

2 Operationen auf Dateien (2)

- Positionieren des Schreib-/Lesezeigers (*Seek*)
 - ◆ Identifikation der Datei
 - ◆ In manchen Systemen wird dieser Zeiger implizit bei Schreib- und Leseoperationen positioniert
 - ◆ Ermöglicht explizites Positionieren
- Verkürzen (*Truncate*)
 - ◆ Identifikation der Datei
 - ◆ Ab einer bestimmten Position wird der Inhalt entfernt (evtl. kann nur der Gesamtinhalt gelöscht werden)
 - ◆ Anpassung der betroffenen Attribute
- Löschen (*Delete*)
 - ◆ Identifikation der Datei
 - ◆ Entfernen der Datei aus dem Katalog und Freigabe der Plattenblocks

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc 1997-11-14 11.22

C.7

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

C.2 Kataloge

- Ein Katalog gruppiert Dateien und evtl. andere Kataloge
 - ◆ Verknüpfung mit der Benennung
 - Katalog enthält Namen und Verweise auf Dateien und andere Kataloge
z.B. *UNIX*, *MS-DOS*
 - ◆ Zusätzliche Bedingung
 - Katalog enthält Namen und Verweise auf Dateien, die einer bestimmten Zusatzbedingung gehorchen
z.B. gleiche Gruppennummer in *CP/M*
z.B. eigenschaftsorientierte und dynamische Gruppierung in *BeOS-BFS*
- Katalog erlaubt die Benennung von Dateien
 - ◆ Vermittlung zwischen externer und interner Bezeichnung
(Dateiname — Plattenblocks)

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc 1997-11-14 11.22

C.8

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Operationen auf Katalogen

- Auslesen der Einträge (*Read, Read directory*)
 - ◆ Daten des Kataloginhalts werden gelesen und meist eintragsweise zurückgegeben
- Erzeugen und Löschen der Einträge erfolgt implizit mit der zugehörigen Dateioperation
- Erzeugen und Löschen von Katalogen (*Create and Delete Directory*)

2 Attribute von Katalogen

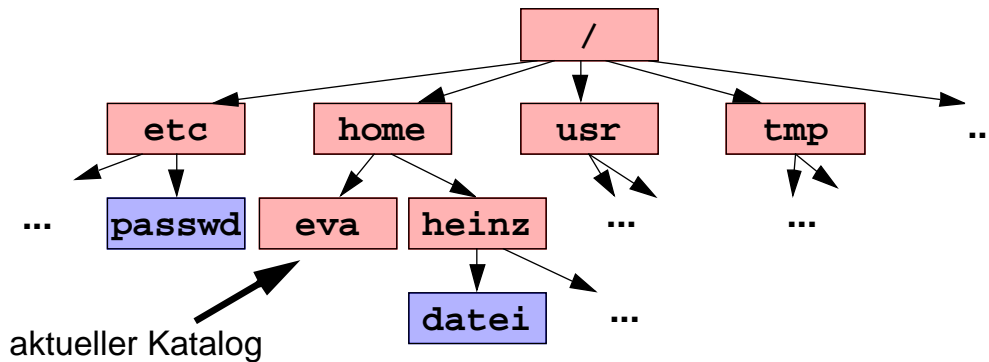
- Die meisten Dateiattribute treffen auch für Kataloge zu
 - ◆ Name, Ortsinformationen, Größe, Zeitstempel, Rechte, Eigentümer

C.3 Beispiel: UNIX (Sun-UFS)

- Datei
 - ◆ einfache, unstrukturierte Folge von Bytes
 - ◆ beliebiger Inhalt; für das Betriebssystem ist der Inhalt transparent
 - ◆ dynamisch erweiterbar
 - ◆ Zugriffsrechte: lesbar, schreibbar, ausführbar
- Katalog
 - ◆ baumförmig strukturiert
 - Knoten des Baums sind Kataloge
 - Blätter des Baums sind Verweise auf Dateien (*Links*)
 - ◆ jedem UNIX Prozeß ist zu jeder Zeit ein aktueller Katalog (*Current working directory*) zugeordnet
 - ◆ Zugriffsrechte: lesbar, schreibbar, durchsuchbar, „nur“ erweiterbar

1 Pfadnamen

■ Baumstruktur

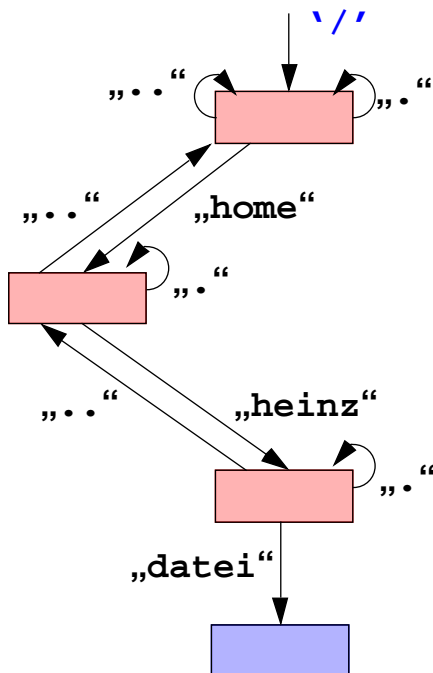


■ Pfade

- ◆ z.B. „/home/heinz/datei“, „/tmp“, „../heinz/datei“
- ◆ „/“ ist Trennsymbol (*Slash*); beginnender „/“ bezeichnet Wurzelkatalog; sonst Beginn implizit mit dem aktuellem Katalog

1 Pfadnamen (2)

■ Eigentliche Baumstruktur



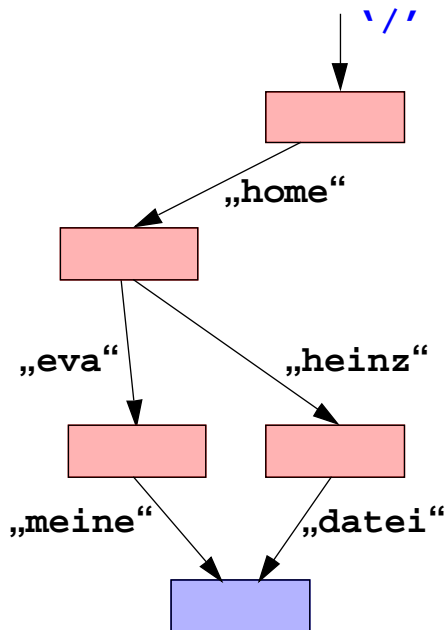
- ▲ benannt sind nicht Dateien und Kataloge, sondern die Verbindungen zwischen ihnen

- ◆ Kataloge und Dateien können auf verschiedenen Pfaden erreichbar sein
z.B. ../heinz/datei und /home/heinz/datei
- ◆ Jeder Katalog enthält einen Verweis auf sich selbst („..“) und einen Verweis auf den darüberliegenden Katalog im Baum („../“)

1 Pfadnamen (3)

■ Links (*Hard links*)

- ◆ Dateien können mehrere auf sich zeigende Verweise besitzen, sogenannte Hard links (nicht jedoch Kataloge)

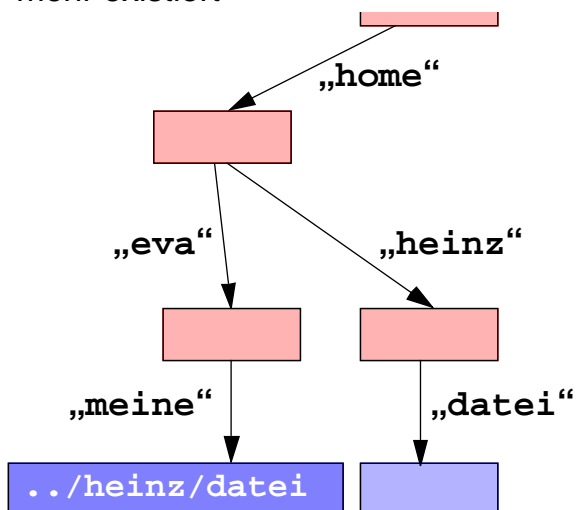


- ◆ Die Datei hat zwei Einträge in verschiedenen Katalogen, die völlig gleichwertig sind:
`/home/eva/meine`
`/home/heinz/datei`
- ◆ Datei wird erst gelöscht, wenn letzter Link gekappt wird.

1 Pfadnamen (4)

■ Symbolische Namen (*Symbolic links*)

- ◆ Verweise auf einen anderen Pfadnamen (sowohl auf Dateien als auch Kataloge)
- ◆ Symbolischer Name bleibt auch bestehen, wenn Datei oder Katalog nicht mehr existiert



- ◆ Symbolischer Name enthält einen neuen Pfadnamen, der vom FS interpretiert wird.

2 Eigentümer und Rechte

■ Eigentümer

- ◆ Jeder Benutzer wird durch eindeutige Nummer (UID) repräsentiert
- ◆ Ein Benutzer kann einer oder mehreren Benutzergruppen angehören, die durch eine eindeutige Nummer (GID) repräsentiert werden
- ◆ Eine Datei oder ein Katalog ist genau einem Benutzer und einer Gruppe zugeordnet

■ Rechte auf Dateien

- ◆ Lesen, Schreiben, Ausführen (nur vom Eigentümer veränderbar)
- ◆ einzeln für den Eigentümer, für Angehörige der Gruppe und für alle anderen einstellbar

■ Rechte auf Kataloge

- ◆ Lesen, Schreiben (Löschen und Anlegen von Dateien etc.), Durchsuchen
- ◆ Schreibrecht ist einschränkbar auf eigene Dateien

3 Dateien

■ Basisoperationen

◆ Öffnen einer Datei

```
int open(const char *path, int oflag, [mode_t mode] );
```

Rückgabewert ist ein Filedescriptor, mit dem alle weiteren Dateioperationen durchgeführt werden müssen.

◆ Sequentielles Lesen und Schreiben

```
int read( int fd, char *buf, int nbytes );  
int write( int fd, char *buf, int nbytes );
```

◆ Schließen der Datei

```
int close( int fd );
```

■ Fehlermeldungen

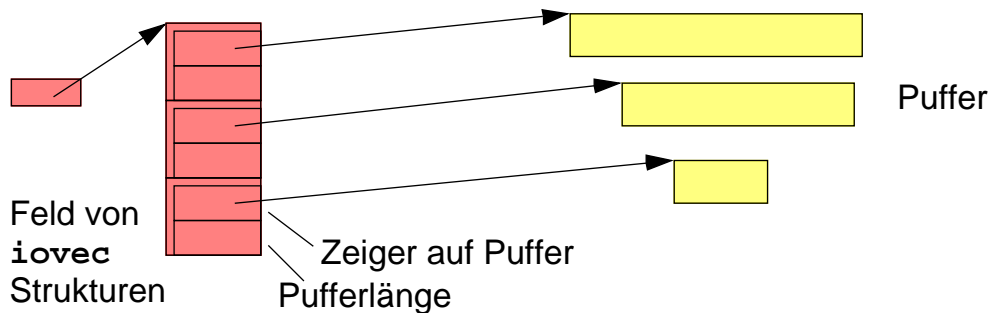
- ◆ Anzeige durch Rückgabe von -1
- ◆ Variable `errno` enthält Fehlercode

3 Dateien (2)

■ Weitere Operationen

◆ Lesen und Schreiben in Pufferlisten

```
int readv( int fd, struct iovec *iov, int iovcnt );  
int writev( int fd, struct iovec *iov, int iovcnt );
```



◆ Positionieren des Schreib-, Lesezeigers

```
off_t lseek( int fd, off_t offset, int whence );
```

3 Dateien (3)

■ Attribute einstellen

◆ Länge

```
int truncate( char *path, off_t length );  
int ftruncate( int fd, off_t length );
```

◆ Zugriffs- und Modifikationszeiten

```
int utimes( char *path, struct timeval *tvp );
```

◆ Implizite Maskierung von Rechten

```
mode_t umask( mode_t mask );
```

◆ Eigentümer und Gruppenzugehörigkeit

```
int chown( char *path, uid_t owner, gid_t group );  
int lchown( char *path, uid_t owner, gid_t group );  
int fchown( int fd, uid_t owner, gid_t group );
```

3 Dateien (4)

◆ Zugriffsrechte

```
int chmod( const char *path, mode_t mode );  
int fchmod( int fd, mode_t mode );
```

◆ Alle Attribute abfragen

```
int stat( const char *path, struct stat *buf );  
int lstat( const char *path, struct stat *buf );  
int fstat( int fd, struct stat *buf );
```

4 Kataloge

■ Kataloge verwalten

◆ Erzeugen

```
int mkdir( const char *path, mode_t mode );
```

◆ Löschen

```
int rmdir( const char *path );
```

◆ Hard link erzeugen

```
int link( const char *existing, const char *new );
```

◆ Symbolischen Namen erzeugen

```
int symlink( const char *path, const char *new );
```

◆ Verweis/Datei löschen

```
int unlink( const char *path );
```

4 Kataloge (2)

Kataloge auslesen

- ◆ Öffnen, Lesen und Schließen wie eine normale Datei
- ◆ Interpretation der gelesenen Zeichen ist jedoch systemabhängig, daher wurde eine systemunabhängige Schnittstelle zum Lesen definiert:

```
int getdents( int fildes, struct dirent *buf,
              size_t nbyte );
```

- ◆ Zum einfacheren Umgang mit Katalogen gibt es in der Regel Bibliotheksfunktionen:

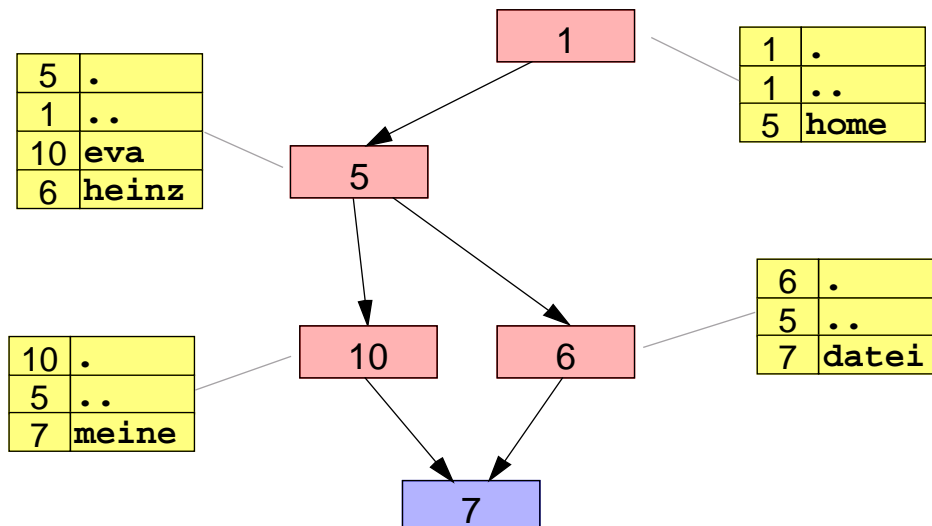
```
DIR *opendir( const char *path );
struct dirent *readdir( DIR *dirp );
int closedir( DIR *dirp );
```

Symbolische Namen auslesen

```
int readlink( const char *path, void *buf, size_t bufsiz );
```

5 Inodes

- Attribute einer Datei und Ortsinformationen über ihren Inhalt werden in sogenannten Inodes gehalten
 - ◆ Inodes werden pro Partition numeriert (*Inode number*)
- Kataloge enthalten lediglich Paare von Namen und Inode-Nummern



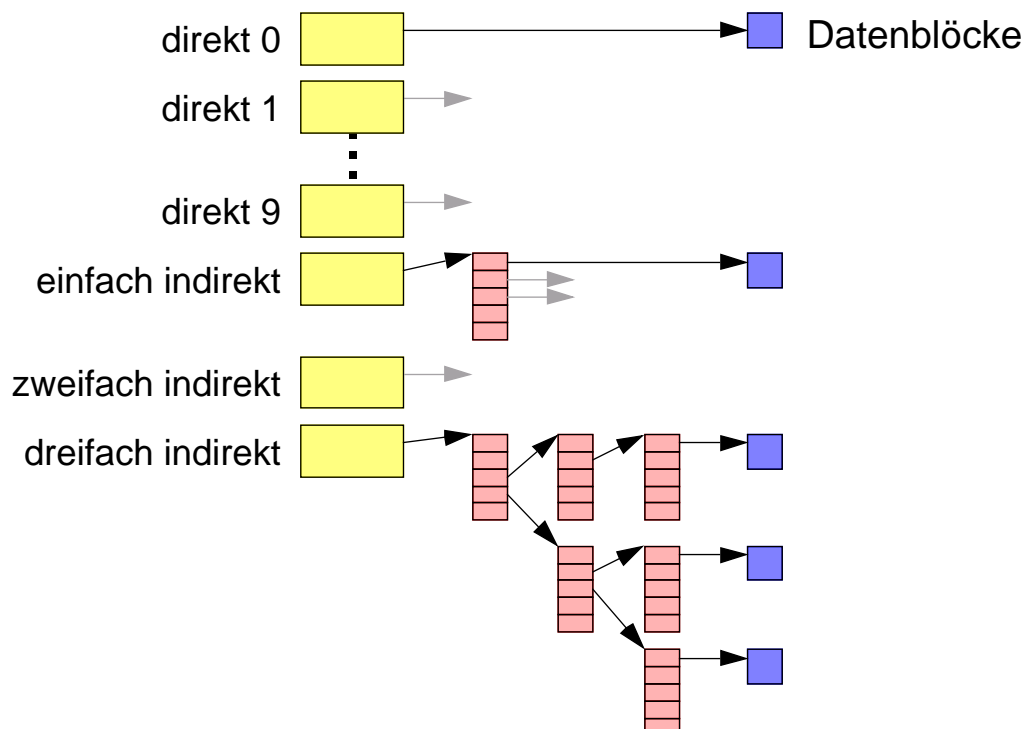
5 Inodes (2)

■ Inhalt eines Inodes

- ◆ Inodenummer
- ◆ Dateityp: Katalog, normale Datei, Spezialdatei (z.B. Gerät)
- ◆ Eigentümer und Gruppe
- ◆ Zugriffsrechte
- ◆ Zugriffszeiten: letzte Änderung (*mtime*), letzter Zugriff (*atime*), letzte Änderung des Inodes (*ctime*)
- ◆ Anzahl der Hard links auf den Inode
- ◆ Dateigröße (in Bytes)
- ◆ Adressen der Datenblöcke des Datei- oder Kataloginhalts (zehn direkt Adressen und drei indirekte)

5 Inodes (3)

■ Adressierung der Datenblöcke



6 Spezialdateien

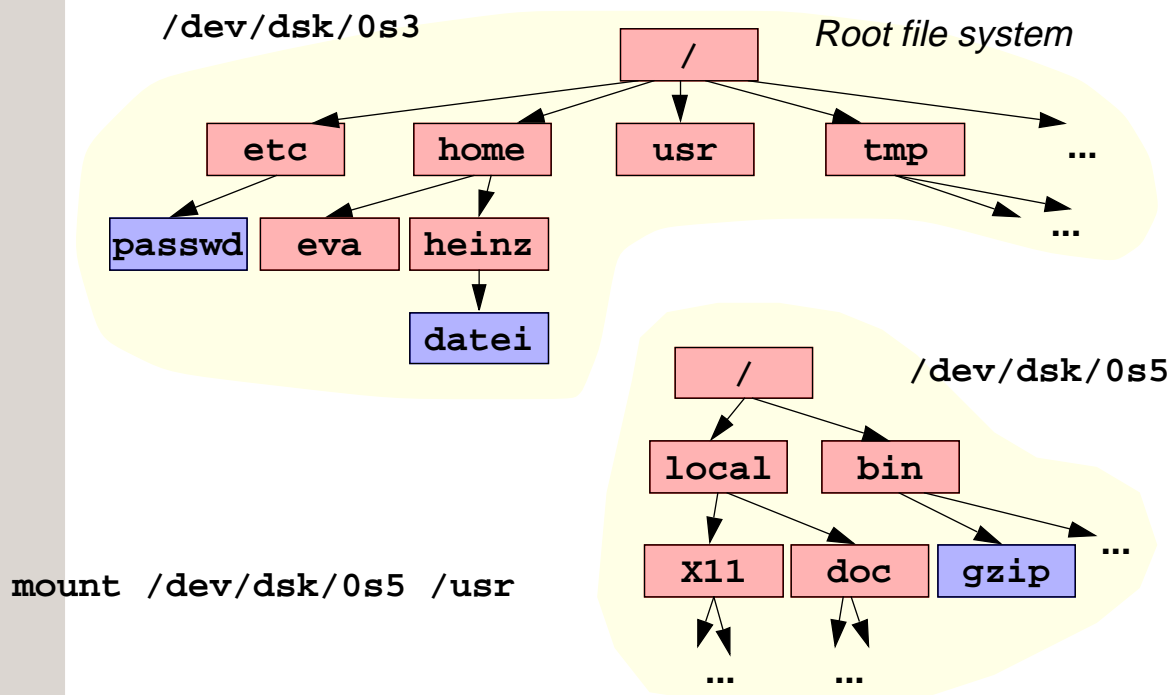
- Periphere Geräte werden als Spezialdateien repräsentiert
 - ◆ Geräte können wie Dateien mit Lese- und Schreiboperationen angesprochen werden
 - ◆ Öffnen der Spezialdateien schafft eine (evtl. exklusive) Verbindung zum Gerät, die durch einen Treiber hergestellt wird
- Blockorientierte Spezialdateien
 - ◆ Plattenlaufwerke, Bandlaufwerke, Floppy Disks, CD-ROMs
- Zeichenorientierte Spezialdateien
 - ◆ Serielle Schnittstellen, Drucker, Audiokanäle etc.
 - ◆ blockorientierte Geräte haben meist auch eine zusätzliche zeichenorientierte Repräsentation

7 Montieren des Dateibaums

- Der UNIX-Dateibaum kann aus mehreren Partitionen zusammenmontiert werden
 - ◆ Partition wird Dateisystem genannt (*File system*)
 - ◆ wird durch blockorientierte Spezialdatei repräsentiert (z.B. `/dev/dsk/0s3`)
 - ◆ Das Montieren wird *Mounten* genannt
 - ◆ Ausgezeichnetes Dateisystem ist das *Root file system*, dessen Wurzelkatalog gleichzeitig Wurzelkatalog des Gesamtsystems ist
 - ◆ Andere Dateisysteme können mit dem Befehl `mount` in das bestehende System hineinmontiert werden

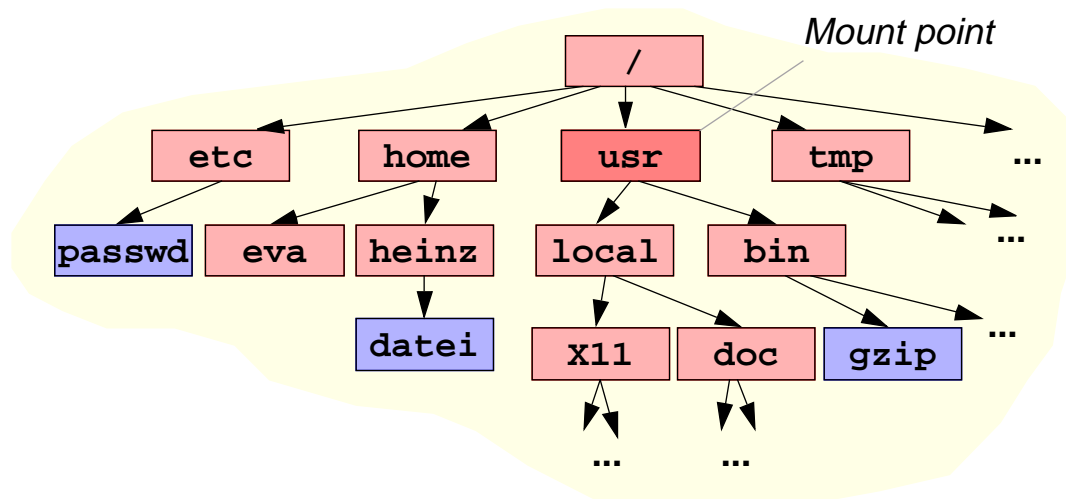
7 Montieren des Dateibaums (2)

■ Beispiel



7 Montieren des Dateibaums (2)

■ Beispiel nach Ausführung des Montierbefehls



C.4 Beispiel: Windows 95 (PM/FAT)

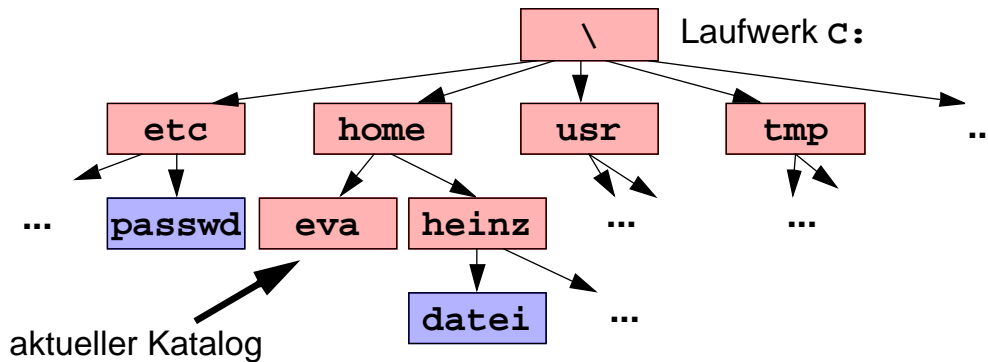
- PM/FAT = Protected mode/File allocation table
 - ◆ MS-DOS-kompatibles Dateisystem
- Datei
 - ◆ einfache, unstrukturierte Folge von Bytes
 - ◆ beliebiger Inhalt; für das Betriebssystem ist der Inhalt transparent
 - ◆ dynamisch erweiterbar
 - ◆ Zugriffsrechte: lesbar, schreib- und lesebar

C.4 Beispiel: Windows 95 (PM/FAT) (2)

- Katalog
 - ◆ baumförmig strukturiert
 - Knoten des Baums sind Kataloge
 - Blätter des Baums sind Dateien
 - ◆ jedem Windows Programm ist zu jeder Zeit ein aktuelles Laufwerk und ein aktueller Katalog pro Laufwerk zugeordnet
 - ◆ Zugriffsrechte: lesbar, schreib- und lesbar
- Partitionen heißen Laufwerke
 - ◆ Sie werden durch einen Buchstaben dargestellt (z.B. c:)

1 Pfadnamen

■ Baumstruktur



■ Pfade

- ◆ z.B. „C:\home\heinz\datei“, „\tmp“, „C:..\heinz\datei“
- ◆ „\“ ist Trennsymbol (*Backslash*); beginnender „\“ bezeichnet Wurzelkatalog; sonst Beginn implizit mit dem aktuellen Katalog
- ◆ beginnt der Pfad ohne Laufwerksbuchstabe wird das aktuelle Laufwerk verwendet

1 Pfadnamen (2)

■ Namenskonvention

- ◆ Kompatibilitätsmodus: 8 Zeichen Name, 3 Zeichen Erweiterung (z.B. **AUTOEXEC.BAT**)
- ◆ Sonst: 255 Zeichen inklusive Sonderzeichen (z.B. „**Eigene Programme**“)

■ Kataloge

- ◆ Jeder Katalog enthält einen Verweis auf sich selbst („.“) und einen Verweis auf den darüberliegenden Katalog im Baum („..“)
(Ausnahme Wurzelkatalog)
- ◆ keine Hard links oder symbolischen Namen

2 Rechte

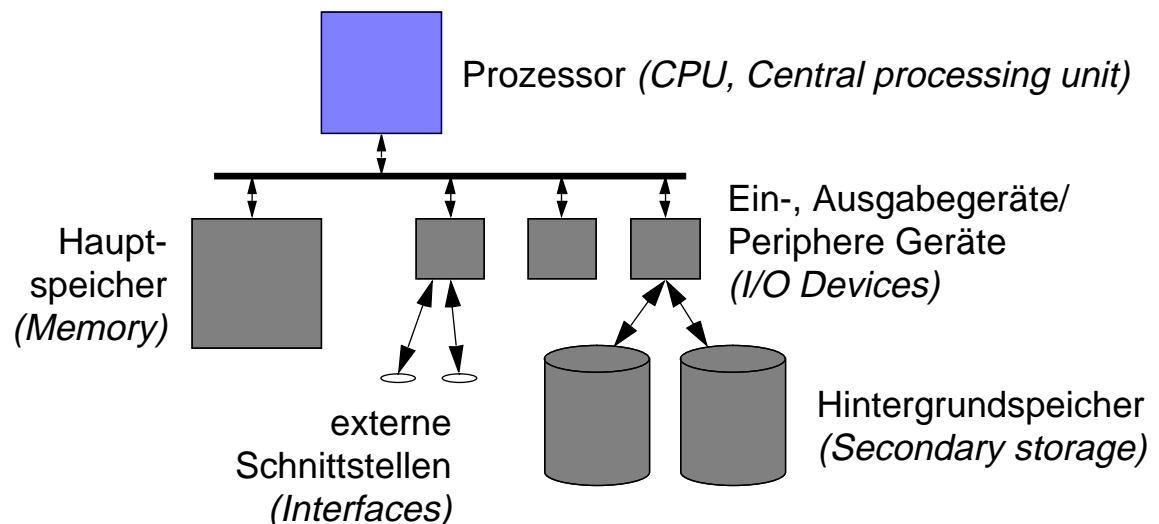
- Rechte pro Datei und Katalog
 - ◆ schreib- und lesbar — nur lesbar (*read only*)
- Keine Benutzeridentifikation
 - ◆ Rechte garantieren keinen Schutz, da veränderbar

3 Dateien

- Attribute
 - ◆ Name, Dateilänge
 - ◆ Attribute: versteckt (*hidden*), archiviert (*Archive*), Systemdatei (*System*)
 - ◆ Rechte
 - ◆ Ortsinformation: Nummer des ersten Plattenblocks
 - ◆ Zeitstempel: Erzeugung, letzter Schreib- und Lesezugriff

D Prozesse und Nebenläufigkeit

- Einordnung



D.1 Prozessor

- Register
 - ◆ Prozessor besitzt Steuer- und Vielzweckregister
 - ◆ Steuerregister:
 - Programmzähler (*Instruction pointer*)
 - Stapelregister (*Stack pointer*)
 - Statusregister
 - etc.
- Programmzähler enthält Speicherstelle der nächsten Instruktion
 - ◆ Instruktion wird geladen und
 - ◆ ausgeführt
 - ◆ Programmzähler wird inkrementiert
 - ◆ dieser Vorgang wird ständig wiederholt

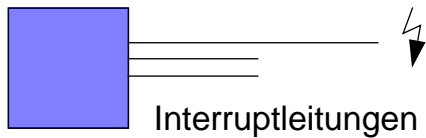
D.1 Prozessor (2)

- Beispiel für Instruktionen

```
...
0010 5510000000 movl DS:$10, %ebx
0015 5614000000 movl DS:$14, %eax
001a 8a          addl %eax, %ebx
001b 5a18000000 movl %ebx, DS:$18
...
```
- Prozessor arbeitet in einem bestimmten Modus
 - ◆ Benutzermodus: eingeschränkter Befehlssatz
 - ◆ privilegierter Modus: erlaubt Ausführung privilegierter Befehle
 - Konfigurationsänderungen des Prozessors
 - Moduswechsel
 - spezielle Ein-, Ausgabebefehle

D.1 Prozessor (3)

■ Unterbrechungen (*Interrupts*)



Signalisieren der Unterbrechung
(*Interrupt request; IRQ*)

- ◆ Prozessor unterbricht laufende Bearbeitung und führt eine definierte Befehlsfolge aus (vom privilegierten Modus aus konfigurierbar)
- ◆ vorher werden alle Register einschließlich Programmzähler gesichert (z.B. auf dem Stack)
- ◆ nach einer Unterbrechung kann der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt werden
- ◆ Unterbrechungen werden im privilegierten Modus bearbeitet

D.1 Prozessor (4)

■ Systemaufrufe (*Traps; User interrupts*)

- ◆ Wie kommt man kontrolliert vom Benutzermodus in den privilegierten Modus?
- ◆ spezielle Befehle zum Eintritt in den privilegierten Modus
- ◆ Prozessor schaltet in privilegierten Modus und führt definierte Befehlsfolge aus (vom privilegierten Modus aus konfigurierbar)
- ◆ solche Befehle werden dazu genutzt die Betriebssystemschnittstelle zu implementieren (*Supervisor calls*)
- ◆ Parameter werden nach einer Konvention übergeben (z.B. auf dem Stack)

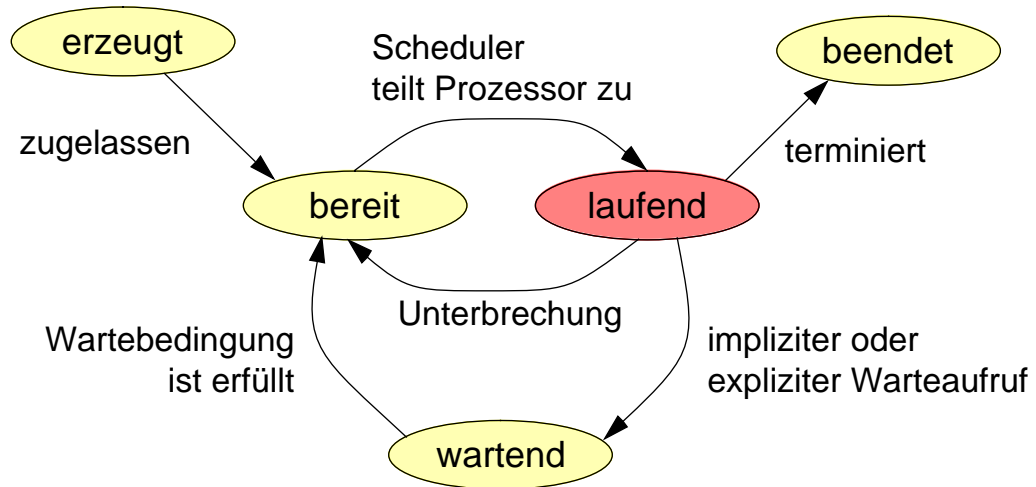
- Stapelsysteme (*Batch systems*)
 - ◆ ein Programm läuft auf dem Prozessor von Anfang bis Ende
- Heutige Systeme (*Time sharing systems*)
 - ◆ mehrere Programme laufen gleichzeitig
 - ◆ Prozessorzeit muß den Programmen zugeteilt werden
 - ◆ Programme laufen nebenläufig
- Terminologie
 - ◆ **Programm:** Folge von Anweisungen
(hinterlegt beispielsweise als Datei auf dem Hintergrundspeicher)
 - ◆ **Prozeß:** Programm, das sich in Ausführung befindet, und seine Daten
(ein Programm kann sich mehrfach in Ausführung befinden)

1 Prozeßzustände

- Ein Prozeß befindet sich üblicherweise in einem der folgenden Zustände:
 - ◆ **Erzeugt** (*New*)
Prozeß wurde erzeugt; Prozeß besitzt noch nicht alle Betriebsmittel zum Laufen
 - ◆ **Bereit** (*Ready*)
Prozeß besitzt alle nötigen Betriebsmittel und ist bereit zum Laufen
 - ◆ **Laufend** (*Running*)
Prozeß wird vom realen Prozessor ausgeführt
 - ◆ **Blockiert/Wartend** (*Blocked/Waiting*)
Prozeß wartet auf ein Ereignis (z.B. Fertigstellung einer Ein- oder Ausgabeoperation, Zuteilung eines Betriebsmittels, Empfang einer Nachricht)
 - ◆ **Beendet** (*Terminated*)
Prozeß ist beendet; einige Betriebsmittel sind jedoch noch nicht freigegeben oder Prozeß muß aus anderen Gründen im System verbleiben

1 Prozeßzustände (2)

■ Zustandsdiagramm



Nach Silberschatz, 1994

- ◆ Scheduler ist der Teil des Betriebssystems, der die Zuteilung des realen Prozessors vornimmt.

SP I

Systemprogrammierung I
© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

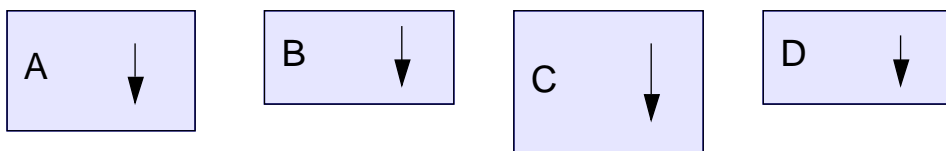
D-Proc.doc 1997-11-14 11.21

D.8

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Prozeßwechsel

■ Konzeptionelles Modell



vier Prozesse mit eigenständigen Befehlszählern

■ Umschaltung (*Context switch*)

- ◆ Sichern der Register des laufenden Prozesses inkl. Programmzähler (Kontext),
- ◆ Auswahl des neuen Prozesses,
- ◆ Ablaufumgebung des neuen Prozesses herstellen (z.B. Speicherabbildung, etc.),
- ◆ Gesicherte Register laden und
- ◆ Prozessor aufsetzen.

SP I

Systemprogrammierung I
© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

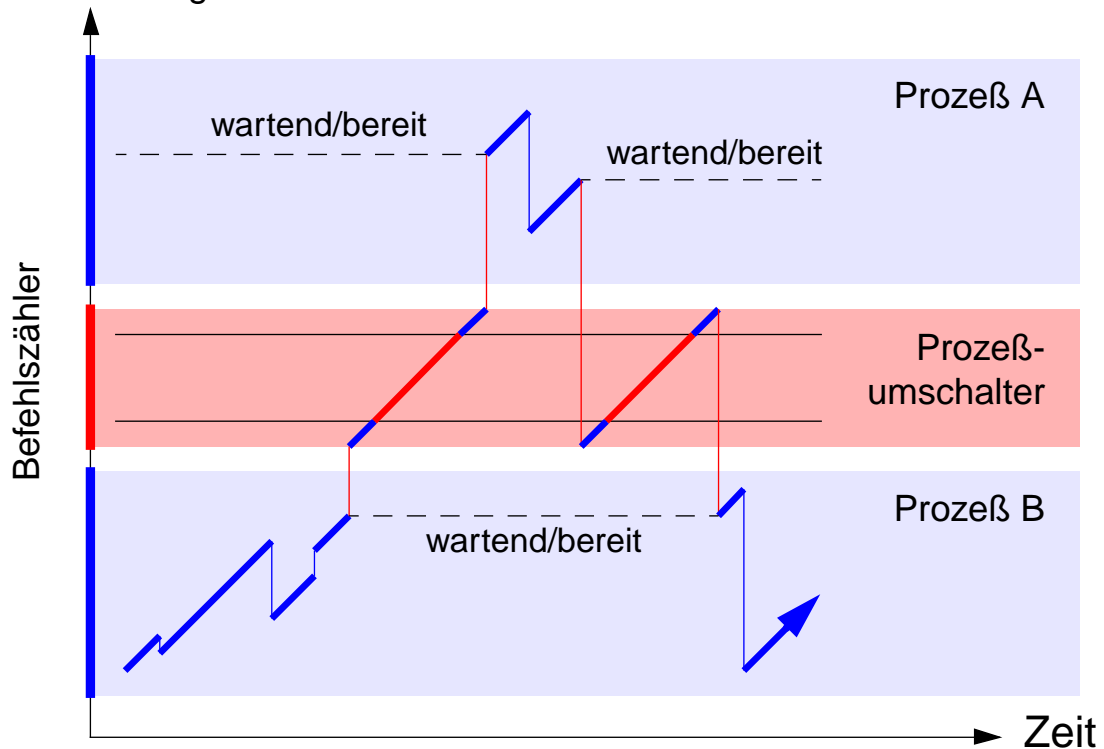
D-Proc.doc 1997-11-14 11.21

D.9

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Prozeßwechsel (2)

■ Umschaltung



SP I

Systemprogrammierung I
© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

D-Proc.doc 1997-11-14 11.21

D.10

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Prozeßwechsel (3)

■ Prozeßkontrollblock (*Process control block; PCB*)

◆ Datenstruktur, die alle nötigen Daten für einen Prozeß hält.

Beispielsweise in UNIX:

- Prozeßnummer (*PID*)
- verbrauchte Rechenzeit
- Erzeugungszeitpunkt
- Kontext (Register etc.)
- Speicherabbildung
- Eigentümer (*UID, GID*)
- Wurzelkatalog, aktueller Katalog
- offene Dateien
- ...

SP I

Systemprogrammierung I
© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

D-Proc.doc 1997-11-14 11.21

D.11

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Prozeßwechsel (4)

■ Prozeßwechsel unter Kontrolle des Betriebssystems

◆ Mögliche Eingriffspunkte:

- Systemaufrufe
- Unterbrechungen

◆ Wechsel nach/in Systemaufrufen

- Warten auf Ereignisse
(z.B. Zeitpunkt, Nachricht, Lesen eines Plattenblock)
- Terminieren des Prozesses

◆ Wechsel nach Unterbrechungen

- Ablauf einer Zeitscheibe
- bevorzugter Prozeß wurde laufbereit

■ Auswahlstrategie zur Wahl des nächsten Prozesses

◆ Scheduler-Komponente

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

D-Proc.doc 1997-11-14 11.21

D.12

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Operationen auf Prozessen (Solaris)

■ Typische Operationen eines UNIX Betriebssystems

◆ Erzeugen eines neuen Prozesses (dupliziert den gerade laufenden Prozeß)

```
pid_t fork( void );
```

```
pid_t p;                                Vater
...
p= fork();
if( p == (pid_t)0 ) {
    /* child */
    ...
} else if( p != (pid_t)-1 ) {
    /* parent */
    ...
} else {
    /* error */
    ...
}
```

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

D-Proc.doc 1997-11-14 11.21

D.13

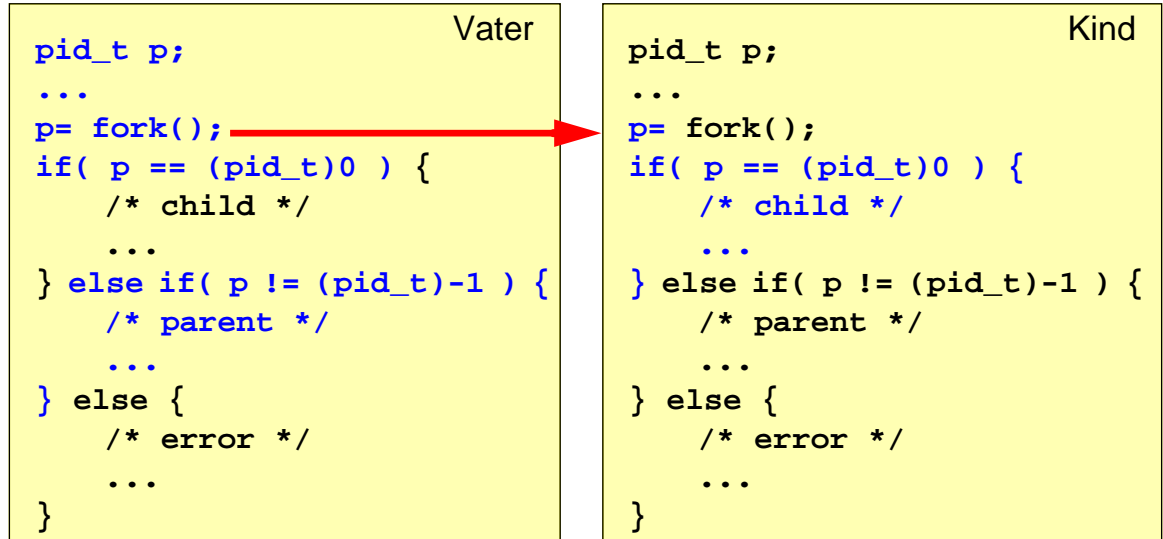
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Operationen auf Prozessen (Solaris)

■ Typische Operationen eines UNIX Betriebssystems

- ◆ Erzeugen eines neuen Prozesses (dupliziert den gerade laufenden Prozeß)

```
pid_t fork( void );
```



3 Operationen auf Prozessen (2)

- ◆ Ausführen eines Programms

```
int execve( const char *path, char *const argv[],
            char *const envp[] );
```

- ◆ Prozeß beenden

```
void _exit( int status );
[ void exit( int status ); ]
```

- ◆ Prozeßidentifikator

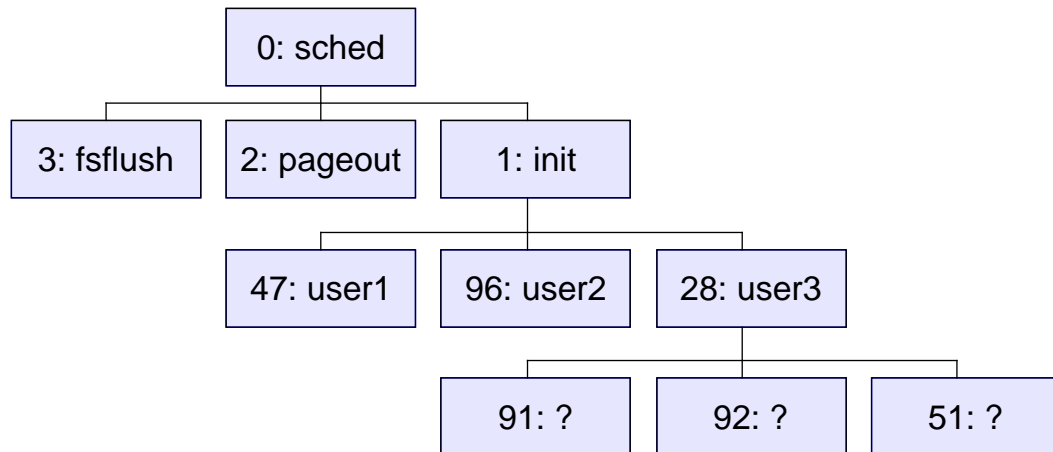
```
pid_t getpid( void );    /* eigene PID */
pid_t getppid( void );  /* PID des Vaterprozesses */
```

- ◆ Warten auf Beendigung eines Kindprozesses

```
pid_t wait( int *statusp );
```

4 Prozeßhierarchie (Solaris)

- Hierarchie wird durch Vater-Kind-Beziehung erzeugt



Frei nach Silberschatz 1994

- ◆ Nur der Vater kann auf das Kind warten
- ◆ Init-Prozeß adoptiert verwaiste Kinder

5 Aktivitätsträger (Threads)

- Thread als leichtgewichtiger Prozeß (*Leight weight process, LWP*)
 - ◆ keine eigene Speicherabbildung
 - ◆ mehrere Threads teilen sich einen Speicherbereich und arbeiten im gleichen Instruktionen- und Datenbereich
 - ◆ Gruppe von Threads einschließlich ihrer Speicherabbildung wird oft als *Task* bezeichnet
- ★ Ein Prozeß ist ein Task mit einem Thread
- Implementierungen von Threads
 - ◆ User-level threads
 - ◆ Kernel-level threads

5 Aktivitätsträger (2)

■ User-level threads

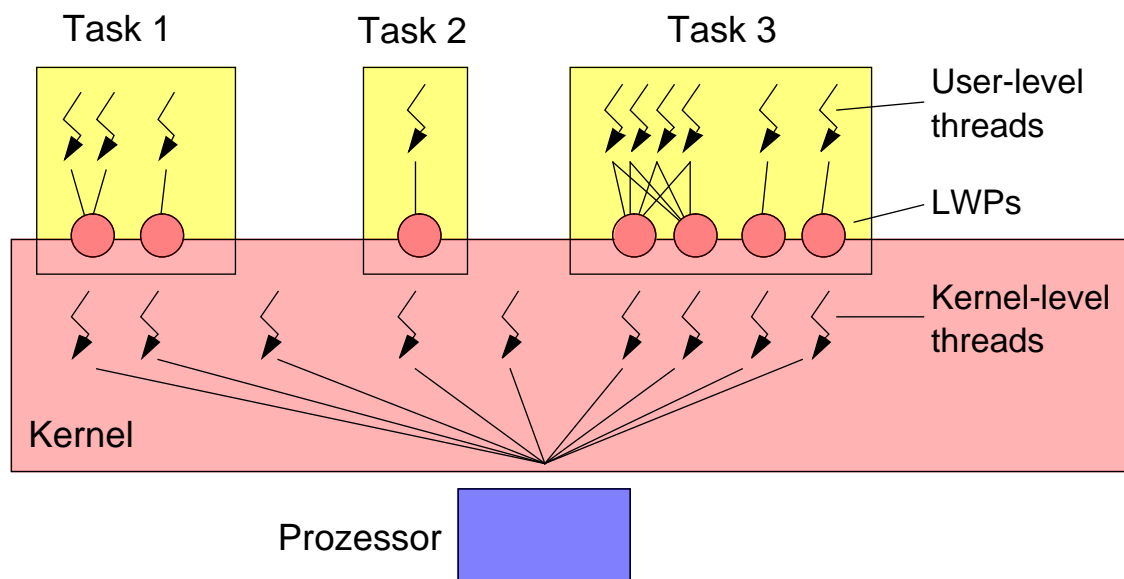
- ◆ Instruktionen im Anwendungsprogramm schalten zwischen den Threads hin- und her (ähnlich wie der Scheduler im Betriebssystem)
- ◆ Betriebssystem sieht nur einen Thread
 - keine Systemaufrufe zum Umschalten erforderlich
 - effiziente Umschaltung
- ◆ Bei blockierenden Systemaufrufen bleiben alle User-level threads stehen

■ Kernel-level threads

- ◆ Betriebssystem schaltet Threads um
 - weniger effizientes Umschalten
- ◆ Kein Blockieren unbeteiligter Threads bei blockierenden Systemaufrufen
- ◆ Fairneßverhalten nötig (zwischen Prozeß und Task mit vielen Threads)

6 Beispiel: LWPs und Threads (Solaris)

■ Solaris kennt Kernel- und User-level threads



Nach Silberschatz, 1994

D.3 Auswahlstrategien

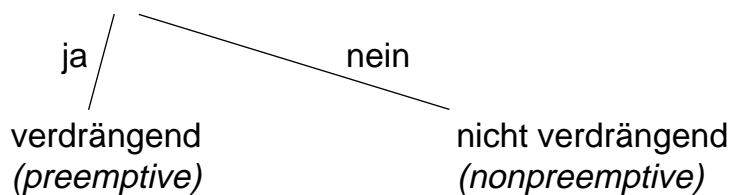
■ Strategien zur Auswahl des nächsten Prozesses (*Scheduling strategies*)

◆ Mögliche Stellen zum Treffen von Schedulingentscheidungen

1. Prozeß wechselt vom Zustand „laufend“ zum Zustand „wartend“ (z.B. Ein-, Ausgabeoperation)
2. Prozeß wechselt von „laufend“ nach „bereit“ (z.B. bei einer Unterbrechung des Prozessors)
3. Prozeß wechselt von „wartend“ nach „bereit“
4. Prozeß terminiert

◆ Keine Wahl bei 1. und 4.

◆ Wahl bei 2. und 3.

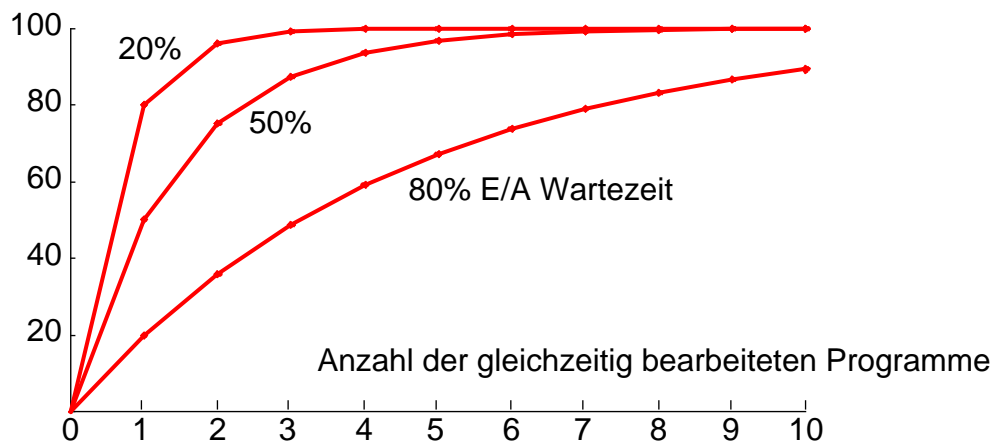


D.3 Auswahlstrategien (2)

■ CPU Auslastung

◆ CPU soll möglichst vollständig ausgelastet sein

★ CPU-Nutzung in Prozent, abhängig von der Anzahl der Programme und deren prozentualer Wartezeit



Nach Tanenbaum, 1995