U3 3. Übung

- Besprechung 1. Aufgabe
- Infos zur Aufgabe 3: fork, exec
- Fehlersuche mit valgrind

U3-1 Aufgabe 1

- Vorstellung einer Lösung
- Fehlerbehandlung nicht vergessen!

```
e = (struct listelement*) malloc(sizeof(struct listelement));
if (e == NULL) {
    perror("Kann Listenelement nicht anlegen.");
    exit(EXIT_FAILURE);
}
```

- Fehlermeldungen immer auf **stderr** ausgeben!

z.B. mit fprintf

```
fprintf(stderr,"%s(%d): %s\n",__FILE__,__LINE__,strerror(errno));
```

oder mit perror

```
perror("Beschreibung wobei");
```


U3-2 Hinweise zur 3. Aufgabe

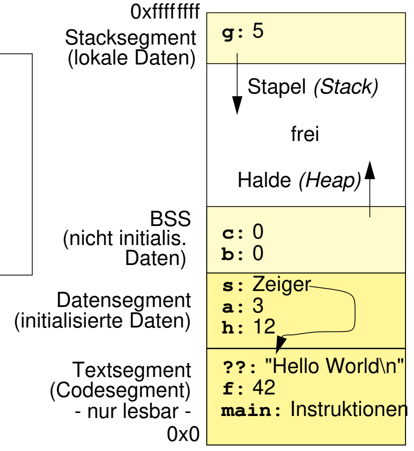
- Speicheraufbau eines Prozesses
- Prozesse
- fork, exec
- exit
- wait

1 Speicheraufbau eines Prozesses (UNIX)

- Aufteilung des Hauptspeichers eines Prozesses in Segmente

```
static int a=3, b, c=0;
const int f=42;
const char *s="Hello World\n";

int main( ... ) {
    int g=5;
    static int h=12;
}
```



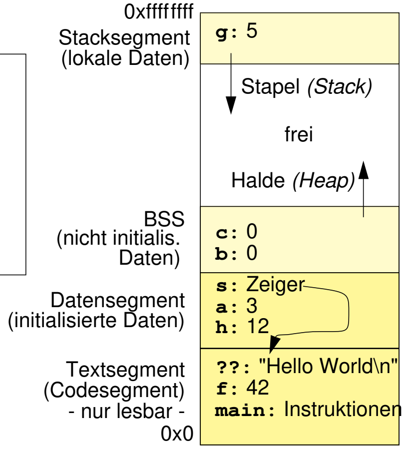
1 Speicheraufbau eines Prozesses (UNIX)

■ Aufteilung des Hauptspeichers eines Prozesses in Segmente

```
static int a=3, b, c=0;
const int f=42;
const char *s="Hello World\n";

int main( ... ) {
    int g=5;
    static int h=12;
}
```

```
s[1]= 'a';
f= 2;
```



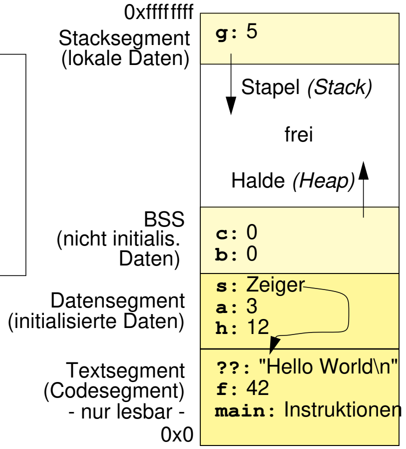
1 Speicheraufbau eines Prozesses (UNIX)

■ Aufteilung des Hauptspeichers eines Prozesses in Segmente

```
static int a=3, b, c=0;
const int f=42;
const char *s="Hello World\n";

int main( ... ) {
    int g=5;
    static int h=12;
}
```

```
s[1]= 'a';   /* cc error */
f= 2;        /* cc error */
```



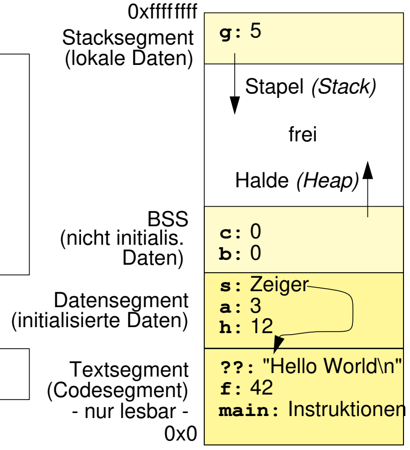
1 Speicheraufbau eines Prozesses (UNIX)

■ Aufteilung des Hauptspeichers eines Prozesses in Segmente

```
static int a=3, b, c=0;
const int f=42;
const char *s="Hello World\n";

int main( ... ) {
    int g=5;
    static int h=12;
}
```

```
((char*)s)[1]= 'a';
*((int *)&f)= 2;
```



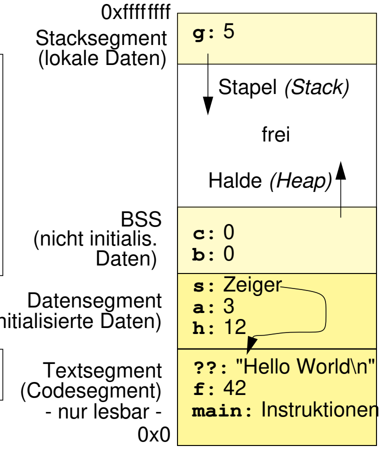
1 Speicheraufbau eines Prozesses (UNIX)

■ Aufteilung des Hauptspeichers eines Prozesses in Segmente

```
static int a=3, b, c=0;
const int f=42;
const char *s="Hello World\n";

int main( ... ) {
    int g=5;
    static int h=12;
}
```

```
((char*)s)[1]= 'a';  /* SIGSEGV */
*((int *)&f)= 2;     /* SIGSEGV */
```

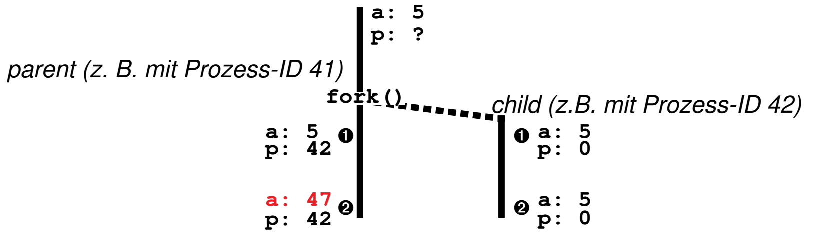


U3-3 fork

- Vererbung von
  - Datensegment (neue Kopie, gleiche Daten)
  - Stacksegment (neue Kopie, gleiche Daten)
  - Textsegment (gemeinsam genutzt, da nur lesbar)
  - Filedeskriptoren (geöffnete Dateien)
  - Arbeitsverzeichnis
  - Benutzer- und Gruppen-ID (uid, gid)
  - Umgebungsvariablen
  - Signalbehandlung
  - ...
- Neu:
  - Prozess-ID

U3-3 fork

```
int a; pid_t p;
a = 5;
p = fork();
❶
a += p;    ❷
if (p == 0) {
    ...
} else {
    ...
}
```



U3-4 exec

- Lädt Programm zur Ausführung in den aktuellen Prozess
- ersetzt Text-, Daten- und Stacksegment
- behält: Filedeskriptoren (= geöffnete Dateien), Arbeitsverzeichnis, ...
  - ➤ Vererbung von stdin, stdout und stderr!
- Aufrufparameter:
  - Dateiname des neuen Programmes (z.B. **"/bin/cp"**)
  - Argumente, die der **main**-Funktion des neuen Programms übergeben werden (z.B. **"cp", "/etc/passwd", "/tmp/passwd"**)
  - evtl. Umgebungsvariablen
- Beispiel

```
execl("/bin/cp", "cp", "/etc/passwd", "/tmp/passwd", NULL);
```


U3-4 exec Varianten

- mit Angabe des vollen Pfads der Programm-Datei in **path**

```
int execl(const char *path, const char *arg0, ...,
               const char *argn, char * /*NULL*/);

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

- mit Umgebungsvariablen in **envp**

```
int execle(const char *path,char *const arg0, ... , const char
*argn, char * /*NULL*/, char *const envp[]);

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

- zum Suchen von **file** wird die Umgebungsvariable **PATH** verwendet

```
int execlp (const char *file, const char *arg0, ..., const char
*argn, char * /*NULL*/);

int execvp (const char *file, char *const argv[]);
```

U3-5 exit

- beendet aktuellen Prozess
- gibt alle Ressourcen frei, die der Prozess belegt hat, z.B.
  - Speicher
  - Filedeskriptoren (schließt alle offenen Files)
  - Kerndaten, die für die Prozessverwaltung verwendet wurden
- Prozess geht in den *Zombie*-Zustand über
  - ermöglicht es dem Vater auf den Tod des Kindes zu reagieren (wait)

U3-6 wait

- warten auf Statusinformationen von Kind-Prozessen (Rückgabe: PID)
  - **`wait(int *status)`**
  - **`waitpid(pid_t pid, int *status, int options)`**
- Beispiel:

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  pid_t pid;
  if ((pid=fork()) > 0) {
    /* parent */
    int status;
    wait(&status); /* ... Fehlerabfrage */
    printf("Kindstatus: %x", status); /* nackte Status-Bits ausg. */
  } else if (pid == 0) {
    /* child */
    execl("/bin/cp", "cp", "/etc/passwd", "/tmp/passwd", 0);
      /* diese Stelle wird nur im Fehlerfall erreicht */
  } else {
      /* pid == -1 --> Fehler bei fork */
  }
}
```


U3-7 wait

- **`wait`** blockiert den aufrufenden Prozess so lange, bis ein Kind-Prozess im Zustand "terminiert" existiert oder ein Kind-Prozess gestoppt wird
  - *pid* dieses Kind-Prozesses wird als Ergebnis geliefert
  - als Parameter kann ein Zeiger auf einen *int*-Wert mitgegeben werden, in dem der Status (16 Bit) des Kind-Prozesses abgelegt wird
  - in den Status-Bits wird eingetragen "was dem Kind-Prozess zugestossen ist", Details können über Makros abgefragt werden:
    - Prozess "normal" mit exit() terminiert: **`WIFEXITED(status)`**
    - exit-Parameter (nur das unterste Byte): **`WEXITSTATUS(status)`**
    - Prozess durch Signal abgebrochen: **`WIFSIGNALED(status)`**
    - Nummer des Signals, das Abbruch verursacht hat: **`WTERMSIG(status)`**
    - Prozess wurde gestoppt: **`WIFSTOPPED(status)`**
    - Prozess hat core-dump geschrieben: **`WCOREDUMP(status)`**
    - weitere siehe `man 2 wait` bzw. `man wstat` (je nach System)

U3-8 valgrind

- Baukasten von Debugging- und Profiling-Werkzeugen (ausführbarer Code wird durch synthetische CPU auf Softwareebene interpretiert ➔ Ausführung erheblich langsamer!)
  - Memcheck: erkennt Speicherzugriff-Probleme
    - Nutzung von nicht-initialisiertem Speicher
    - Zugriff auf freigegebenen Speicher
    - Zugriff über das Ende von allokierten Speicherbereichen
    - Zugriff auf ungültige Stack-Bereiche
    - …
  - Helgrind: erkennt Koordinierungsprobleme zwischen mehreren Threads
    - siehe Aufgabe 8
    - in valgrind 3.1.X nicht verfügbar
  - Cachegrind: zur Analyse des Cache-Zugriffsverhaltens eines Programms
- Aufrufbeispiel: **`valgrind --tool=memcheck wsort`** oder **`valgrind wsort`**