltet Fenster, zeichnet den Fensterinhalt und reagiert auf Benutzereingaben innerhalb eines Fensters.
Kernel ¹⁸	Definiert und kontrolliert die Kontexte, in der eine Applikation läuft, organisiert z. B. Threads, Teams von Threads, Semaphoren, virtuellen Speicher etc.
Mail ¹⁹	Stellt eMailedienste, wie z. B. die Protokolle SMTP & POP3, die Kodierung BASE-64 und die Konfiguration der Mailaccounts zur Verfügung.

¹² http://www-classic.be.com/products/beos/beos_specifications.html

¹³ <http://www.be.com/action/action2.html>

¹⁴ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Application%20Kit/index.html

¹⁵ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Device%20Kit/index.html

¹⁶ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Game%20Kit/index.html

¹⁷ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Interface%20Kit/index.html

¹⁸ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Kernel%20Kit/index.html

Media ²⁰	Dient zur Unterstützung aller Formen von Medien (unter anderem Audio und Video) zum Abspielen von den verschiedensten Medien und zum Aufnehmen von vielen Geräten. Desweiteren können Mediendaten verändert und bearbeitet werden.
Midi ²¹	Dieses Kit versteht das MIDI ²² (Musical Instrument Digital Interface) Softwareformat. Hiermit kann ein Netzwerk von Objekten erzeugt werden, die MIDI Nachrichten generieren und verschicken. MIDI Daten können durch den MIDI-Port empfangen und ausgegeben werden. Synthesizerfunktionen sind ebenfalls enthalten.
Network ²³	Stellt Funktionen zur Kommunikation mit anderen Rechnern über ein Netzwerk (z. B. über das Protokoll TCP/IP) zur Verfügung.
OpenGL ²⁴	Hiermit können Applikationen mit der OpenGL Graphikbibliothek von BeOS über ein Interface verbunden werden.
Storage ²⁵	Bietet Funktionen zum Zugriff auf das Dateisystem. So kann durch die Verzeichnishierarchie navigiert werden, Dateien können gelesen und geschrieben werden, Veränderungen an bestimmten Dateien können verfolgt werden und nach Dateien mit bestimmten Charakteristiken kann gesucht werden.
Support ²⁶	Stellt diverse Klassen und Utilities zur Verfügung. Dazu gehört unter anderem eine Funktion, um Speicherblöcke einer festen Größe zu cachen, Funktionen, um Sperrmechanismen zu implementieren und Funktionen zum Bearbeiten von Strings.
Translation ²⁷	Hiermit können Daten in verschiedenen Datenformate, wie z. B. HTML, PostScript oder plain-ASCII importiert und exportiert werden. Die eigentliche Konvertierung wird von <i>Translator Add-Ons</i> durchgeführt, diese können auch selbst erstellt werden.

Beschreibung der BeOS Server und der dazugehörigen BeOS Software Kits

Durch die von den BeOS Software Kits zur Verfügung gestellten C++-Klassen und C-Funktionen können Programmierer viele Funktionen neuer Applikationen realisieren. Daher können neue Anwendungen relativ schnell entwickelt werden, da viele Funktionen nicht durch den Programmierer selbst erstellt werden müssen. Dieser kann statt dessen über die APIs (Application Interfaces) der Software Kits auf bereits im Betriebssystem vorhandene Funktionen zurückgreifen.

¹⁹ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Mail%20Kit/index.html

²⁰ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Media%20Kit/index.html

²¹ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Midi%20Kit/index.html

²² <http://www.midi.org>

²³ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Network%20Kit/index.html

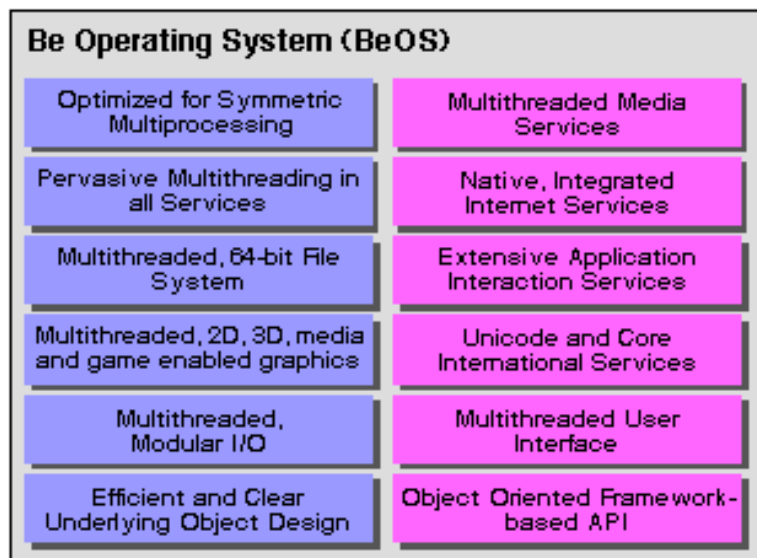
²⁴ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20OpenGL%20Kit/index.html

²⁵ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Storage%20Kit/index.html

²⁶ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Support%20Kit/index.html

²⁷ http://www.be.com/support/documentation/be_book/The%20Translation%20Kit/index.html

3.2 Multimedia- und Betriebssystemtechnologien



BeOS Systemeigenschaften und Applikationsservices

BeOS ist objektorientiert programmiert worden und modular aufgebaut. Applikationen können aufgrund objektorientierter APIs (Application Interfaces) schnell entwickelt werden. Einzelnen Applikationen sind untereinander gut integriert, da oft auf die selben Funktionen zurückgegriffen werden kann.²⁸

Neben im Vergleich zu anderen Betriebssystemen

besonders effektivem symmetrischem Multiprocessing, präemptiven Multitasking, geschütztem Speicher sowie virtuellem Speicher verfügt BeOS u. a. über einige moderne weitere Technologien²⁹, die sich besonders für Multimediaanwendungen eignen:³⁰

- BeOS verwendet **Pervasive Multithreading**, das heißt, alle Applikationen und Programme sind in kleine Teile zerlegt. Diese Teile (Threads) können dann zügig von einem Prozessor bearbeitet werden; mehrere Programmteile können unter anderem parallel verarbeitet werden. Der Betriebssystemkernel kann schnell den einzelnen Tasks (Aufgaben) Rechenzeit zuweisen und zwischen diesen wechseln oder diese auf verschiedene Prozessoren verteilen. Es müssen nicht immer große Programmteile im Speicher verarbeitet werden, da stets nur Threads verarbeitet werden.

BeOS ist so strukturiert, daß Programmierer, die Anwendungen für BeOS schreiben, quasi dazu gezwungen werden ihre Programme in kleine Threads zu zerlegen. So kann z. B. kein Programm Daten in einem Fenster ausgeben, ohne mindestens zwei Threads zu erzeugen. Ein Thread kommuniziert mit dem App Server, dieser zeichnet das Fenster, die Laufleisten und trägt das Fenster in der Deskbar (Windows ähnliche Task-Leiste) ein. Der zweite Thread schreibt Daten in das Fenster hinein. Programmierer können ihre Programme in beliebig viele Threads aufteilen. Threads arbeiten in Gruppen zusammen, die Teams genannt werden. Diese können über *system messages*

²⁸ <http://www-classic.be.com/products/beos/mediaos.html>

²⁹ <http://www.be.com/products/freebeos/beosspecs.html>

³⁰ „The BeOS Bible“ by Scot Hacker with Henry Bortman and Chris Herborth, Peachpit Press 1999, ISBN 0-201-35377-6

des Betriebssystems oder über *shared memory*³¹ miteinander kommunizieren und Daten austauschen.

- Das **Be File System (BFS)** ist ein 64-Bit Dateisystem, das wie die anderen Komponenten des Betriebssystems multithreaded programmiert ist und journalingfähig (s. u.) ist. Außerdem sind im Dateisystem datenbankähnliche Attribute und Indizes sowie eine auf MIME-Typen (Multipurpose Internet Mail Extension) basierende Dateityperkennung implementiert:
 - Durch ein **64-bittiges Adressierungsschema** im Dateisystem können einzelne Partitionen mit einer Größe bis zu 18.000 Petabyte (18 Billionen Gigabyte) direkt verwaltet werden. Bei einem 32-bittigen Adressierungsschema können lediglich Partitionen mit einer Größe von bis zu vier Gigabyte direkt verwaltet werden. Die maximale Dateigröße liegt daher dann bei vier Gigabyte. Größere Partitionen und Dateien sind nur durch technische „Tricks“ und nicht mehr durch eine direkte und sehr schnelle Adressierung möglich. Durch das 64-bittige Adressierungsschema kann BeOS somit auch große Multimediadateien, wie z. B. unkomprimierte Videos speichern, da eine Datei bis zu 18.000 Petabyte groß sein kann.³²

<i>Daten</i>	<i>Ungefähre Größe</i>
Normale Arbeitsdatei (z. B. ein Textdokument)	< 1 MB
Eine Stunde digitales Video	600 MB
Eine Stunde nicht-digitales, komprimiertes Video	2.000 MB
Zwei Stunden hochauflösendes, komprimiertes Video	5.000 MB
Zwei Stunden unkomprimiertes D1 Video	300.000 MB

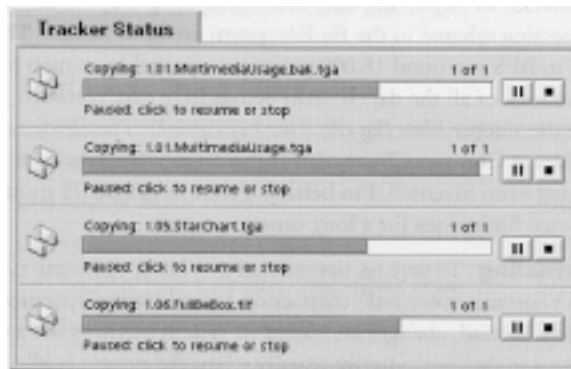
Dateigrößen von verschiedenen Multimediadateien

- Die **Journalingfunktion** des Dateisystems protokolliert jeden Zugriff auf das Dateisystem sofort auf dem Datenträger. Sollte es zu Fehlern beim Zugriff auf den Datenträger kommen oder z. B. der Strom ausfallen während BeOS läuft, können keine inkonsistenten Datenbestände auftreten, selbst wenn noch Daten im Schreibcache lagen. BeOS macht eine angefangene und nicht beendete Operation im Dateisystem beim nächsten Mounten der Partition anhand der Journaleinträge rückgängig. Da das Dateisystem daher nicht komplett geprüft werden muß, werden Partitionen beliebiger Größe in wenigen Sekunden gemountet. BeOS bootet u.a. daher sehr schnell. Auch große Dateien, wie z. B. Audio- oder Videodateien und Datenbanken, bleiben stets konsistent.

³¹ http://www.be.com/support/faqs/faqs/be_faq-00219.html

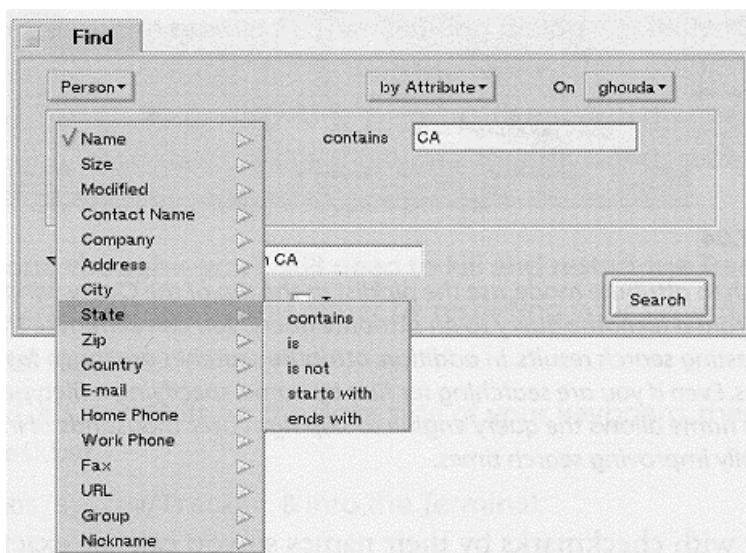
³² The BeOS Bible, Seite 12

- Da Zugriffe im Dateisystem ebenfalls durch kleine Threads, also **multi-threaded**, erfolgen, können mehrere Dateioperationen gleichzeitig bei hoher Performance durchgeführt werden. Es können zum Beispiel mehrere Kopier- und Bewegungsaufträge gleichzeitig ausgeführt werden. Dies ist wichtig bei der Verarbeitung von großen Multimediadateien.³³



Status von mehreren, gleichzeitigen Kopieraktionen

- Da das Dateisystem einen **Index der Dateiattribute** erstellt, ähnlich wie in einer herkömmlichen **Datenbank**, kann nach Dateien mit bestimmten Werten in einzelnen Attributen schnell gesucht werden. Neben der herkömmlichen Suche nach Dateien eines bestimmten Dateityps, Erstellungsdatum oder/und Größe, kann außerdem zum Beispiel nach Dateien des Typs *Person* mit einem bestimmten Wert in den Attributen *State* und *E-mail* gesucht werden. Zunächst wird dann anhand der Datenbank ein Pool der Dateien erstellt, die die Attribute *State* und *E-mail* haben und vom Typ *Person* sind. Danach wird die Suche lediglich



Einstellung der Attribute für eine Suchoperation

in den Dateien durchgeführt, die in diesem Pool sind und nicht, wie z. B. unter Windows, in jeder Datei. Diese effiziente Suchfunktion ermöglicht das schnelle Auffinden von Dateien auch bei großen Datei- und Datenmengen.³⁴

³³ The BeOS Bible, Seite 14

³⁴ The BeOS Bible, Seite 412

- Anders als Windows oder Unixsysteme erkennt BeOS den Dateityp nicht anhand der Dateiendung, sondern speichert den Dateityp jeder Datei im **MIME-Format**³⁵ (Multipurpose Internet Mail Extension) im Dateisystem.

Das Format wurde ursprünglich zur Kennzeichnung von Dateien, die an eMails angehängt werden, entwickelt. Daher stammt der Name. Inzwischen wird es unter anderem auch bei Übertragung von Dateien über das Internet von Webservern verwendet. Aktuelle Webbrowser (zum Beispiel Opera und Netscape Navigator) erkennen so auch unter Windows und Unixsystemen das Format einer Datei und starten das entsprechende Programm zum Ansehen oder Anhören der Datei automatisch. Diese Programme verfügen unter diesen Betriebssystemen über eine eigene kleine Datenbank von MIME-Typen mit der jeweiligen Dateiendung und der dazugehörigen Applikation, da das Betriebssystem diese Informationen schließlich nicht zur Verfügung stellt.

Jeder Datei wird durch den MIME-Typ eine Metaklasse (oder auch Supertype) und eine dazugehöriges Typenpaar im folgenden Format zugewiesen:

CLASS/TYP

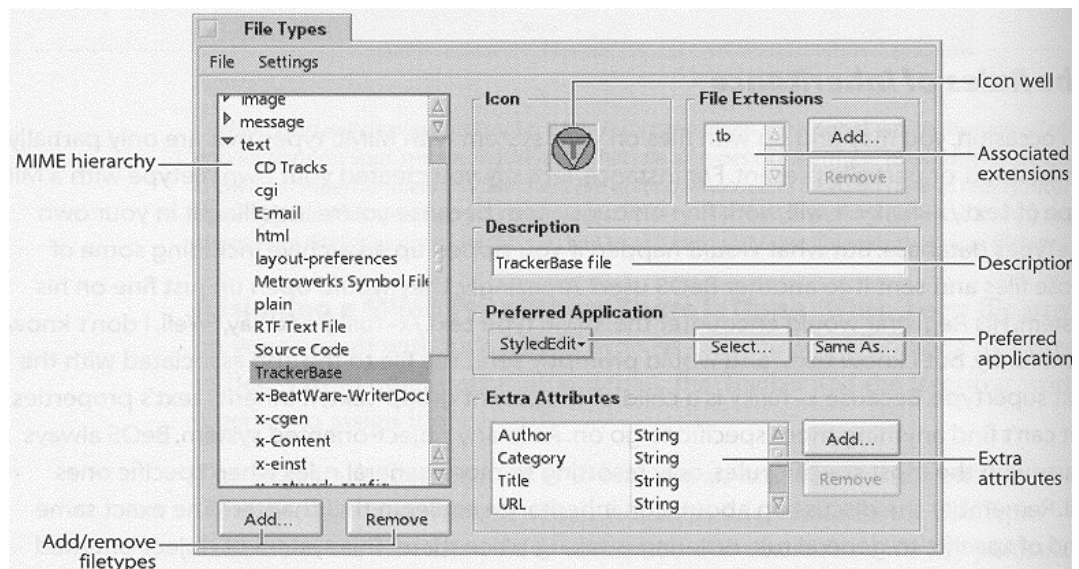
```
image/jpeg  
text/html  
text/plain  
text/E-mail  
text/RTF Text File  
audio/wav  
application/exe  
...
```

Bei der IANA (Internet Assigned Numbers Authority)³⁶ sind einige hundert Dateiformate in einer zentralen MIME-Datenbank gespeichert. Viele dieser Typen kennt BeOS. Daher öffnet BeOS beim Aufruf der Datei ein Programm, das die Datei verarbeiten kann. Werden Dateien aufgerufen, denen kein MIME-Typ zugeordnet ist, versucht BeOS den Dateityp anhand der Dateiendung zu erkennen und trägt dementsprechend den MIME-Typ ein. Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn eine Datei unter Windows auf eine Diskette gespeichert und diese dann unter BeOS gelesen wird.

³⁵ <http://www.beoscentral.com/~chrish/Be/info/mime-refs.shtml>

³⁶ <http://www.iana.org>

MIME-Typen, Dateiendungen, sowie dazugehörige Applikationen und Icons können in der *FileTypes Database* eingestellt werden.³⁷



Applikation „File Type“ zum Verwalten der Dateitypen

Hier können ebenfalls zusätzliche Attribute für Dateien eines bestimmten Typs eingetragen werden. Diese Attribute werden dann zusammen mit dem aktuellen Wert des Attributs für jede Datei dieses Typs in der Datenbank des Dateisystems abgespeichert (siehe oben).

Applikationen haben unter BeOS einen MIME-Typ wie zum Beispiel „*application/x-vnd.Be-elfexecutable for x86*“ und zusätzlich eine einmalige Signatur, die so ähnlich wie ein MIME-Typ aussieht. Hier die Signaturen einiger Standardanwendungen:

Anwendung	Signatur
StyledEdit	application/x-vnd.Be-STEE
Tracker	application/x-vnd.Be-TRAK
CDPlayer	application/x-vnd.Be-CDP!
Pulse	application/x-vnd.Be-PULS
BeMail	application/x-vnd.Be-MAIL

Signaturen verschiedener BeOS
Standardanwendungen

Anhand dieser einmaligen Signatur kann jedes Programm überall aufgerufen werden, gleich in welchem Verzeichnis es wirklich installiert ist. Dies ist zum Beispiel bei Scripten oder der Einbindung einer Anwendung in eine andere hilfreich.

³⁷ The BeOS Bible, Seite 272

Die Kennzeichnung des Dateityps im Dateisystem hat den Vorteil, dass der Dateiname anders als unter Windows und Unixsystemen frei gewählt werden kann, ohne Rücksicht auf die Dateiendung zu nehmen. MacOS erkennt den Dateityp nicht an der Dateiendung sondern speichert bei jeder Datei im Dateisystem, mit welcher Anwendung diese erstellt worden ist. Anschließend wird die Datei dann wieder mit diesem Programm geöffnet. Diese Methode hat den Nachteil, dass zum Beispiel einige HTML-Dokumente mit dem Netscape Navigator, andere mit Word oder SimpleText geöffnet werden, je nachdem, mit welchem Programm die Datei erstellt wurde. Außerdem wird zum Beispiel ein JPEG-Bild mit einem aufwendigen Bildbearbeitungssoftware geöffnet, anstatt einen schnelleren Viewer zu verwenden.

Unter BeOS werden stets die „richtigen“ Applikationen zum Ansehen oder Anhören einer Datei geöffnet, ohne komplizierte Dateiendungen zu verwenden oder verschiedene Applikationen für den selben Dateityp zu verwenden. Die Applikationen für einen Dateityp kann schnell für alle Dateien dieses Typs umgestellt werden. Zusätzlich können eigene Typen definiert werden.

- BeOS benutzt **dynamische Treiber**. Das heißt, ein Treiber (z. B. ein Hardware- oder Dateisystemtreiber) wird erst dann geladen, wenn er benötigt wird. Nach dem Laden des Treibers ist kein Reboot wie z. B. unter Windows 9x und NT notwendig; der Treiber kann sofort verwendet werden. Bei BeOS sind die Treiber in den Kernel integriert. Das dynamische Laden hat den Vorteil, dass der Kernel stets so wenig Speicher wie möglich belegt.³⁸
- BeOS zeichnet sich durch niedrige **Latenzzeiten** aus. Die Latenzzeit des Kernels beim Wechseln von Threads etc. von 250 Microsekunden stellt ein schnelles Reaktionsvermögen für zeitkritische Anwendungen sicher. Audiohardware wird unter BeOS ca. siebenmal schneller angesprochen, als unter Windows. Die Latenzzeit vom Einlesen von Audiodaten bis zur Ausgabe liegt bei acht Millisekunden. Das ist ca. dreimal schneller als unter Windows. Somit können Anwendungen entwickelt werden, die Audiodaten in Echtzeit verändern.³⁹ Audiodaten müssen nicht zuerst komplett aufgenommen werden, bevor sie dann verändert und zum Schluss abgespielt werden können.
- Via DMA (direct memory access) können Anwendungen direkt in den Grafikspeicher der Grafikkarte schreiben (**Direct Graphic Access**)⁴⁰. Da die Implementation von DMA unter BeOS im Vergleich zu anderen Betriebssystemen besonders einfach ist, verwenden viele Programmierer dieses Verfahren. Dadurch sinkt die Prozessorbelastung, das System wird schneller.

³⁸ The BeOS Bible, Seite 20/21

³⁹ <http://www.be.com/developers/whybe.html>

⁴⁰ The BeOS Bible, Seite 19/20

4. Betriebssystemvergleich

Im Vergleich zu den meisten anderen Betriebssystemen sind bei BeOS alle aktuellen Komponenten und Funktionen eines modernen Betriebssystems implementiert.⁴¹

<i>Betriebssystem</i>	<i>BeOS</i>	<i>MacOS 8</i>	<i>Windows NT</i>
Präemptives Multitasking	Ja	Applikationen nur kooperativ, System präemptiv	Nur bei 32-Bit-Applikationen
Protected Memory	Ja	Nur Systemtasks	Ja
Virtueller Speicher	Ja	Ja	Ja
Symmetrisches Multi-processing	Ja	Eingeschränkt	Nur 32-Bit-Applikationen
Objektorientiertes Applikationsdesign	Ja	Teilweise	Teilweise
Kernel	Microkernel	Monolithischer Kernel ⁴²	Microkernel
Betriebssystem	64-Bit	32-Bit	32-Bit
Plattformen	Intel x86, PowerPC	PowerPC	Intel x86, Alpha
Dateisystem	64-Bit	32-Bit	32-Bit
Unterstützte Dateisysteme	BFS, FAT16, FAT32, HFS, ISO9660, NTFS	FAT16, FAT32, HFS+, ISO9660, UDF	FAT16, HPFS, ISO9660, NTFS
File Sharing	Ja	Ja	Ja
Netzwerkprotokolle	TCP/IP, PPP	AppleTalk, IPX, TCP/IP, PPP	AppleTalk, DLC, IPX, TCP/IP, PPP
Internetanwendungen/-dienste	Web-, News- & eMailclient, WWW- & FTP-Server	Diverse Clients, Server in Vorbereitung	Diverse Clients, WWW-Server bei NT-Server

Vergleich zwischen BeOS, MacOS 8 und Windows NT

BeOS ist Windows NT und MacOS 8 technologisch klar überlegen. Alle Betriebssystemtechnologien wurden konsequent umgesetzt und nicht nur in Teilbereichen implementiert, wie z. T. bei Windows NT und MacOS 8. Partitionen mit div. Standarddateisystemen können gemountet und die Daten verwendet werden.

⁴¹ http://www.beosonline.de/index.php?seite=Was_ist_beos

⁴² Systemnahen Komponenten wie Treiber, Prozeß-, Speicher- und Dateisystemverwaltung sind gemeinsam im Kernel vereint, es existiert keine Begrenzung dieser Teile im Speicher.
http://private.addcom.de/sb-home/bsys/os_begriffe.htm

5. Zusammenfassung und Ausblick

BeOS ist ein modernes Betriebssystem, daß fast alle aktuelle Betriebssystem-technologien sowie eine moderne Architektur enthält (lediglich kein Multiusersystem). Daher eignet es sich besonders für Multimediaanwendungen, die eher viel Performance benötigen. Das System ist auch auf langsameren Rechnern schnell, stabil und verfügt über eine moderne grafische Benutzeroberfläche. Aufgrund von leistungsfähigen Softwarekits bzw. APIs (Application Interfaces) können neue Anwendungen schnell entwickelt werden.

Die aktuelle Release 5 für x68-Prozessoren ist für Privatanwender kostenlos im Internet erhältlich⁴³. Diese Version läßt sich in eine ca. 500MB große Datei auf einer beliebigen Partition unter Windows installieren. BeOS kann dann mit einer Bootdiskette oder unter Windows 9x direkt aus Windows gebootet werden.

Trotz der einfachen Installationsprozedur, der modernen Oberfläche und der sehr guten Performance im Vergleich zu anderen Betriebssystem wie z. B. Windows oder Linux sowie der kostenlosen Version für Privatanwender, ist BeOS kaum verbreitet und meist nur wenigen PC Benutzern bekannt.

Inzwischen existieren viele Share-/Freewareprogramme⁴⁴ und einige kommerzielle Programme⁴⁵ für BeOS sowie zahlreiche Fanseiten⁴⁶, eine erstes Be Magazin (Inside BeOS)⁴⁷ und Vertriebsfirmen⁴⁸, die Produkte rund um BeOS (unter anderem Software und Bücher) anbieten. Außerdem gibt es eine deutsche BeOS Newsgroup⁴⁹ und regelmäßig das Anwendertreffen BeGeistert!⁵⁰.

Trotzdem stellt BeOS keine ernste Alternative zu anderen Betriebssystemen dar. So fehlt z. B. ein leistungsfähiges Officepaket sowie diverse andere Anwendungen. Grundsätzlich sind zwar viele kleine Anwendungen und Tools verfügbar, oft gibt es jedoch nur eine Anwendung für eine Aufgabe (z. B. existiert als einziger aktueller Browser eine Betaversion von Opera⁵¹). Eine Auswahl verschiedener Programme für eine Aufgabe ist nicht vorhanden.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen APIs-Struktur (Application Interfaces) von BeOS und z. B. Windows ist es sehr schwierig, vorhandene Applikationen auf

⁴³ <http://www.be.com/products/freebeos>

⁴⁴ <http://www.beware.com>

<http://beos.tucows.com/beossoft.html>

⁴⁵ The BeOS Bible: Chapter 11, Network Applications; Chapter 12, Productivity Applications
Chapter 13, Graphics Applications; Chapter 14, Media Applications; Chapter 15, Other Goodies

⁴⁶ <http://www.pecora.de/~maybe/beos/index.html>

<http://www.dynarec.com/~mike/beos>

<http://www.betips.net>

⁴⁷ <http://www.insidebeos.de>

⁴⁸ believe.de – Everything BeOS (<http://www.believe.de>)

⁴⁹ de.comp.os.be

⁵⁰ <http://www.heise.de/newsticker/data/hps-06.10.00-000/>

⁵¹ <http://www.opera.com/beos/index.html>

BeOS zu portieren. Daher existieren nur wenige Programme unter BeOS, die auch schon unter anderen Betriebssystemen existieren.

Desweiteren fehlen Treiber für einige Netzwerkkarten, Soundkarten etc., die nicht sehr verbreitet sind. Ebenfalls fehlen ISDN-Treiber für passive ISDN-Karten (Karten ohne Prozessor)⁵². Lediglich die aktive ISDN-Karte B1 (Karte mit Prozessor) von AVM wird inzwischen unterstützt. Diese Karte ist aber gerade für Privatanwender aufgrund des hohen Preises uninteressant. Desweiteren unterstützt BeOS als Identifizierungsprotokoll bei der Einwahl ins Internet lediglich PAP (Password Authentication Protocol) und nicht CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol). Somit ist eine Einwahl längst nicht bei allen Providern möglich (z. B. nicht bei dem *Internet by Call* Angebot *planet-Interkom* von Viag). Einen PPPoE Treiber (Point to Point Protocol over Ethernet) zur Nutzung von T-DSL gibt es bereits von einem privaten Entwickler⁵³.

Be entwickelt BeOS und vor allem BeIA ständig weiter. BeIA ist aus BeOS hervorgegangen und ist eine unabhängige Plattform für Multimedia- und Internetanwendungen zur Integration in Subsysteme, wie z. B. Setop- bzw. Internetboxen. Unter anderem sind die Unterstützung von USB (Universal Serial Bus), Firewire sowie Powermanagement für Notebooks angekündigt.

Nachdem die Firma Be im zweiten Quartal 2000 noch nicht in der Gewinnzone ist und einen Netto-Verlust von 4,7 Millionen US-Dollar bei einem Umsatz von lediglich 142 000 US-Dollar ausweisen mußte, hat Be den Online-Vertrieb eingestellt⁵⁴. Die Produkte werden jetzt ausschließlich von Distributoren angeboten (in Europa von Koch Media⁵⁵). Der Aktienkurs von Be lag am 25. Oktober 2000 bei 3,31 US-Dollar pro Aktie⁵⁶ an der NASDAQ⁵⁷.

BeOS ist ein interessantes modernes, neues Betriebssystem, das aber in dieser Form auf PCs vermutlich nie eine große Verbreitung finden wird. Eventuell gelingt es Be, trotz der Konkurrenz durch Microsofts Windows CE und entsprechenden Linux-Minikernen, BeIA kommerziell zu vertreiben um damit mittelfristig Gewinne zu erzielen. Firmen, wie Compaq und EnVivid, haben mittlerweile erklärt, Gerätschaften mit BeIA oder BeOS auf den Markt zu bringen.⁵⁸

Es bleibt abzuwarten, ob die Firma Be und BeOS bzw. BeIA auf Dauer einen Nischenmarkt besetzen kann oder irgendwann als interessante aber wirtschaftlich nicht relevante Betriebssystemstudie in die Computergeschichte eingehen wird, so wie u. a. vor einiger Zeit die Firma Digital Research mit DR DOS⁵⁹.

⁵² http://www-classic.be.com/aboutbe/pressreleases/99-03-18_ISDN.html

⁵³ <http://www.users.uswest.net/~choice83833910/PPPoE.zip>, Autor: NathanWhitehorn@kagi.com

⁵⁴ <http://www.heise.de/newsticker/data/mck-14.08.00-003/>

<http://www.heise.de/newsticker/data/hps-20.07.00-000/>

⁵⁵ <http://www.kochmedia.com>

⁵⁶ <http://quotes.nasdaq.com/Quote.dll?page=multi&mode=Stock&symbol=BEOS>

⁵⁷ <http://www.nasdaq.com>

⁵⁸ <http://www.heise.de/newsticker/data/hps-20.10.00-000/>

⁵⁹ <http://www.tunes.org/Review/OSes.html>, <http://www.rhrz.uni-bonn.de/~uzs180/opendeng.html>