

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Zweck	1
1.2	Definitionen	3
1.3	Einordnung im Computersystem	4
1.4	Betriebssystemarten	6
1.4.1	Klassische Einteilungen	6
1.5	Betriebssystemarchitekturen	7
1.5.1	Architekturformen	7
1.5.2	Benutzer-/Kernmodus	8
1.5.3	Monolithische Systeme	10
1.5.4	Geschichtete Systeme	10
1.5.5	Mikrokernsysteme	11
1.5.6	Beispiele von Systemarchitekturen	12
1.5.7	Abstraktionen aus Benutzer- und Entwicklersicht	14
2	Grundlagen der Programmausführung und Systemprogrammierung	19
2.1	Programmausführung und Hardware	19
2.1.1	Rechner- und Prozessorgrundlagen	21
2.1.2	Grundlagen des Adressraums	30
2.1.3	Grundlagen der Programmausführung	40
2.1.4	Unterprogrammmechanismen	48
2.2	Systemprogrammierung	61
2.2.1	Wahl der Systemprogrammiersprache	61
2.2.2	Laufzeitsystem der Programmiersprache	62
2.2.3	Unterprogrammtechniken	63
2.2.4	Grundlagen der Systemprogrammierung	64
2.2.5	Systemprogrammierschnittstellen	82

3	Prozesse und Threads	89
3.1	Parallelverarbeitung	89
3.1.1	Darstellung von parallelen Abläufen	89
3.1.2	Hardware-Parallelität	90
3.1.3	Software-Parallelität	91
3.1.4	Begriffe	91
3.2	Prozessmodell	94
3.2.1	Grundprinzip	94
3.2.2	Prozesserzeugung und Terminierung	98
3.2.3	Prozesse unter Unix	101
3.2.4	Funktionsweise der Unix-Shell	108
3.2.5	Prozesse & Jobs unter Windows	111
3.2.6	Vererbung unter Prozessen	114
3.2.7	Prozesshierarchie	114
3.2.8	Systemstart	114
3.3	Threads	119
3.3.1	Thread-Modell	119
3.3.2	Vergleich Prozesse zu Threads	120
3.3.3	Implementierung des Multithreading	122
3.3.4	Threads & Fibers unter Windows	127
3.3.5	Threads unter Unix	133
3.4	Prozessorzuteilungsstrategien	136
3.4.1	Quasiparallelität im Einprozessorsystem	136
3.4.2	Prozess- und Thread-Zustände	137
3.4.3	Zuteilungsstrategien	142
3.4.4	Multiprozessor-Scheduling	155
3.4.5	POSIX-Thread-Scheduling	157
3.4.6	Java-Thread-Scheduling	159
3.4.7	Scheduling unter Windows	161
3.4.8	Scheduling unter Unix	167
4	Synchronisation von Prozessen & Threads	173
4.1	Synchronisationsbedarfe und Lösungsansätze	173
4.1.1	Problem der Ressourcenteilung	173
4.1.2	Verlorene Aktualisierung (lost update problem)	174
4.1.3	Inkonsistente Abfrage (inconsistent read)	176
4.1.4	Absicherung mit Selbstverwaltung	177
4.1.5	Absicherung mit Systemmitteln	178

4.2	Semaphore	178
4.2.1	Semaphortypen	180
4.2.2	Implementierungsfragen	180
4.3	Anwendung der Semaphore	182
4.3.1	Absicherung kritischer Bereiche (mutual exclusion)	182
4.3.2	Synchronisation von Abläufen (barrier synchronization)	184
4.3.3	Produzenten & Konsumenten (producer and consumer)	186
4.3.4	Leser & Schreiber (readers and writers)	189
4.3.5	Problem der Prioritätsumkehrung (priority inversion)	195
4.3.6	Weitere Anwendungsprobleme	197
4.4	Implementierungen von Semaphoren	197
4.4.1	Semaphore unter Unix	198
4.4.2	Semaphore unter Windows	203
4.5	Unix-Signale	214
4.5.1	Idee & Grundprinzip der Unix-Signale	214
4.5.2	Programmierung der Signale	217
4.5.3	Signale im Multithreading	223
4.5.4	Realtime-Signale	225
4.6	Verklemmungsproblematik (deadlocks)	225
4.6.1	Ursache	225
4.6.2	Deadlock-Bedingungen	229
4.6.3	Lösungsansätze und ihre Beurteilung	230
5	Kommunikation von Prozessen & Threads	239
5.1	Überblick über Synchronisation und Kommunikation	239
5.2	Nachrichtenbasierte Verfahren	241
5.2.1	Allgemeine Aspekte	241
5.2.2	Unix-Pipes	247
5.2.3	Windows-Pipes	256
5.2.4	Unix Message Queues	263
5.2.5	Windows-Messages	267
5.2.6	Windows-Mailslots	269
5.3	Speicherbasierte Verfahren	272
5.3.1	Gemeinsamer Speicher unter Windows	273
5.3.2	Gemeinsamer Speicher unter Unix	275

5.4	Monitor	277
5.4.1	Grundprinzip	277
5.4.2	Java-Monitor	281
5.4.3	Monitornachbildung mit Bedingungsvariablen	282
5.5	Rendezvous	288
5.5.1	Grundprinzip	288
5.5.2	Synchronisation in Client/Server-Systemen (barber shop)	289
5.6	Rechnerübergreifende Interprozesskommunikation	291
5.6.1	Netzwerksoftware	291
5.6.2	Berkeley-Sockets	293
5.6.3	Remote Procedure Call (RPC)	302
5.6.4	Überblick über Middleware	308
6	Ein- und Ausgabe	311
6.1	Peripherie	311
6.1.1	Einordnung im Rechnermodell	311
6.1.2	Begriffsdefinitionen	312
6.2	Ein-/Ausgabeabläufe	312
6.2.1	Programmgesteuerte Ein-/Ausgabe	313
6.2.2	Ein-/Ausgabe mittels Programmunterbrechungen	314
6.2.3	Ein-/Ausgabe mittels DMA	321
6.2.4	Ein-/Ausgabearten im Vergleich	325
6.3	Ein-/Ausgabesystem	326
6.3.1	Treiber	326
6.3.2	Geräteverwaltung	327
6.3.3	Treiberschnittstelle	328
6.3.4	Ein-/Ausgabeschnittstelle	329
6.3.5	Ein-/Ausgabepufferung	333
6.3.6	Treibermodell in Linux	334
6.3.7	Treibermodelle in Windows (WDM & WDF)	341
6.4	Massenspeicher	346
6.4.1	Verfahren der Datenaufzeichnung	347
6.4.2	Wichtigste Massenspeicher	350
6.4.3	Eigenschaften von Plattenspeichern	350
6.4.4	Zugriffsplanung für Plattenspeicher (disk I/O scheduling)	353
6.4.5	Pufferung von Plattendaten (disk cache)	357

6.5	Benutzerinteraktion aus Systemsicht (Benutzeroberflächen)	359
6.5.1	Allgemeines	359
6.5.2	Systemarchitekturen	361
6.5.3	Programmiermodelle	366
6.5.4	Die Unix-Shell als Kommandointerpreter	368
6.5.5	Funktionsweise & Programmierung des X-Window-Systems	370
6.5.6	Funktionsweise und Programmierung des Windows-GUI	383
7	Speicherverwaltung	401
7.1	Speichersystem	402
7.1.1	Einordnung im Rechnermodell	402
7.1.2	Grundlegende Speicherprinzipien	403
7.1.3	Speicherhierarchie & Lokalitätsprinzip	407
7.1.4	Cache-Funktionsweise	411
7.2	Verwaltungsgrundlagen	416
7.2.1	Abstraktionen mittels Abbildungsfunktionen	417
7.2.2	Aufgaben der Systemsoftware	421
7.2.3	Dynamische Speicherbereitstellung	423
7.3	Verwaltung von Prozessadressräumen	443
7.3.1	Adressraumnutzung durch Programme	443
7.3.2	Adressraumverwaltung durch das Betriebssystem	446
7.4	Realer Speicher	448
7.4.1	Monoprogrammierung	449
7.4.2	Multiprogrammierung mit Partitionen	449
7.4.3	Verfahren für knappen Speicher	453
7.5	Virtueller Speicher	457
7.5.1	Adressumsetzung	459
7.5.2	Seitenwechselsverfahren (demand paging)	471
7.5.3	Speicherabgebildete Dateien	499
7.5.4	Gemeinsamer Speicher (shared memory)	500

8	Dateisysteme	503
8.1	Aufgaben des Dateisystems	503
8.2	Dateisystemkonzepte	504
8.2.1	Logische Organisation	504
8.2.2	Dateisystemfunktionen	515
8.2.3	Gemeinsame Dateinutzung	532
8.2.4	Speicherabgebildete Dateien	537
8.3	Realisierung von Dateisystemen	537
8.3.1	Konzeptionelles Modell	537
8.3.2	Blockspeicher als Grundlage	538
8.3.3	Organisationsprinzipien	539
8.4	UFS – traditionelles Unix-Dateisystem	545
8.5	FAT– traditionelles Windows-Dateisystem	549
8.5.1	Struktur der Gesamtplatte	550
8.5.2	Aufbau der Belegungstabelle (FAT)	551
8.5.3	Verzeichnisdaten	552
8.5.4	Lange Dateinamen (VFAT)	554
8.6	NTFS – modernes Windows-Dateisystem	555
8.7	Netzwerkdateisysteme	559
8.7.1	Logische Sicht	559
8.7.2	Implementierung	560
8.7.3	NFS – Network File System in Unix	563
8.7.4	SMB – Netzwerkdateisystem in Windows	565
8.8	Spezielle Dateisystemtechnologien	566
8.8.1	Protokollierende Dateisysteme	566
8.9	Festplattenpartitionierung	567
8.9.1	Anwendungsbereiche	567
8.9.2	Festplattenpartitionierung der PC-Systeme	568
9	Programmentwicklung	573
9.1	Software-Entwicklungswerkzeuge	573
9.1.1	Ablauf der Programmübersetzung	574
9.1.2	Darstellung von Übersetzungsvorgängen mittels T-Notation	578
9.1.3	Automatisierte Übersetzung	581
9.1.4	Versionenkontrolle	583

9.2	Adressraumbelegung und Relokation	585
9.2.1	Storage Class	585
9.2.2	Programmorganisation in Sektionen	586
9.2.3	Relokation von Programmen	587
9.3	Programmbibliotheken	594
9.3.1	Grundlagen und Begriffe	594
9.3.2	Programmbibliotheken unter Unix	596
9.3.3	Programmbibliotheken unter Windows	600
9.4	Skriptprogrammierung unter Unix	605
9.4.1	Anwendungsbereiche	605
9.4.2	Die Shell als Programminterpret	607
9.4.3	Portabilität und Kompatibilität	607
9.4.4	Erstellung von Skriptprogrammen	608
9.4.5	Elemente der Skriptsprache	608
9.4.6	Shell-Befehle	609
9.4.7	Shell-Variablen	611
9.4.8	Metazeichen	615
9.4.9	Synonyme und Funktionen	617
9.4.10	Bedingte Tests (conditional tests)	618
9.4.11	Arithmetik	621
9.4.12	Kontrollstrukturen für Skripte	621
10	Sicherheit	627
10.1	Schutzziele	627
10.2	Autorisierung und Zugriffskontrolle	628
10.2.1	Grundlagen und Begriffe	629
10.2.2	Schutzdomänenkonzept	631
10.2.3	Schutzstrategien	639
10.3	Hochsichere Betriebssysteme	641
10.4	Sicherheit unter Unix	642
10.5	Sicherheit unter Windows	646

11	Spezielle Technologien	649
11.1	Multiprozessorsysteme	649
11.1.1	Einprozessorsysteme	650
11.1.2	Multiprozessorsysteme (Klassifikation nach Flynn)	652
11.1.3	Rechenleistung paralleler Prozessoren (Amdahl's Law) ...	655
11.1.4	Strukturen von Multiprozessorsystemen	658
11.1.5	Leistungsbewertung von Computern	664
11.2	Handheld-Computing	665
11.2.1	Allgemeines	666
11.2.2	Spezielle Anforderungen an das Betriebssystem	667
11.2.3	Palm OS	669
11.2.4	Windows CE	674
11.2.5	Embedded Linux	678
11.2.6	Symbian OS	679
11.3	Virtualisierungskonzepte und ihre Anwendung	684
11.3.1	Anwendungsbereiche	684
11.3.2	Virtuelle Prozessoren	684
11.3.3	Virtuelle Prozessumgebungen	685
11.3.4	Virtuelle Ressourcen	685
11.3.5	Virtuelle Computer (Stufe Computerhardware)	685
11.3.6	Virtuelle Sekundärspeicher (storage virtualization)	689
11.3.7	Virtuelle Netzwerke (network virtualization)	689
A	Anhang	691
A.1	Maßeinheiten und Darstellungen	691
A.1.1	Maßeinheiten in der Informatik	691
A.1.2	Darstellung von Bitmustern	692
A.1.3	Oktal- und Hexadezimalzahlen	692
A.1.4	Kennzeichnung der Zahlensysteme	693
A.1.5	Rechnerinterne Zahlendarstellungen	693
A.1.6	Textzeichensätze	697
A.2	Instruktionssatz der Intel iA32-Prozessoren	702
	Literaturhinweise	707
	Index	709