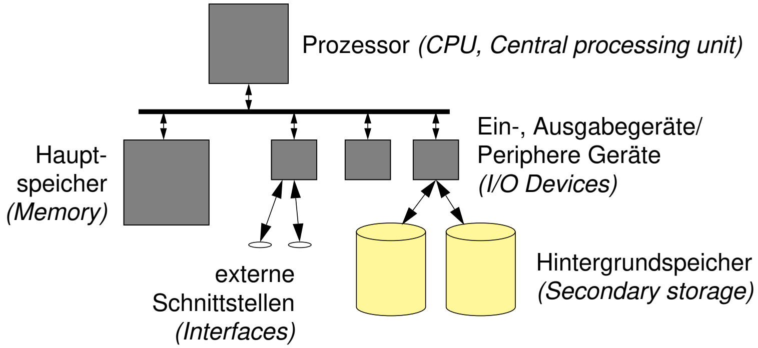
E Dateisysteme

E.1 Allgemeine Konzepte

- Einordnung

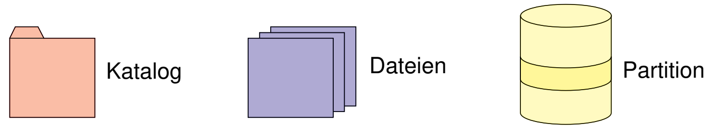


E.1 Allgemeine Konzepte (2)

- Dateisysteme speichern Daten und Programme persistent in Dateien
  - ◆ Betriebssystemabstraktion zur Nutzung von Hintergrundspeichern (z.B. Platten, CD-ROM, Floppy Disk, Bandlaufwerke)
    - Benutzer muß sich nicht um die Ansteuerungen verschiedener Speichermedien kümmern
    - einheitliche Sicht auf den Sekundärspeicher
- Dateisysteme bestehen aus
  - ◆ Dateien *(Files)*
  - ◆ Katalogen *(Directories)*
  - ◆ Partitionen *(Partitions)*

E.1 Allgemeine Konzepte (3)

- Datei
  - ◆ speichert Daten oder Programme
- Katalog / Verzeichnis
  - ◆ erlaubt Benennung der Dateien
  - ◆ enthält Zusatzinformationen zu Dateien
- Partitionen
  - ◆ eine Menge von Katalogen und deren Dateien
  - ◆ Sie dienen zum physischen oder logischen Trennen von Dateimengen.

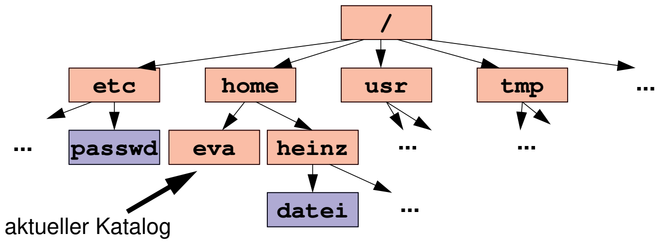


E.2 Beispiel: UNIX (Sun-UFS)

- 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

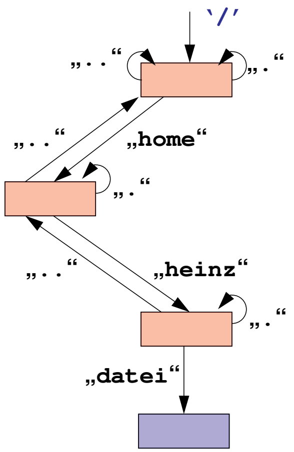
- Baumstruktur



- 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)

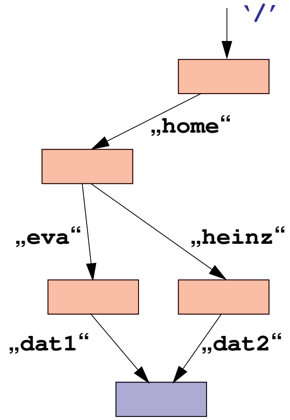
- Eigentliche Baumstruktur



▲ 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)

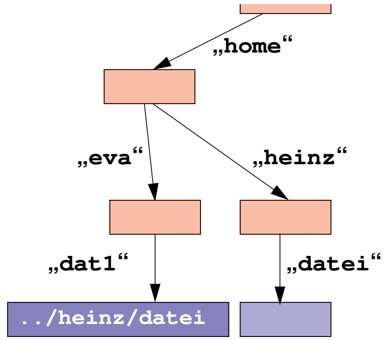
- Links *(Hard links)*
  - Dateien können können mehrere auf sie zeigende Verweise besitzen, sogenannte Hard links (nicht jedoch Kataloge)



  - Die Datei hat zwei Einträge in verschiedenen Katalogen, die völlig gleichwertig sind:
    /home/eva/dat1
    /home/heinz/dat2
  - 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
  - ◆ 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
  - ◆ Recht zum Löschen 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)

- Positionieren des Schreib-, Lesezeigers

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

- Attribut-Operationen
  - ◆ Eigentümer und Gruppenzugehörigkeit

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

  - ◆ Zugriffsrechte: `int chmod( const char *path, mode_t mode );`
  - ◆ Länge: `int truncate( char *path, off_t length );`
  - ◆ Zugriffszeiten: `int utimes( char *path, struct timeval *tvp );`
  - ◆ Implizite Maskierung von Rechten: `int umask( int mask );`
- Attribute abfragen

```
int stat( const char *path, 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 );
```


4 Kataloge (3): opendir / closedir

- Funktions-Prototyp:

```
#include <sys/types.h>
#include <dirent.h>

DIR *opendir(const char *dirname);

int closedir(DIR *dirp);
```

- Argument von opendir

  u **`dirname`**: Verzeichnisname

- Rückgabewert: Zeiger auf Datenstruktur vom Typ **`DIR`** oder **`NULL`**

4 Kataloge (4): readdir

- Funktions-Prototyp:

```
#include <sys/types.h>
#include <dirent.h>

struct dirent *readdir(DIR *dirp);
```

- Argumente

  u **`dirp`**: Zeiger auf **`DIR`**-Datenstruktur

- Rückgabewert: Zeiger auf Datenstruktur vom Typ **`struct dirent`** oder **`NULL`** wenn fertig oder Fehler (**`errno`** vorher auf 0 setzen!)

- Probleme: Der Speicher für **`struct dirent`** wird von der Bibliothek wieder verwendet!

4 Kataloge (5): struct dirent

- Definition unter Linux (/usr/include/bits/dirent.h)

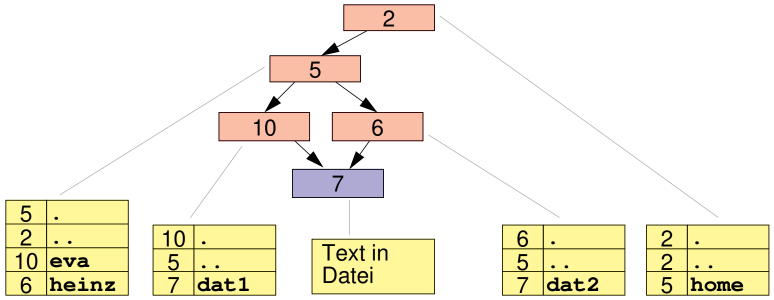
```
struct dirent {
    __ino_t d_ino;
    __off_t d_off;
    unsigned short int d_reclen;
    unsigned char d_type;
    char d_name[256];
};
```

- Definition unter Solaris (/usr/include/sys/dirent.h)

```
typedef struct dirent {
    ino_t           d_ino;
    off_t           d_off;
    unsigned short  d_reclen;
    char            d_name[1];
} dirent_t;
```

5 Inodes

- Attribute einer Datei und Ortsinformation über ihren Inhalt werden in **Inodes** gehalten
  - ◆ Inodes werden pro Partition numeriert *(Inode number)*
- Kataloge enthalten lediglich Paare von Namen und Inode-Nummern
  - ◆ Kataloge bilden einen hierarchischen Namensraum über einem eigentlich flachen Namensraum (durchnumerierte Dateien)

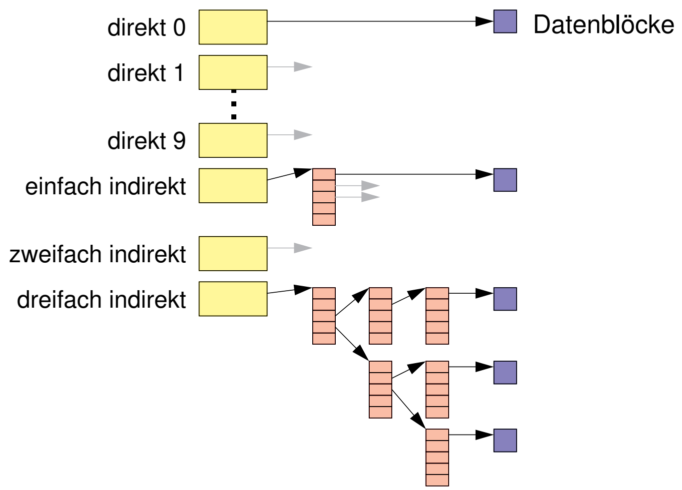


5 Inodes (2)

- Inhalt eins Inode
  - ◆ Dateityp: Katalog, normale Datei, Spezialdatei (z.B. Gerät)
  - ◆ Eigentümer und Gruppe
  - ◆ Zugriffsrechte
  - ◆ Zugriffszeiten: letzte Änderung *(mtime)*, letzer 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

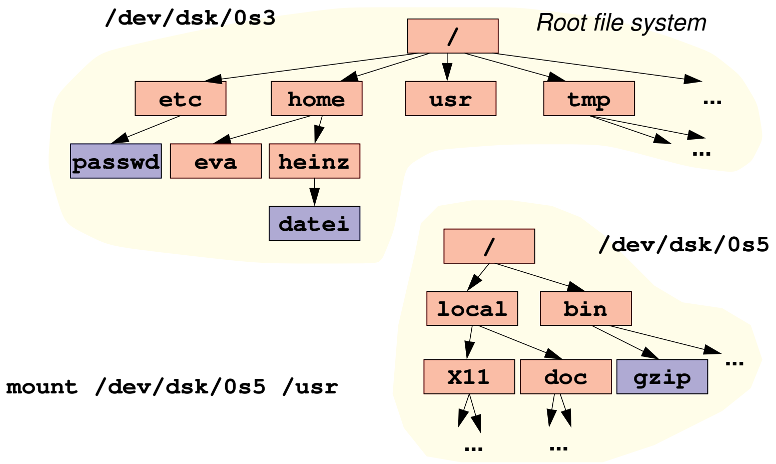
- Periphere Geräte werden als Spezialdateien repräsentiert
  - ◆ Geräte können wie Dateien mit Lese- und Schreiboperationen angesprochen werden
  - ◆ Öffnen der Spezialdateien schafft eine (evt. exklusive) Verbindung zum Gerät, die durch einen Treiber hergestellt wird
- Blockorientierte Spezialdateien
  - ◆ 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