

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einführung 1
 - 1.1 Computersysteme 1
 - 1.1.1 Einführung 2
 - 1.1.2 Aufgabe von Betriebssystemen 3
 - 1.1.3 Grundlegende Hardwaremodelle 3
 - 1.1.4 CPU-Registersatz 7
 - 1.1.5 Multicore-Prozessoren und Hyperthreading-CPU's 9
 - 1.1.6 Einfaches Modell der Hardware für die weitere Betrachtung 10
 - 1.1.7 Beispiele für Mikroprozessor-Architekturen 12
 - 1.2 Entwicklung von Betriebssystemen 16
 - 1.2.1 Betriebssystemkategorien 16
 - 1.2.2 Universalbetriebssysteme 17
 - 1.2.3 Historische Entwicklung 17
 - 1.2.4 Geschichte von Microsoft Windows 19
 - 1.2.5 Geschichte von Unix 21
 - 1.2.6 Geschichte von Linux 23
 - 1.3 Übungsaufgaben 24
- 2 Betriebssystemarchitekturen und Betriebsarten 25
 - 2.1 Zugriffsschutz in Betriebssystemen 25
 - 2.2 Betriebssystemarchitekturen 27
 - 2.2.1 Klassische Architekturen 27
 - 2.2.2 Mikrokern-Architektur 29
 - 2.2.3 Architekturbeispiele 30
 - 2.3 Klassische Großrechnerbetriebsarten 34
 - 2.3.1 Multiprogramming, Multiprocessing und Multitasking 34
 - 2.3.2 Batchverarbeitung und interaktive Verarbeitung 35
 - 2.3.3 Teilnehmerbetrieb 36
 - 2.3.4 Teilhaberbetrieb 37
 - 2.4 Terminalserver-Betrieb 39
 - 2.5 Verteilte Verarbeitung 41
 - 2.5.1 Echt verteilte Betriebssysteme 41
 - 2.5.2 Client-/Server-Systeme 41

2.5.3	Peer-to-Peer-Systeme.....	42
2.5.4	Kommunikations-Middleware.....	43
2.5.5	Application-Server-Betrieb.....	44
2.6	Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen.....	46
2.7	Cloud Computing.....	47
2.8	Übungsaufgaben.....	48
3	Interruptverarbeitung.....	49
3.1	Interrupts.....	50
3.1.1	Überblick.....	50
3.1.2	Interrupt-Bearbeitung	51
3.1.3	Interrupt-Verarbeitung bei IA32-Prozessoren	56
3.1.4	Interrupt-Bearbeitung unter Windows.....	59
3.1.5	Interruptverarbeitung unter Linux.....	65
3.2	Systemaufrufe	67
3.2.1	Systemaufrufe aus Sicht eines Anwendungsprogrammierers	67
3.2.2	Software-Interrupts unter Linux.....	69
3.2.3	Software-Interrupts unter Windows.....	72
3.3	Übungsaufgaben.....	73
4	Prozesse und Threads.....	75
4.1	Prozesse	76
4.1.1	Prozessmodell	76
4.1.2	Prozessverwaltung	77
4.1.3	Prozesslebenszyklus.....	79
4.2	Threads	81
4.2.1	Threadmodell	81
4.2.2	Implementierung von Threads	81
4.2.3	Vor-/Nachteile und Einsatzgebiete von Threads.....	84
4.3	Programmierkonzepte für Threads.....	86
4.3.1	Threads in Java.....	86
4.3.2	Threads in C#.....	91
4.4	Prozesse und Threads in konkreten Betriebssystemen	94
4.4.1	Prozesse und Threads unter Windows.....	94
4.4.2	Prozesse und Threads unter Unix und Linux.....	102
4.5	Übungsaufgaben.....	107

5 CPU-Scheduling	109
5.1 Scheduling-Kriterien	110
5.2 Scheduling-Verfahren	113
5.2.1 Verdrängende und nicht verdrängende Verfahren	113
5.2.2 Überblick über Scheduling-Verfahren	114
5.2.3 Multi-Level-Scheduling mit Prioritäten	116
5.2.4 Round-Robin-Scheduling mit Prioritäten	117
5.3 Vergleich ausgewählter Scheduling-Verfahren	119
5.3.1 CPU-Scheduling im ursprünglichen Unix	123
5.3.2 CPU-Scheduling unter Linux	125
5.3.3 CPU-Scheduling unter Windows	134
5.3.4 Scheduling von Threads in Java	141
5.3.5 Zusammenfassung	142
5.4 Übungsaufgaben	144
6 Synchronisation und Kommunikation	147
6.1 Grundlegendes zur Synchronisation	148
6.1.1 Nebenläufigkeit, atomare Aktionen und Race Conditions	148
6.1.2 Kritische Abschnitte und wechselseitiger Ausschluss	151
6.1.3 Eigenschaften nebenläufiger Programme	154
6.2 Synchronisationskonzepte	156
6.2.1 Sperren	156
6.2.2 Semaphore	158
6.2.3 Monitore	163
6.3 Synchronisationstechniken moderner Betriebssysteme	168
6.4 Synchronisationsmechanismen in Programmiersprachen	170
6.4.1 Die Java-Synchronisationsprimitive „synchronized“	171
6.4.2 Warten auf Bedingungen in Java	177
6.4.3 Weitere Synchronisationsmechanismen in Java	179
6.4.4 C#-Monitore	182
6.4.5 Die C#-Synchronisationsprimitive „lock“	184
6.4.6 C#-Mutex-Objekte	185
6.4.7 C#-Lese- und Schreibsperrern	187
6.4.8 C#-Interlocked-Klasse	188
6.4.9 Warten auf Bedingungen in C#	190

- 6.5 Kommunikation von Prozessen und Threads 190
 - 6.5.1 Überblick über Kommunikationsmöglichkeiten 190
 - 6.5.2 Verbindungsorientierte versus verbindungslose Kommunikation ... 191
 - 6.5.3 Speicherbasierte versus nachrichtenbasierte Kommunikation..... 192
 - 6.5.4 Synchrone versus asynchrone Kommunikation..... 195
 - 6.5.5 Kommunikationskanäle im Halb- und Vollduplex-Betrieb..... 198
 - 6.5.6 Varianten der Empfängeradressierung..... 198
 - 6.5.7 Fallbeispiel: Rechnerinterne Kommunikation über Pipes..... 199
 - 6.5.8 Rechnerübergreifende Interprozesskommunikation..... 203
- 6.6 Übungsaufgaben..... 205
- 7 Hauptspeicherverwaltung 207
 - 7.1 Grundlegende Betrachtungen..... 208
 - 7.1.1 Speicherhierarchien 208
 - 7.1.2 Lokalität 209
 - 7.1.3 Adressen und Adressräume..... 210
 - 7.1.4 Techniken der Speicherverwaltung..... 212
 - 7.2 Virtueller Speicher..... 215
 - 7.2.1 Grundbegriffe und Funktionsweise 215
 - 7.2.2 Optimierung der Speicherverwaltung..... 225
 - 7.2.3 Seitenersetzung und Verdrängung (Replacement) 229
 - 7.2.4 Vergleich von Seitenersetzungsverfahren 238
 - 7.2.5 Speicherbelegungs- und Vergabestrategien (Placement)..... 239
 - 7.2.6 Entladestrategie (Cleaning) 242
 - 7.2.7 Eine weitere Technik: Segmentadressierung 243
 - 7.2.8 Shared Memory 245
 - 7.3 Speicherverwaltung in ausgewählten Systemen..... 246
 - 7.3.1 Linux-Speicherverwaltung 246
 - 7.3.2 Windows-Speicherverwaltung 250
 - 7.3.3 Android-Speicherverwaltung 256
 - 7.4 Übungsaufgaben..... 257
- 8 Geräte- und Dateiverwaltung..... 259
 - 8.1 Aufgaben und Überblick..... 260
 - 8.1.1 Grundlegendes..... 260
 - 8.1.2 Gerätearten 263

8.1.3	Geräteanbindung unter Unix	267
8.1.4	Memory-Mapped Ein-/Ausgabe und DMA.....	268
8.2	Dateiverwaltung.....	269
8.2.1	Allgemeines.....	269
8.2.2	Fallbeispiel: Dateisysteme unter Unix	271
8.2.3	Fallbeispiel: Dateisysteme unter Linux	273
8.2.4	Fallbeispiel: Dateisysteme unter Windows.....	275
8.3	Storage-Systeme	279
8.3.1	RAID-Plattensysteme.....	279
8.3.2	NAS und SAN.....	284
8.4	Übungsaufgaben	286
9	Betriebssystemvirtualisierung.....	289
9.1	Grundbegriffe und Einsatzgebiete.....	290
9.1.1	Virtualisierungsterminologie.....	290
9.1.2	Einsatz der Virtualisierungstechnik.....	291
9.1.3	Vor- und Nachteile der Virtualisierung	292
9.2	Virtualisierbarkeit der Hardware	293
9.2.1	Hardware-Voraussetzungen.....	293
9.2.2	Virtualisierung bei x86-Prozessoren	295
9.2.3	Virtualisierungstechniken in Prozessoren	296
9.3	Varianten der Virtualisierung	298
9.3.1	Typ-1-Hypervisor	299
9.3.2	Typ-2-Hypervisor.....	299
9.3.3	Paravirtualisierung.....	300
9.3.4	Weitere Virtualisierungsansätze.....	301
9.4	Betriebsmittelverwaltung bei Virtualisierung.....	302
9.4.1	Interruptverarbeitung und Gerätesteuerung.....	302
9.4.2	CPU-Scheduling.....	304
9.4.3	Speicherverwaltung	306
9.5	Zusammenfassung.....	309
9.6	Übungsaufgaben	310
10	Schlussbemerkung	311