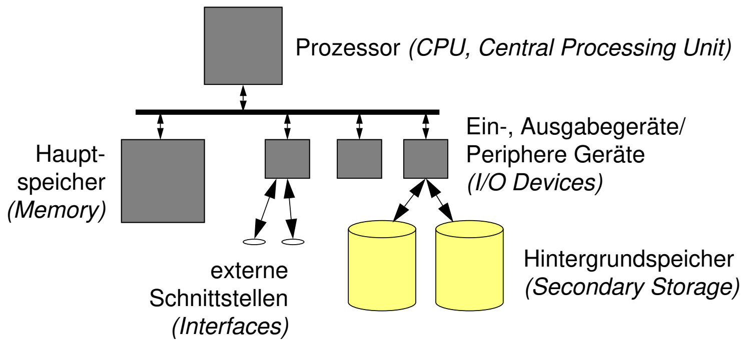
C Dateisysteme

C Dateisysteme

- Einordnung

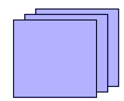


C Dateisysteme (2)

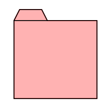
- Dateisysteme speichern Daten und Programme persistent in Dateien
  - Betriebssystemabstraktion zur Nutzung von Hintergrundspeichern (z.B. Platten, CD-ROM, Floppy Disk, Bandlaufwerke)
    - Benutzer muss sich nicht um die Ansteuerungen verschiedener Speichermedien kümmern
    - einheitliche Sicht auf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

C Dateisysteme (3)

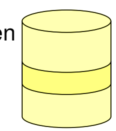
- Datei
  - speichert Daten oder Programme



- Verzeichnis
  - fasst Dateien (u. Verzeichnisse) zusammen
  - erlaubt Benennung der Dateien
  - enthält Zusatzinformationen zu Dateien



- Partitionen
  - eine Menge von Verzeichnissen und deren Dateien
  - Sie dienen zum physischen oder logischen Trennen von Dateimengen.
    - *physisch:* Festplatte, Diskette
    - *logisch:* Teilbereich auf Platte oder CD



1 Dateien

- Kleinste Einheit, in der etwas auf den Hintergrundspeicher geschrieben werden kann.

1.1 Dateiattribute

- *Name* — Symbolischer Name, vom Benutzer les- und interpretierbar
  - z.B. **`AUTOEXEC.BAT`**
- *Typ* — Für Dateisysteme, die verschiedene Dateitypen unterscheiden
  - z.B. sequenzielle Datei, zeichenorientierte Datei, satzorientierte Datei
- *Ortsinformation* — Wo werden die Daten physisch gespeichert?
  - Gerätenummer, Nummern der Plattenblocks

1.1 Dateiattribute (2)

- *Größe* — Länge der Datei in Größeneinheiten (z.B. Bytes, Blöcke, Sätze)
  - steht in engem Zusammenhang mit der Ortsinformation
  - wird zum Prüfen der Dateigrenzen z.B. beim Lesen benötigt
- *Zeitstempel* — z.B. Zeit und Datum der Erstellung, letzten Änderung
  - unterstützt Backup, Entwicklungswerkzeuge, Benutzerüberwachung etc.
- *Rechte* — Zugriffsrechte, z.B. Lese-, Schreibberechtigung
  - z.B. nur für den Eigentümer schreibbar, für alle anderen nur lesbar
- *Eigentümer* — Identifikation des Eigentümers
  - eventuell eng mit den Rechten verknüpft
  - Zuordnung beim Accounting (Abrechnung des Plattenplatzes)

1.2 Operationen auf Dateien

- Erzeugen *(Create)*
  - Nötiger Speicherplatz wird angefordert.
  - Verzeichniseintrag wird erstellt.
  - Initiale Attribute werden gespeichert.
- Schreiben *(Write)*
  - Identifikation der Datei
  - Daten werden auf Platte transferiert.
  - eventuelle Anpassung der Attribute, z.B. Länge
- Lesen *(Read)*
  - Identifikation der Datei
  - Daten werden von Platte gelesen.

1.2 Operationen auf Dateien (2)

- Positionieren des Schreib-/Lesezeigers *(Seek)*
  - Identifikation der Datei
  - In vielen 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

2 Verzeichnisse / Kataloge

- Ein Verzeichnis gruppiert Dateien und evtl. andere Verzeichnisse
- Gruppierungsalternativen:
  - ◆ Verknüpfung mit der Benennung
    - Verzeichnis enthält Namen und Verweise auf Dateien und andere Verzeichnisse, z.B. *UNIX, MS-DOS*
  - ◆ Gruppierung über Bedingung
    - Verzeichnis enthält Namen und Verweise auf Dateien, die einer bestimmten Bedingung gehorchen
      z.B. gleiche Gruppennummer in *CP/M*
      z.B. eigenschaftsorientierte und dynamische Gruppierung in *BeOS-BFS*
- Verzeichnis ermöglicht das Auffinden von Dateien
  - ◆ Vermittlung zwischen externer und interner Bezeichnung (Dateiname — Plattenblöcken)

2.1 Operationen auf Verzeichnissen

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

2.2 Attribute von Verzeichnissen

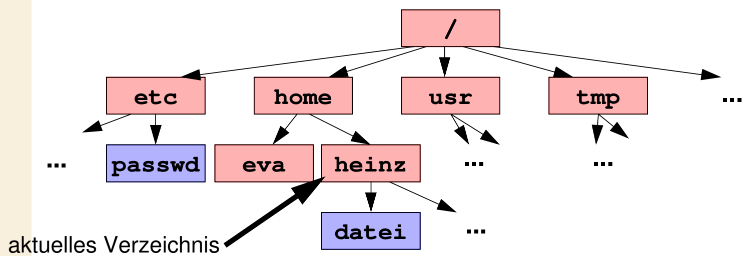
- Die meisten Dateiattribute treffen auch für Verzeichnisse zu
  - ◆ Name, Ortsinformationen, Größe, Zeitstempel, Rechte, Eigentümer

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
- Verzeichnis
  - ◆ baumförmig strukturiert
    - Knoten des Baums sind Verzeichnisse
    - Blätter des Baums sind Verweise auf Dateien *(Links)*
  - ◆ jedem UNIX-Prozess ist zu jeder Zeit ein aktuelles Verzeichnis *(Current Working Directory)* zugeordnet
  - ◆ Zugriffsrechte: lesbar, schreibbar, durchsuchbar, „nur“ erweiterbar

3.1 Pfadnamen

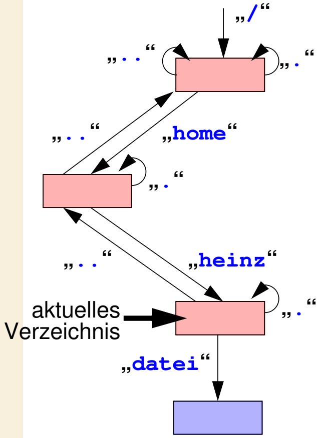
- Baumstruktur



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

3.1 Pfadnamen (2)

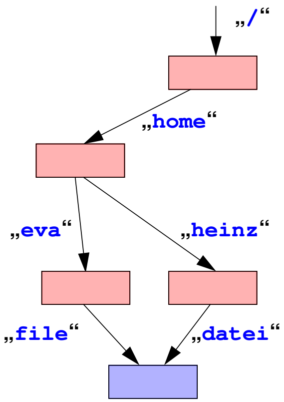
- Eigentliche Baumstruktur



- ▲ benannt sind nicht Dateien und Verzeichnisse, sondern die Verbindungen zwischen ihnen
  - ◆ Verzeichnisse und Dateien können auf verschiedenen Pfaden erreichbar sein
    z.B. **`../heinz/datei`** und
    `/home/heinz/datei`
  - ◆ Jedes Verzeichnis enthält einen Verweis auf sich selbst („`.`“) und einen Verweis auf das darüberliegende Verzeichnis im Baum („`..`“)

3.1 Pfadnamen (3)

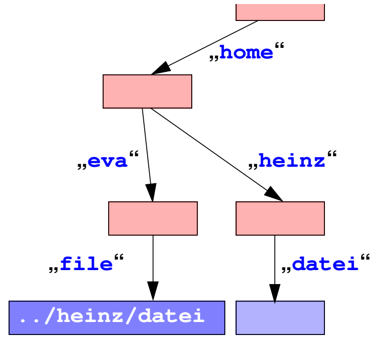
- Links *(Hard Links)*
  - ◆ Dateien können mehrere auf sich zeigende Verweise besitzen, sogenannte Hard-Links (nicht jedoch Verzeichnisse)



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

3.1 Pfadnamen (4)

- Symbolische Namen *(Symbolic Links)*
  - ◆ Verweise auf einen anderen Pfadnamen (sowohl auf Dateien als auch Verzeichnisse)
  - ◆ Symbolischer Name bleibt auch bestehen, wenn Datei oder Verzeichnis nicht mehr existiert



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

3.2 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 Verzeichnis 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 Verzeichnissen
  - ◆ Lesen, Schreiben (Löschen u. Anlegen von Dateien etc.), Durchgangsrecht
  - ◆ Schreibrecht ist einschränkbar auf eigene Dateien („nur erweiterbarer“)

3.3 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.
  - Filedescriptor ist nur prozesslokal gültig.

  - ◆ Sequentielles Lesen und Schreiben

```
ssize_t read( int fd, void *buf, size_t nbytes );
```

Gibt die Anzahl gelesener Zeichen zurück

```
ssize_t write( int fd, void *buf, size_t nbytes );
```

Gibt die Anzahl geschriebener Zeichen zurück

3.3 Dateien (2)

- Basisoperationen (2)
  - ◆ Schließen der Datei

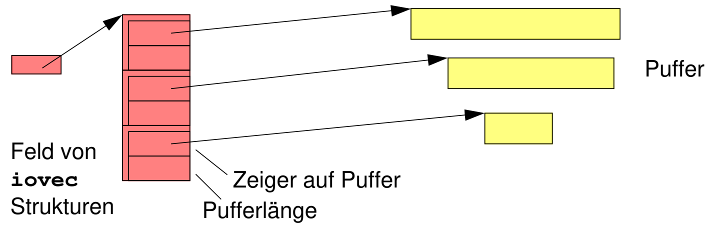
```
int close( int fd );
```

- Fehlermeldungen
  - ◆ Anzeige durch Rückgabe von `-1`
  - ◆ Variable `int errno` enthält Fehlercode
  - ◆ Funktion `perror("")` druckt Fehlermeldung bzgl. `errno` auf die Standard-Ausgabe

3.3 Dateien (2)

- Weitere Operationen
  - ◆ Lesen und Schreiben in Pufferlisten

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



  - ◆ Positionieren des Schreib-, Lesezeigers

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


3.3 Dateien (3)

- Attribute einstellen
  - ◆ Länge

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

  - ◆ Zugriffs- und Modifikationszeiten

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

  - ◆ Implizite Maskierung von Rechten

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

  - ◆ Eigentümer und Gruppenzugehörigkeit

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

3.3 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 );
```

Alle Attribute von **`path`** ermitteln (folgt symbolischen Links)

```
int lstat( const char *path, sturct stat *buf );
```

Wie **`stat`**, folgt aber symbolischen Links nicht

```
int fstat( int fd, struct stat *buf );
```

Wie **`stat`**, aber auf offene Datei

3.4 Verzeichnis

■ Verzeichnisse 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 );
```


3.4 Verzeichnisse (2)

■ Verzeichnisse 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 Bibliotheksfunktionen:

```
DIR *opendir( const char *path );
struct dirent *readdir( DIR *dirp );
int closedir( DIR *dirp );
long telldir( DIR *dirp );
void seekdir( DIR *dirp, long loc );
```

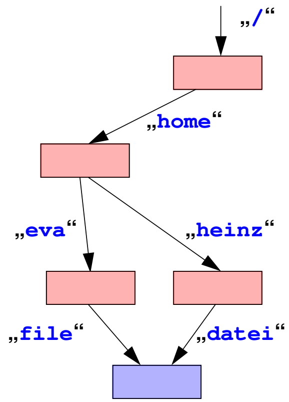
■ Symbolische Namen auslesen

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


3.5 Inodes

■ Attribute einer Datei und Ortsinformationen über ihren Inhalt werden in sogenannten Inodes gehalten

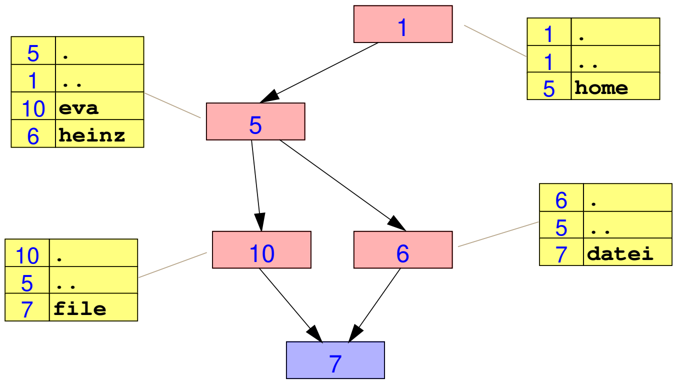
◆ Inodes werden pro Partition nummeriert *(Inode Number)*



logischer Dateibaum

3.5 Inodes (2)

- Verzeichnisse enthalten lediglich Paare von Namen und Inode-Nummern



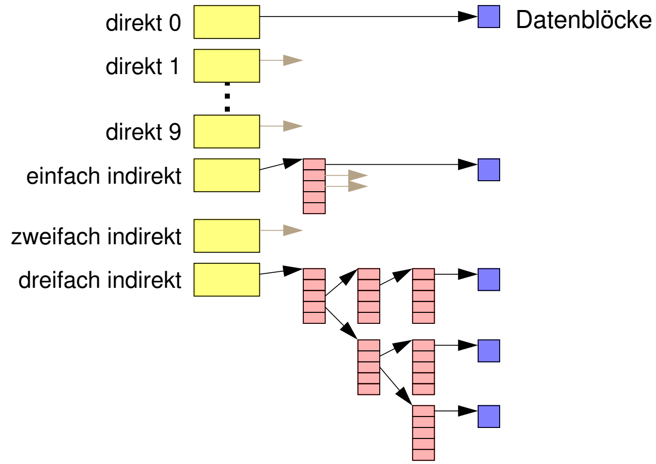
tatsächlich gespeicherter Baum

3.5 Inodes (3)

- Inhalt eines Inodes
  - Inodenummer
  - Dateityp: Verzeichnis, 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 Verzeichnisinhalts (zehn direkt Adressen und drei indirekte)

3.5 Inodes (4)

- Adressierung der Datenblöcke



3.6 Spezialdateien

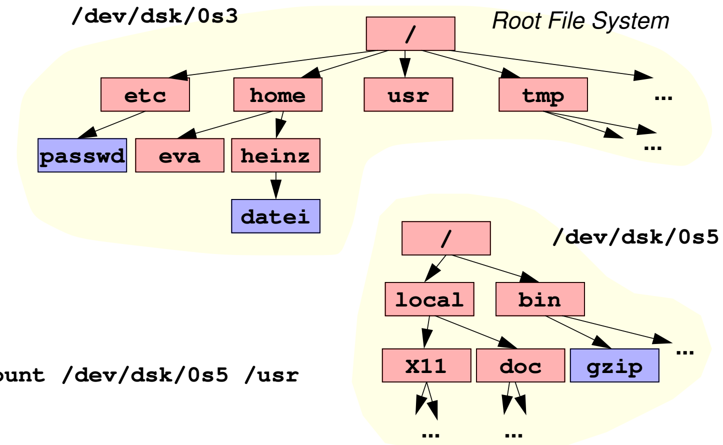
- Periphere Geräte werden als Spezialdateien repräsentiert
  - Geräte können wie Dateien mit Lese- und Schreiboperationen angesprochen werden
  - Öffnen der Spezialdateien schafft eine (evtl. exklusive) Verbindung zum Gerät, die durch einen Treiber hergestellt wird
- Blockorientierte Spezialdateien
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

3.7 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 Wurzelverzeichnis gleichzeitig Wurzelverzeichnis des Gesamtsystems ist
  - ◆ Andere Dateisysteme können mit dem Befehl **`mount`** in das bestehende System hineinmontiert werden

3.7 Montieren des Dateibaums (2)

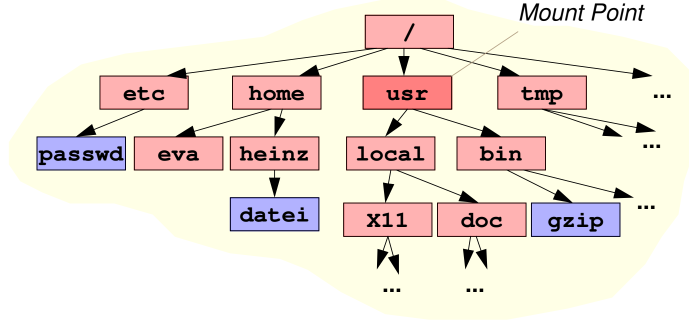
- Beispiel



`mount /dev/dsk/0s5 /usr`

3.7 Montieren des Dateibaums (3)

- Beispiel nach Ausführung des Montierbefehls



4 Beispiel: Windows 95 (VFAT, FAT32)

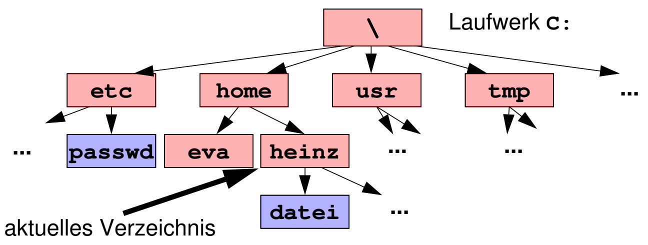
- VFAT = Virtual (!) File Allocation Table (oder FAT32)
  - ◆ VFAT: MS-DOS–kompatibles Dateisystem mit Erweiterungen
- Datei
  - ◆ einfache, unstrukturierte Folge von Bytes
  - ◆ beliebiger Inhalt; für das Betriebssystem ist der Inhalt transparent
  - ◆ dynamisch erweiterbar
  - ◆ Zugriffsrechte: „nur lesbar“, „schreib- und lesebar“

4 Beispiel: Windows 95 (FAT16, FAT32) (2)

- Partitionen heißen Laufwerke
  - ◆ Sie werden durch einen Buchstaben dargestellt (z.B. `C:`)
- Verzeichnis
  - ◆ baumförmig strukturiert
    - Knoten des Baums sind Verzeichnisse
    - Blätter des Baums sind Dateien
  - ◆ jedem Windows-Programm ist zu jeder Zeit ein aktuelles Laufwerk und ein aktuelles Verzeichnis pro Laufwerk zugeordnet
  - ◆ Zugriffsrechte: „nur lesbar“, „schreib- und lesbar“

4.1 Pfadnamen

- Baumstruktur



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

4.1 Pfadnamen (2)

- Namenskonvention
  - ◆ Kompatibilitätsmodus: 8 Zeichen Name, 3 Zeichen Erweiterung (z.B. **`AUTOEXEC.BAT`**)
  - ◆ Sonst: 255 Zeichen inklusive Sonderzeichen (z.B. „**`Eigene Programme`**“)
- Verzeichnisse
  - ◆ Jedes Verzeichnis enthält einen Verweis auf sich selbst („`.`“) und einen Verweis auf das darüberliegende Verzeichnis im Baum („`..`“) (Ausnahme Wurzelverzeichnis)
  - ◆ keine Hard-Links oder symbolischen Namen

4.2 Rechte

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

4.3 Dateien

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