

Vorwort

Betriebssysteme sind sehr, sehr beharrlich – fast kein Systemprogrammierer oder Informatiker wird zeit seines Lebens mit der Aufgabe konfrontiert werden, ein komplett neues Betriebssystem zu schreiben. Wozu dient dann dieses Buch?

Seine Zielsetzung besteht hauptsächlich darin, Verständnis für die innere Struktur der heutigen komplexen Betriebssysteme zu wecken. Erst das Wissen um grundsätzliche Aufgaben und mögliche Alternativen versetzt Informatiker in die Lage, mögliche leistungshemmende Strukturen ihres Betriebssystems zu erkennen und die Wirkung von Änderungen in den vielen Parametern und Konfigurationen abzuschätzen.

Statt eine komplette analytische Erfassung der Systemleistung vorzugaukeln, die meist nur über spezielle Simulations- und Leistungsmeßprogramme möglich ist, ist das Buch darauf konzentriert, gedankliche Konzepte und Methoden zu vermitteln, die in der Praxis wichtig sind und in eigenen Programmen auch angewendet werden können.

Angesichts der vielfältigen Veränderungen der Betriebssystemlandschaft durch die Vernetzung der Rechner und die Vielzahl zusätzlich eingesetzter Prozessoren ist es schwierig, einen klassischen Text über Betriebssysteme zu verfassen, ohne Rechnernetze und Multiprozessorsysteme einzubeziehen. Andererseits ist ein Verständnis dieser Funktionen ohne die klassischen Betriebssystemthemen nicht möglich. Aus diesem Grund geht das Buch auf beide Seiten ein: Ausgehend von der klassischen Einprozessorsituation über die Mehrprozessorproblematik behandelt es die klassischen Themen wie Prozesse, Speicherverwaltung und Ein-/Ausgabeverwaltung. Der neuen Situation wendet es sich in den Kapiteln Netzwerkdienste und Benutzeroberflächen zu; beide gehören zu einem modernen Betriebssystem.

Dabei werden sowohl Einprozessor- als auch Mehrprozessorsysteme betrachtet und die Konzepte an existierenden Betriebssystemen verdeutlicht. Viele Mechanismen der verteilten Betriebssysteme und Echtzeitsysteme werden bereits in diesem Buch vorgestellt, um damit eine spätere Vertiefung im Bedarfsfall zu erleichtern.

Im Unterschied zu manch anderen Betriebssystembüchern steht bei den Beispielen kein eigenes Betriebssystem im Vordergrund; auch die Beispiele in Pseudocode sind nicht als vollständige Programmmoduln eines Betriebssystems gedacht. Bei einem solchen Ansatz käme entweder die Darstellung der Konzepte zu kurz, oder das Buch müßte wesentlich länger sein, ohne mehr aussagen zu können. Aus der Fülle der existierenden experimentellen und kommerziellen Systeme konzentriert

sich das Buch deshalb auf die in der Praxis wichtigsten Systeme wie UNIX und Windows NT und benennt die für das jeweilige Konzept wesentlichen Prozeduren. Die detaillierte Dokumentation der Benutzerschnittstellen bleibt allerdings aus Platzgründen den einschlägigen Manualen der Softwaredokumentation vorbehalten und wurde deshalb hier nicht aufgenommen.

Ein spezieller Aspekt des Buches ist den Lernenden gewidmet: Zusätzlich zu den Übungs- und Verständnisaufgaben sind Musterlösungen am Ende des Buches enthalten. Außerdem sind alle wichtigen Begriffe bei der Einführung fett gedruckt, um die Unsicherheit beim Aneignen eines fremden Stoffes zu verringern; Fachwörter und englische Originalbegriffe sind durch Kursivschrift gekennzeichnet. Wo immer es möglich und nötig erschien, sollen Zeichnungen das Verständnis des Textes erleichtern.

Dazu kommt für den Lehrenden noch das Material aus Übungsfragen, Klausuren und Vortragsfolien, das die Verwendung des Buches erleichtern soll. Es ist elektronisch direkt unter der URL <http://www.informatik.uni-frankfurt.de/~brause/BS-SS02/> herunterladbar.

Ich hoffe, damit alle wichtigen Aspekte berücksichtigt zu haben.

Frankfurt, im September 2003

Rüdiger Brause

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht	1
1.1 Einleitung: Was ist ein Betriebssystem?	1
1.2 Betriebssystemschichten	2
1.3 Schnittstellen und virtuelle Maschinen	3
1.4 Software-Hardware-Migration	6
1.5 Betriebssystemaufbau	7
1.5.1 Systemaufrufe	8
1.5.2 Beispiel UNIX	9
1.5.3 Beispiel Mach	10
1.5.4 Beispiel Windows NT	11
1.6 Mehrprozessorarchitekturen	13
1.7 Aufgaben	16
2 Prozesse	17
2.1 Prozeßzustände	18
2.1.1 Beispiel UNIX	20
2.1.2 Beispiel Windows NT	22
2.1.3 Leichtgewichtsprozesse	23
2.1.4 Beispiel UNIX	24
2.1.5 Beispiel Windows NT	25
2.1.6 Aufgaben	25
2.2 Prozeßscheduling	26
2.2.1 Zielkonflikte	27
2.2.2 Non-preemptives Scheduling	28
2.2.3 Preemptives Scheduling	31
2.2.4 Multiple Warteschlangen und multiple Scheduler	33
2.2.5 Scheduling in Echtzeitbetriebssystemen	35
2.2.6 Scheduling in Multiprozessorsystemen	37
2.2.7 Stochastische Schedulingmodelle	48
2.2.8 Beispiel UNIX: Scheduling	49
2.2.9 Beispiel: Scheduling in Windows NT	51
2.2.10 Aufgaben	52

2.3	Prozeßsynchronisation.....	53
2.3.1	<i>Race conditions</i> und kritische Abschnitte	53
2.3.2	Signale, Semaphore und atomare Aktionen.....	55
2.3.3	Beispiel UNIX: Semaphore.....	63
2.3.4	Beispiel Windows NT: Semaphore	64
2.3.5	Anwendungen.....	66
2.3.6	Aufgaben	72
2.3.7	Kritische Bereiche und Monitore	73
2.3.8	Verklemmungen	77
2.3.9	Aufgaben	87
2.4	Prozeßkommunikation.....	88
2.4.1	Kommunikation mit Nachrichten	89
2.4.2	Beispiel UNIX: Interprozeßkommunikation mit <i>pipes</i>	93
2.4.3	Beispiel Windows NT: Interprozeßkommunikation mit <i>pipes</i>	94
2.4.4	Prozeßsynchronisation durch Kommunikation.....	94
2.4.5	Implizite und explizite Kommunikation.....	101
2.4.6	Aufgaben zur Prozeßkommunikation	102
3	Speicherverwaltung	105
3.1	Direkte Speicherbelegung.....	106
3.1.1	Zuordnung durch feste Tabellen.....	106
3.1.2	Zuordnung durch verzeigerte Listen.....	107
3.1.3	Belegungsstrategien.....	108
3.1.4	Aufgaben zur Speicherbelegung.....	112
3.2	Logische Adressierung und virtueller Speicher	112
3.2.1	Speicherprobleme und Lösungen	112
3.2.2	Der virtuelle Speicher.....	113
3.3	Seitenverwaltung (<i>paging</i>).....	115
3.3.1	Prinzip der Adreßkonversion	115
3.3.2	Adreßkonversionsverfahren	116
3.3.3	Gemeinsam genutzter Speicher (<i>shared memory</i>)	121
3.3.4	Virtueller Speicher in UNIX und Windows NT	121
3.3.5	Aufgaben zu virtuellem Speicher	125
3.3.6	Seitenersetzungsstrategien.....	127
3.3.7	Modellierung und Analyse der Seitenersetzung	134
3.3.8	Beispiel UNIX: Seitenersetzungsstrategien.....	149
3.3.9	Beispiel Windows NT: Seitenersetzungsstrategien	150
3.3.10	Aufgaben zur Seitenverwaltung	151
3.4	Segmentierung	153
3.5	Cache	156

3.6	Speicherschutzmechanismen	159
3.6.1	Speicherschutz in UNIX.....	160
3.6.2	Speicherschutz in Windows NT	160
3.6.3	Sicherheitsstufen	161
4	Dateiverwaltung.....	163
4.1	Dateisysteme.....	163
4.2	Dateinamen.....	165
4.2.1	Dateitypen und Namensbildung	166
4.2.2	Pfadnamen.....	169
4.2.3	Beispiel UNIX: Der Namensraum.....	170
4.2.4	Beispiel Windows NT: Der Namensraum	172
4.2.5	Aufgaben	174
4.3	Dateiattribute und Sicherheitsmechanismen	175
4.3.1	Beispiel UNIX: Zugriffsrechte	175
4.3.2	Beispiel Windows NT: Zugriffsrechte	176
4.3.3	Aufgaben	178
4.4	Dateifunktionen	179
4.4.1	Standardfunktionen	179
4.4.2	Beispiel UNIX: Dateizugriffsfunktionen.....	180
4.4.3	Beispiel Windows NT: Dateizugriffsfunktionen	181
4.4.4	Strukturierte Zugriffsfunktionen.....	182
4.4.5	Gemeinsame Nutzung von Bibliotheksdateien	189
4.4.6	Speicherabbildung von Dateien (memory mapped files).....	191
4.4.7	Besondere Dateien (special files).....	193
4.4.8	Aufgaben	195
4.5	Implementierung der Dateiorganisation.....	195
4.5.1	Kontinuierliche Speicherzuweisung	196
4.5.2	Listenartige Speicherzuweisung	196
4.5.3	Zentrale indexbezogene Speicherzuweisung	197
4.5.4	Verteilte indexbezogene Speicherzuweisung	198
4.5.5	Beispiel UNIX: Implementierung des Dateisystems	200
4.5.6	Beispiel Windows NT: Implementierung des Dateisystems.....	201
4.5.7	Aufgaben	204
5	Ein- und Ausgabeverwaltung	207
5.1	Die Aufgabenschichtung.....	207
5.1.1	Beispiel UNIX: I/O-Verarbeitungsschichten.....	210
5.1.2	Beispiel Windows NT: I/O-Verarbeitungsschichten	211
5.2	Geräte Modelle.....	214
5.2.1	Die Geräteschnittstelle	214
5.2.2	Initialisierung der Geräteschnittstellen	216

5.2.3	Plattenspeicher	216
5.2.4	Multiple Plattenspeicher: RAIDs	220
5.2.5	RAM-Disks	226
5.2.6	Serielle Geräte.....	227
5.3	Modellierung und Implementierung der Treiber.....	228
5.3.1	Beispiel UNIX: Treiberschnittstelle.....	228
5.3.2	Beispiel Windows NT: Treiberschnittstelle	231
5.4	Optimierungsstrategien für Treiber.....	233
5.4.1	Schedulingstrategien für Plattenzugriffe	234
5.4.2	Interleaving	236
5.4.3	Pufferung.....	238
5.4.4	Synchrone und asynchrone Ein- und Ausgabe	240
5.4.5	Aufgaben	242
6	Netzwerkdienste.....	243
6.1	Das Schichtenmodell für Netzwerkdienste	246
6.2	Kommunikation im Netz.....	250
6.2.1	Namensgebung im Netz	251
6.2.2	Kommunikationsanschlüsse	257
6.2.3	Aufgaben.....	266
6.3	Dateisysteme im Netz	267
6.3.1	Zugriffsemantik.....	267
6.3.2	Zustandsbehaftete und zustandslose Server.....	268
6.3.3	Die Cacheproblematik.....	271
6.3.4	Implementationskonzepte.....	274
6.3.5	Sicherheitskonzepte.....	278
6.4	Arbeitsmodelle im Netz	279
6.4.1	Jobmanagement	280
6.4.2	Netzcomputer	281
6.4.3	Schattenserver	284
6.5	Sicherheitsmechanismen und Konzepte im Netz	288
6.5.1	Vorgeschichte.....	288
6.5.2	Eindringen über das Netz	289
6.5.3	Übernahme der Kontrolle auf einem Rechner	292
6.5.4	Fire-wall-Konfigurationen.....	299
6.5.5	Zugriffslisten und Fähigkeiten.....	301
6.5.6	Die Kerberos-Authentifizierung	302
6.5.7	Aufgaben	305

7 Benutzeroberflächen	307
7.1 Das Design der Benutzeroberfläche	307
7.2 Die Struktur der Benutzeroberfläche	311
7.2.1 Eingaben.....	312
7.2.2 Rastergrafik und Skalierung	316
7.2.3 Fenstersysteme und Displaymanagement	319
7.2.4 Virtuelle Realität	322
7.2.5 Das Management der Benutzeroberfläche.....	322
7.2.6 Aufgaben	324
7.3 Das UNIX-Fenstersystem: Motif und X-Window	325
7.3.1 Das Client-Server-Konzept von X-Window.....	326
7.3.2 Das Fensterkonzept von X-Window.....	327
7.3.3 Dialogfenster und Widgets.....	328
7.3.4 Ereignisbehandlung	331
7.4 Das Fenstersystem von Windows NT	331
7.4.1 Das Konzept der Benutzerschnittstelle.....	332
7.4.2 Die Implementierung.....	334
7.4.3 Aufgaben	336
Musterlösungen	337
Lösungen zu Kapitel 1	337
Lösungen zu Kapitel 2.....	339
Lösungen zu Kapitel 3.....	360
Lösungen zu Kapitel 4.....	367
Lösungen zu Kapitel 5.....	374
Lösungen zu Kapitel 6.....	377
Lösungen zu Kapitel 7.....	380
Literaturverzeichnis	385
Neuere Betriebssystemlehrbücher	385
Referenzen.....	386
Abbildungsverzeichnis	389
Index	393