

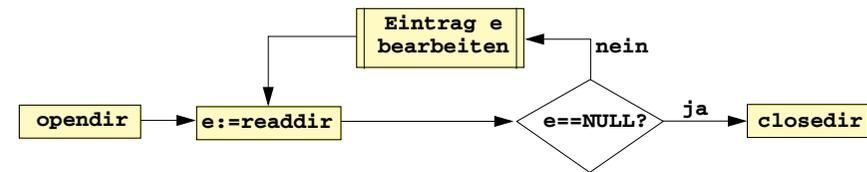
## U5 Dateisystem

- Besprechung der 3. Aufgabe (halde)
- Dateisystem
- Datei-Attribute
- Shell-Wildcards
- Dateisystemschnittstelle

## U5-1 Verzeichnisse

- opendir(3), closedir(3)
- readdir(3), readdir\_r(3)
- rewinddir(3)
- telldir(3), seekdir(3)

### 1 Iteratorkonzept zum Lesen von Verzeichnissen



### 2 opendir / closedir

- Funktions-Prototyp:

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

DIR *opendir(const char *dirname);

int closedir(DIR *dirp);
```

- Argument von opendir
  - ◆ **dirname**: Verzeichnisname
- Rückgabewert: Zeiger auf Datenstruktur vom Typ **DIR** oder **NULL**
- Die **DIR**-Struktur ist ein Iterator und speichert die jeweils aktuelle Position
  - ◆ der Iterator steht nach Erzeugung auf dem ersten Verzeichniseintrag
- closedir gibt die mit belegten Ressourcen nach Ende der Bearbeitung frei

### 3 readdir

- liefert einen Verzeichniseintrag und setzt den **DIR**-Iterator auf den Folgeeintrag

- Funktions-Prototyp:

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

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

- Argumente
  - ◆ **dirp**: Zeiger auf **DIR**-Datenstruktur
- Rückgabewert: Zeiger auf Datenstruktur vom Typ **struct dirent**, **NULL** wenn EOF erreicht wurde oder im Fehlerfall
  - bei EOF bleibt **errno** unverändert (kritisch, kann vorher beliebigen Wert haben), im Fehlerfall wird **errno** entsprechend gesetzt
  - **errno** vorher auf 0 setzen, sonst kann EOF nicht sicher erkannt werden!

## 4 Fehlererkennung readdir...

- ...durch Setzen und Prüfen von `errno`

```
#include <errno.h>

while (errno=0, readdir(...) != NULL) {
    ... // keine break-Statements in der Schleife
}
// Ende oder Fehler?
if (errno != 0) {
    // Fehler
}
```

- `errno=0` *unmittelbar* vor Aufruf der problematischen Funktion
  - ↳ `errno` wird nur im Fehlerfall gesetzt und bleibt sonst evtl. unverändert
- Abfrage der `errno` *unmittelbar* nach Rückgabe des pot. Fehlerwerts
  - ↳ `errno` könnte sonst durch andere Funktion verändert werden

## 4 ... readdir

- Problem: Der Speicher für die zurückgelieferte `struct dirent` wird von den dir-Bibliotheksfunktionen selbst angelegt und beim nächsten `readdir`-Aufruf auf dem gleichen `DIR`-Iterator wieder verwendet!
  - ◆ werden Daten aus der `dirent`-Struktur länger benötigt, müssen sie vor dem nächsten `readdir`-Aufruf kopiert werden
  - ◆ konzeptionell schlecht
    - ▶ aufrufende Funktion arbeitet mit Zeiger auf internen Speicher der `readdir`-Funktion
  - ◆ in nebenläufigen Programmen (mehrere Threads) nur bedingt einsetzbar
    - ▶ man weiß evtl. nicht, wann der nächste `readdir`-Aufruf stattfindet
- `readdir` ist ein klassisches Beispiel für schlecht konzipierte Schnittstellen in der C-Funktionsbibliothek
  - ▶ wie auch `gets`, `getpwent` und viele andere

## 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; /* tatsächl. Länge der Struktur */
    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; /* tatsächl. Länge der Struktur */
    char       d_name[1];
} dirent_t;
```

- POSIX: `d_name` ist ein Feld unbestimmter Länge, max. `NAME_MAX` Zeichen

## 6 rewinddir

- setzt den `DIR`-Iterator auf den ersten Verzeichniseintrag zurück
  - ▶ nächster `readdir`-Aufruf liefert den ersten Verzeichniseintrag
- Funktions-Prototyp:

```
void rewinddir(DIR *dirp);
```

## 7 telldir / seekdir

- `telldir` ermittelt die aktuelle Position eines `DIR`-Iterator
- `seekdir` setzt einen `DIR`-Iterator auf einen zuvor abgefragten Wert
  - ◆ `loc` wurde zuvor mit `telldir` ermittelt
- Funktions-Prototypen:

```
long int telldir(DIR *dirp);
void seekdir(DIR *dirp, long int loc);
```

- **stat(2)/lstat(2)** liefern Datei-Attribute aus dem Inode

- Funktions-Prototypen:

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

- Argumente:

- ◆ **path**: Dateiname
- ◆ **buf**: Zeiger auf Puffer, in den Inode-Informationen eingetragen werden

- Rückgabewert: 0 wenn OK, -1 wenn Fehler

- Beispiel:

```
struct stat buf;
stat("/etc/passwd", &buf); // Fehlerabfrage...
printf("Dateigröße /etc/passwd: %ld\n", buf.st_size);
```

- problematische Rückgabe auf funktionsinternen Speicher wie bei **readdir** gibt es bei **stat** nicht
- Grund: **stat** ist ein Systemaufruf - Vorgehensweise wie bei **readdir** wäre gar nicht möglich
  - Vergleiche Vorlesung WS10 B | V Betriebssystemebene Seite 3
  - **readdir** ist komplett auf Ebene 3 implementiert (Teil der Standard-C-Bibliothek - Laufzeitbibliothek, siehe Vorlesung WS10 B | V Maschinenprogramme Seite 15 und 19)
  - **stat** ist nur ein Systemaufruf(-stumpf), die Funktion selbst ist Teil des Betriebssystems (Ebene 2)
- der logische Adressraum auf Ebene 3 (Anwendungsprogramm) ist nur eine Teilmenge (oder sogar komplett disjunkt) von dem logischen Adressraum auf Ebene 2 (Betriebssystemkern)
  - Betriebssystemspeicher ist für Anwendung nicht sichtbar/zugreifbar
  - Funktionen der Ebene 2 können keine Zeiger auf ihre internen Datenstrukturen an Ebene 3 zurückgeben

## 1 stat / lstat: stat-Struktur

- **dev\_t st\_dev**; Gerätenummer (des Dateisystems) = Partitions-Id
- **ino\_t st\_ino**; Inodenummer (Tupel st\_dev, st\_ino eindeutig im System)
- **mode\_t st\_mode**; Dateimode, u.a. Zugriffs-Bits und Dateityp
- **nlink\_t st\_nlink**; Anzahl der (Hard-) Links auf den Inode (Vorl. 7-30)
- **uid\_t st\_uid**; UID des Besitzers
- **gid\_t st\_gid**; GID der Dateigruppe
- **dev\_t st\_rdev**; DeviceID, nur für Character- oder Blockdevices
- **off\_t st\_size**; Dateigröße in Bytes
- **time\_t st\_atime**; Zeit des letzten Zugriffs (in Sekunden seit 1.1.1970)
- **time\_t st\_mtime**; Zeit der letzten Veränderung (in Sekunden ...)
- **time\_t st\_ctime**; Zeit der letzten Änderung der Inode-Information (...)
- **unsigned long st\_blksize**; Blockgröße des Dateisystems
- **unsigned long st\_blocks**; Anzahl der von der Datei belegten Blöcke

## 1 stat-Zugriffsrechte

- in dem Strukturelement **st\_mode** sind die Zugriffsrechte (12 Bit) und der Dateityp (4 Bit) kodiert.
- UNIX sieht folgende Zugriffsrechte vor (davor die Darstellung des jeweiligen Rechts bei der Ausgabe des ls-Kommandos)
  - r** lesen (getrennt für *User*, *Group* und *Others* einstellbar)
  - w** schreiben (analog)
  - x** ausführen (bei regulären Dateien) bzw. Durchgriffsrecht (bei Dir.)
  - s** setuid/setgid-Bit: bei einer ausführbaren Datei mit dem Laden der Datei in einen Prozess (exec) erhält der Prozess die Benutzer (bzw. Gruppen)-Rechte des Dateieigentümers
  - S** setgid-Bit: bei einem Verzeichnis: neue Dateien im Verzeichnis erben die Gruppe des Verzeichnisses statt der des anlegenden Benutzers
  - t** bei Verzeichnissen: es dürfen trotz Schreibrecht im Verzeichnis nur eigene Dateien gelöscht werden

## U5-3 Shell-Wildcards

- Erlauben Beschreibung von Mustern für Pfadnamen
  - \*: beliebiger Teilstring (inkl. leerer String)
  - ?: genau ein beliebiges Zeichen
  - [a-d]: ein Zeichen aus den Zeichen mit ASCII-Codes in [ 'a'; 'd' ]
  - [!a-d]: ein Zeichen aus den Zeichen mit ASCII-Codes **nicht** in [ 'a'; 'd' ]
- Weitere und ausführliche Beschreibung siehe **glob(7)**
- Werden von der Shell expandiert, wenn im jeweiligen Verzeichnis passende Dateinamen existieren
  - ↳ Quoting notwendig, wenn Muster als Argument übergeben wird
- Die Erweiterung betrifft immer nur einzelne Pfadkomponenten
- Dateien, die mit einem '.' beginnen, müssen explizit getroffen werden

## 1 Wildcard-Beispiel

```
mikey@lizzy[testdir] ls -a
attest.doc t1.tar t2.txt test2.c .test.c test.c tx.map
# Einfaches Teilstring-Wildcard
mikey@lizzy[testdir] ls test*
test2.c test.c
# Mehrere Wildcards
mikey@lizzy[testdir] ls *test*
attest.doc test2.c test.c
# Einzelzeichen-Match
mikey@lizzy[testdir] ls test?.*
test2.c
# Bereiche
mikey@lizzy[testdir] ls t[1x].*
t1.tar tx.map
# Invertierung eines Bereichs und Quoting
mikey@lizzy[testdir] find . -name 't[!12].*'
./tx.map
# Matching von Dateien, die mit einem .-Zeichen beginnen
mikey@lizzy[testdir] find . -name '.test*'
./test.c
```

## 2 Evaluierung von Wildcard-Mustern in C-Programmen

### ■ Funktion **fnmatch(3)**

```
#include <fnmatch.h>
int fnmatch(const char *pattern, const char *string, int flags);
```

- Prüft, ob das Wildcard-Muster `pattern` den String `string` einschließt
- Flags (0 oder bitweises Oder von ein oder mehreren der folgenden Werte)
  - ◆ `FNM_NOESCAPE`: Backslash als reguläres Zeichen interpretieren
  - ◆ `FNM_PATHNAME`: Ein Slash in `string` wird nur von einem Slash-Zeichen in `pattern` getroffen, nicht von einem Wildcard-Zeichen
  - ◆ `FNM_PERIOD`: Ein führender Punkt in einer Pfadkomponente muss von einem korrespondierenden Punkt in `pattern` getroffen werden
- Rückgabe
  - ◆ 0, wenn Muster den Teststring einschließt, sonst `FNM_NOMATCH`
  - ◆ andere Werte im Fehlerfall