Übungen zu Systemprogrammierung 1 (SP1)

Ü6 – Dateisystem

J. Schedel, C. Erhardt, A. Ruprecht, J. Kleinöder

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

SS 2015 – 22. bis 26. Juni 2015

https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS15/V_SP1

Agenda

7.1 Hinweise zur Evaluation
7.2 (Mini-)Klausurvorbereitung
7.3 Aufbau eines Dateisystems
7.4 Dateisystem-Schnittstelle
7.5 Wildcards
7.6 Gelerntes anwenden

Agenda

7.1 Hinweise zur Evaluation
7.2 (Mini-)Klausurvorbereitung
7.3 Aufbau eines Dateisystems
7.4 Dateisystem-Schnittstelle
7.5 Wildcards
7.6 Gelerntes anwenden

Hinweise zur Evaluation

- Bei Kommentaren, die sich auf einen bestimmten Übungsleiter beziehen, bitte dessen Namen **in jedem Feld** voranstellen
  - Kommentarfelder werden in der Auswertung durcheinandergewürfelt

(Mini-)Klausurvorbereitung

- In den nächsten Wochen (parallel zur Besprechung der Aufgaben): Klausurvorbereitung in der Tafelübung zur Vorbereitung auf
  - die SP1-Klausur für Mathematiker, Technomathematiker und 2-Fach-Bachelor
  - die Miniklausur zu Beginn von SP2 für alle Anderen
- Wir erarbeiten die Miniklausur aus dem Oktober 2014 gemeinsam
  - Eine Vorbereitung der Klausur im Vorfeld der Tafelübung wird erwartet

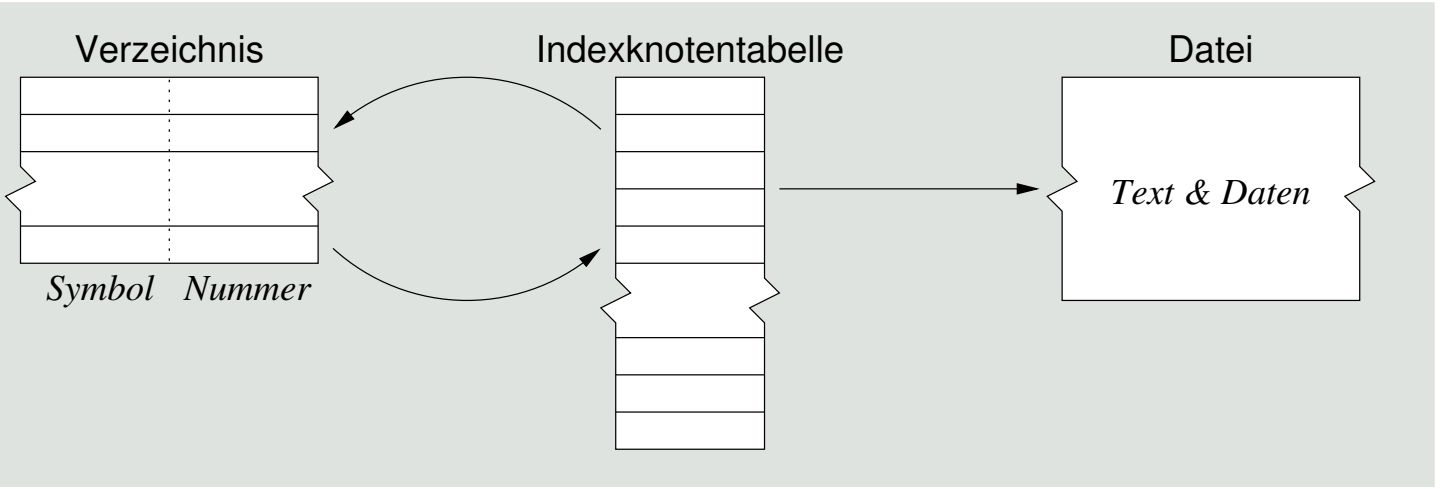
Agenda

7.1 Hinweise zur Evaluation
7.2 (Mini-)Klausurvorbereitung
7.3 Aufbau eines Dateisystems
7.4 Dateisystem-Schnittstelle
7.5 Wildcards
7.6 Gelerntes anwenden

Dateien und Verzeichnisse (UNIX)

Datenstrukturen im Namensraum[9]

Dateisystem (*file system*)

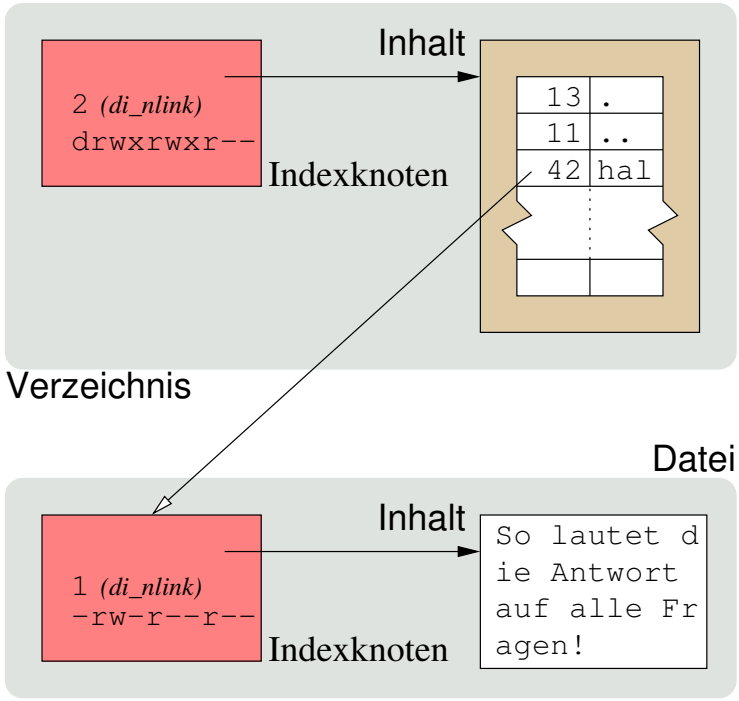


- die **Indexknotentabelle** (*inode table*) ist ein statisches Feld (*array*) von Indexknoten und die zentrale Datenstruktur
  - ein Indexknoten ist **Deskriptor** insb. eines Verzeichnisses oder einer Datei
- das **Verzeichnis** (*directory*) ist eine **Abbildungstabelle**, es übersetzt symbolisch repräsentierte Namen in Indexknotennummern
  - eine von der Namensverwaltung des Betriebssystems definierte Datei
- die **Datei** (*file*) ist eine abgeschlossene Einheit zusammenhängender Daten beliebiger Repräsentation, Struktur und Bedeutung

[9] Als Einheit auf demselben Medium (z.B. Ablagespeicher) abgelegt.

Verzeichniseintrag II

- ein Namenverzeichnis ist eine **spezielle Datei** der Namensverwaltung



  - das selbst einen Namen hat, der einen Indexknoten bezeichnet
  - über eine Verknüpfung erreichbar ist aus einem anderen Verzeichnis
  - Namen getrennt von eventuellen Dateiinhalten speichert

*Verknüpfungen anlegen/löschen zu können, ist eine **Berechtigung**, die sich nur auf das Verzeichnis der betreffenden Verknüpfungen bezieht!*

- Selbstreferenz („*dot*“, 13) und Elterverzeichnis („*dot dot*“, 11) geben wenigstens zwei Verweise auf ein Verzeichnis
  - auch wenn das Verzeichnis selbst sonst keine weiteren Namen enthält

Rechte auf Verzeichniseinträgen

- 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 Verzeichnissen)
  - `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

Agenda

7.1 Hinweise zur Evaluation
7.2 (Mini-)Klausurvorbereitung
7.3 Aufbau eines Dateisystems
7.4 Dateisystem-Schnittstelle
7.5 Wildcards
7.6 Gelerntes anwenden

Dateiinformationen auslesen

- `stat(2)/lstat(2)` liefern Datei-Attribute aus dem Inode
- Unterschiedliches Verhalten bei Symlinks:
  - `stat(2)` folgt Symlinks (rekursiv) und liefert Informationen übers Ziel
  - `lstat(2)` liefert Informationen über den Symlink selber
- Funktions-Prototypen

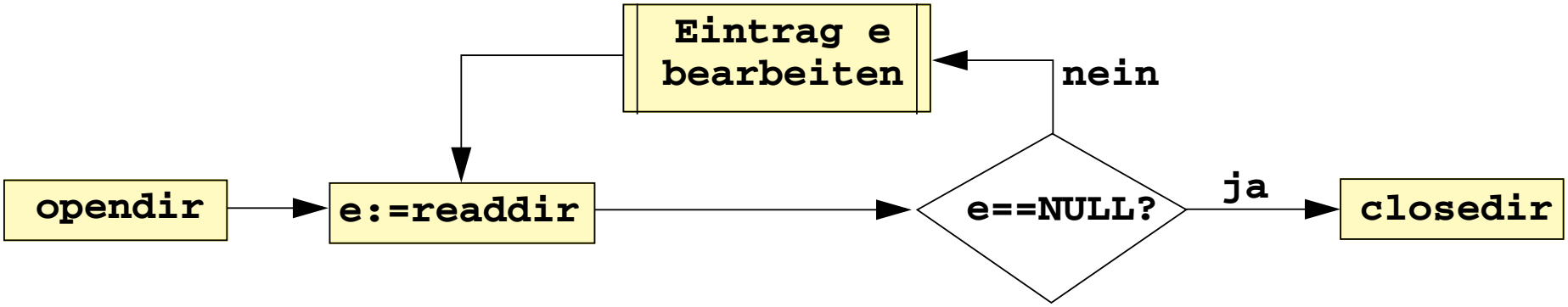
```
int stat(const char *path, struct stat *buf);

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

  - `path`: Dateiname
  - `buf`: Zeiger auf Puffer zum Speichern der Dateiinformationen
- Für uns relevante Strukturkomponenten der `struct stat`:
  - `mode_t st_mode`: Dateimode, u. a. Zugriffs-Bits und Dateityp
    - Zur Bestimmung des Dateitypes gibt es u. a. folgende Makros: `S_ISREG`, `S_ISDIR`, `S_ISLNK`
  - `off_t st_size`: Dateigröße in Bytes

Verzeichnisinhalte auslesen

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

- Die `DIR`-Struktur ist ein Iterator und speichert die jeweils aktuelle Position
- `readdir(3)` liefert einen Verzeichniseintrag und setzt den `DIR`-Iterator auf den Folgeeintrag
  - Rückgabewert `NULL` im Fehlerfall oder wenn EOF erreicht wurde
    - bei EOF bleibt `errno` unverändert, im Fehlerfall wird `errno` entsprechend gesetzt
- `closedir(3)` gibt die belegten Ressourcen nach Ende der Bearbeitung frei



Aufbau der Struktur struct dirent

```
struct dirent {
  ino_t          d_ino;       /* inode number */
  off_t          d_off;       /* offset to the next dirent */
  unsigned short d_reclen;    /* length of this record */
  unsigned char  d_type;      /* type of file; not supported
  by all file system types */
  char           d_name[256]; /* filename */
};
```

- `d_reclen`: Tatsächliche Länge der Struktur inklusive des Dateinamens
- `d_name`: Name des Verzeichniseintrages
- `d_type`: Eventuell Dateityp
  - **Nicht** verwenden, da nicht von allen Dateisystemen implementiert

Diskussion der Schnittstelle von `readdir(3)`

- Der Speicher für die zurückgelieferte `struct dirent` wird von den Bibliotheksfunktionen selbst angelegt und beim nächsten `readdir`-Aufruf auf dem gleichen DIR-Iterator potentiell 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 nur bedingt einsetzbar
  - man weiß evtl. nicht, wann der nächste `readdir`-Aufruf stattfindet

Vergleich: `readdir(3)` und `stat(2)`

- Die problematische Rückgabe auf funktionsinternen Speicher wie bei `readdir(3)` gibt es bei `stat(2)` nicht
- Grund: `stat(2)` ist ein Systemaufruf – Vorgehensweise wie bei `readdir(3)` wäre gar nicht möglich
  - Vergleiche Vorlesung *B V-4* Seite 3
  - `readdir(3)` ist komplett auf Ebene 3 implementiert (Teil der Standard-C-Bibliothek/Laufzeitbibliothek)
  - `stat(2)` 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

Agenda

7.1 Hinweise zur Evaluation
7.2 (Mini-)Klausurvorbereitung
7.3 Aufbau eines Dateisystems
7.4 Dateisystem-Schnittstelle
7.5 Wildcards
7.6 Gelerntes anwenden

Wildcards

- ... erlauben Beschreibung von Mustern für Pfadnamen
  - `*`: beliebiger Teilstring (inklusive leerer String)
  - `?`: genau ein beliebiges Zeichen
  - `[a-d]`: ein Zeichen aus den Zeichen `a` - `d`
  - `[!a-d]`: ein Zeichen nicht aus den Zeichen `a` - `d`
  - Die Erweiterung betrifft immer nur einzelne Pfadkomponenten
  - Dateien, die mit einem `'.'` beginnen, müssen explizit getroffen werden
- 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

Fun with Wildcards

	test*	***test***	**test?.***	**t[1x].***	**t[!12].***	**.text***
.text.c						X
attest.doc		X				
t1.tar				X		
t2.txt						
test.c	X	X				
test2.c	X	X	X			
tx.map				X	X	

Wildcards auswerten

- … mit der Funktion `fnmatch(3)`

```
int fnmatch(const char *pattern, const char *string, int flags);
```

  - Prüft, ob der String `string` zum Wildcard-Muster `pattern` passt

- Flags (0 oder bitweises Oder von ein oder mehreren der Werte)
  - `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
  - Weitere Flags siehe Man-Page

Agenda

7.1 Hinweise zur Evaluation
7.2 (Mini-)Klausurvorbereitung
7.3 Aufbau eines Dateisystems
7.4 Dateisystem-Schnittstelle
7.5 Wildcards
7.6 Gelerntes anwenden

Aktive Mitarbeit!

„Aufgabenstellung“

- Ausgabe aller Dateinamen von symbolischen Verknüpfungen im aktuellen Verzeichnis