Übungen zu Systemprogrammierung 1 (SP1)

VL 5 – Prozesse

Jens Schedel, Christoph Erhardt, Jürgen Kleinöder

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

WS 2012/13 – 03. Dezember bis 07. Dezember 2012

http://www4.cs.fau.de/Lehre/WS12/V_SP1

Agenda

Agenda

Aufteilung des Adressraums

- 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;
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

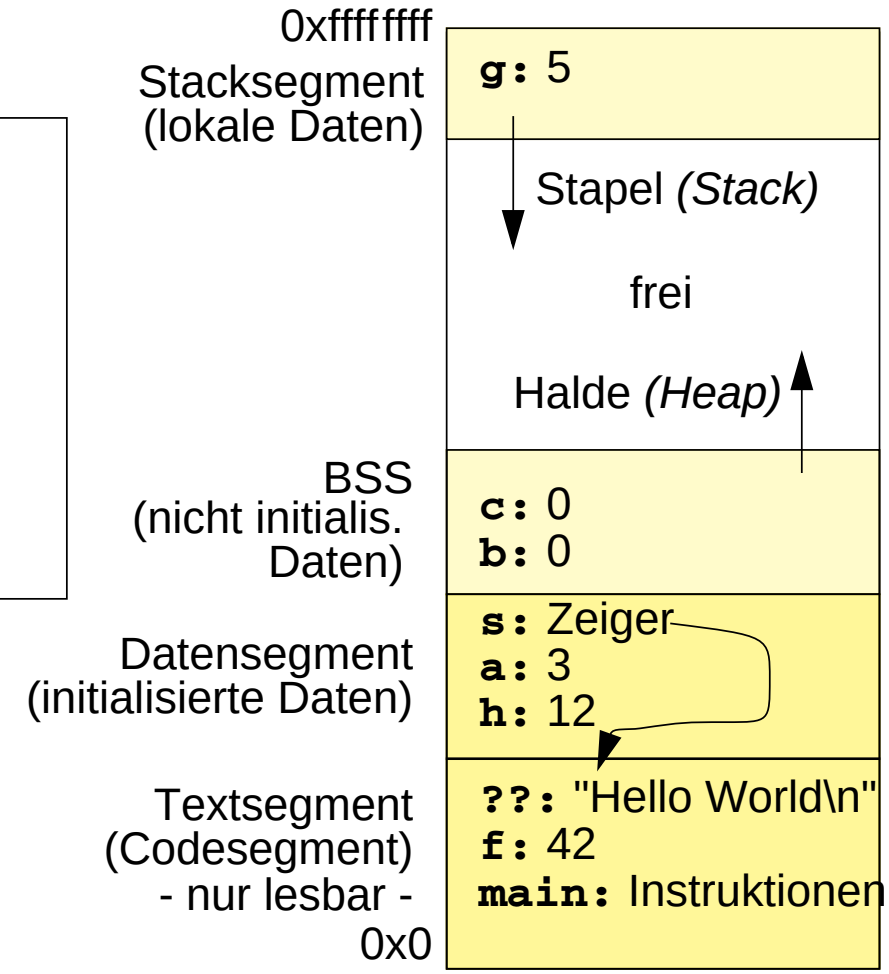
- Vergleiche Vorlesung: *A | V Vom Programm zum Prozess, Seite 7f.*

Aufteilung des Adressraums

- 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;
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```



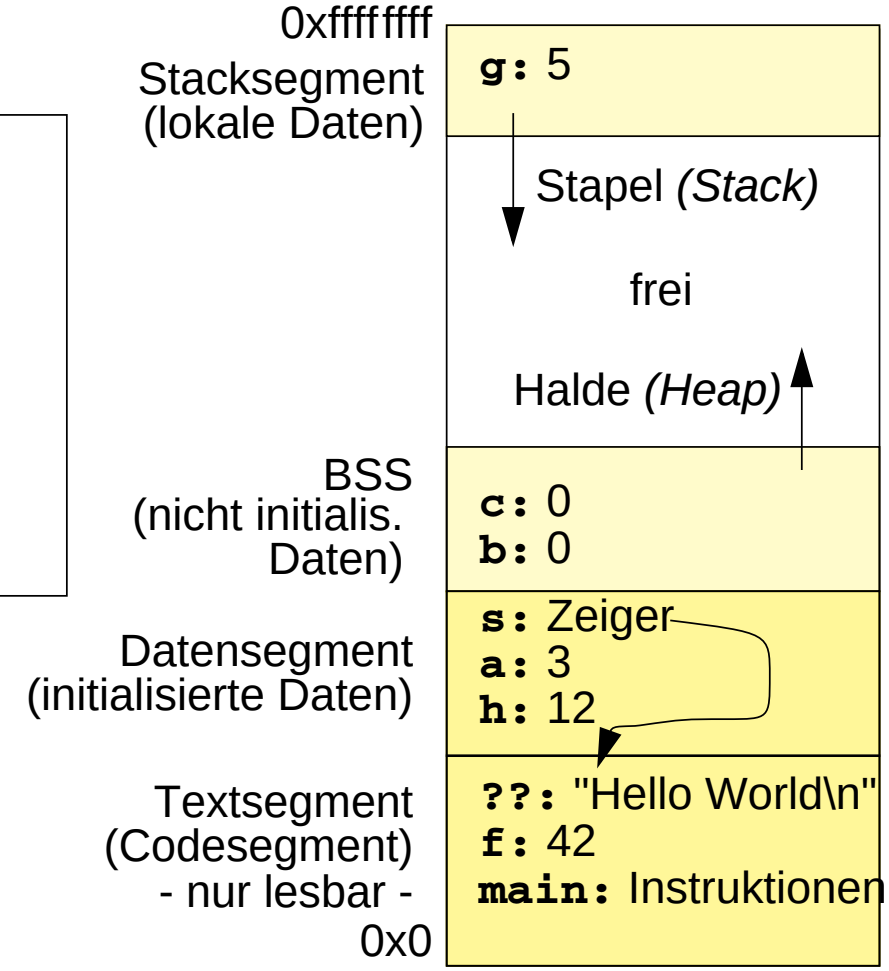
Aufteilung des Adressraums

- 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;
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

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



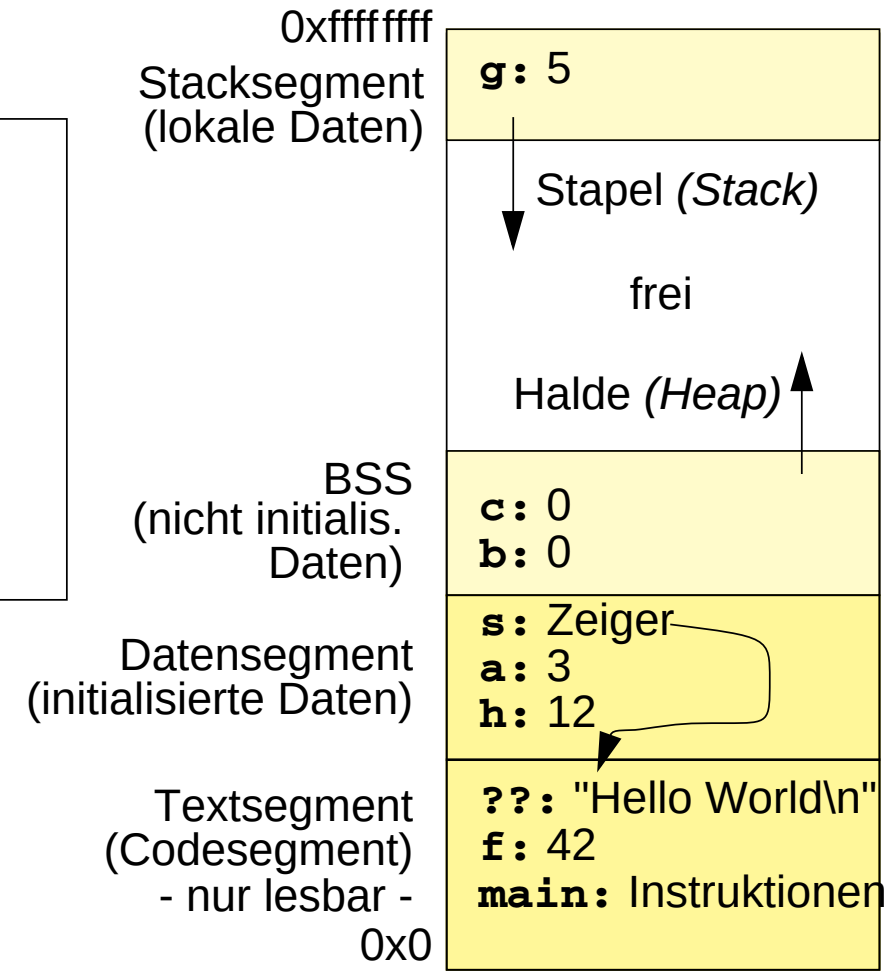
Aufteilung des Adressraums

- 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;
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

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



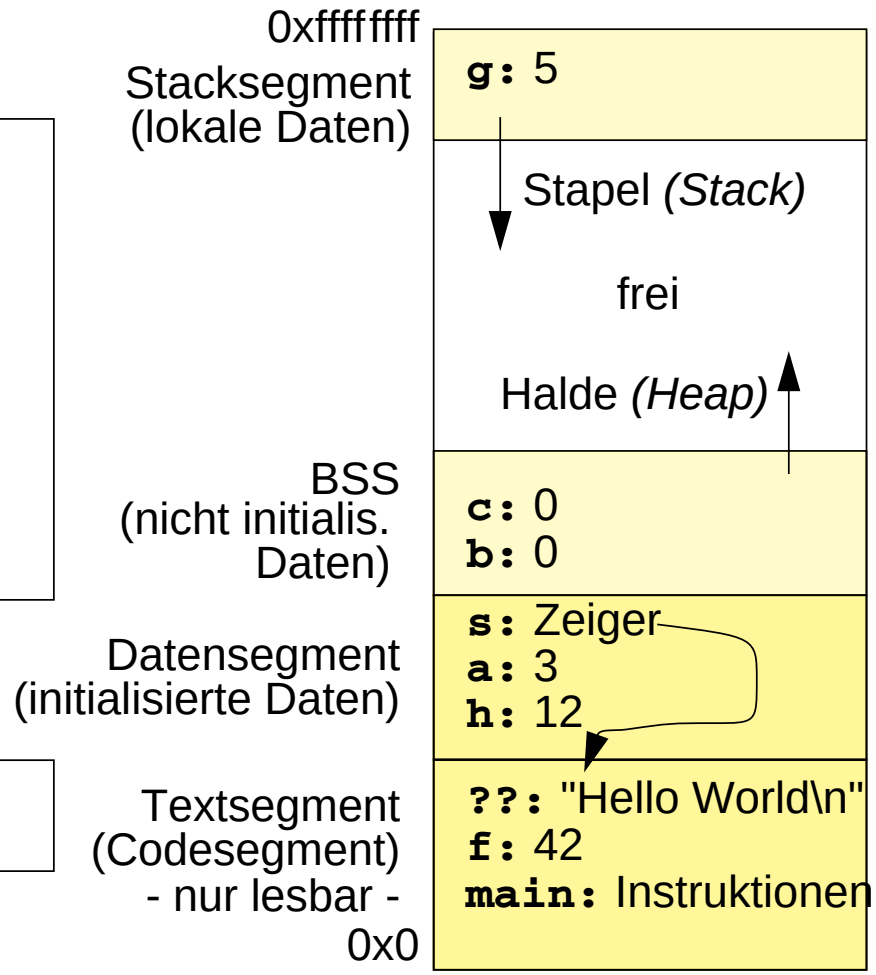
Aufteilung des Adressraums

- 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;
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

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



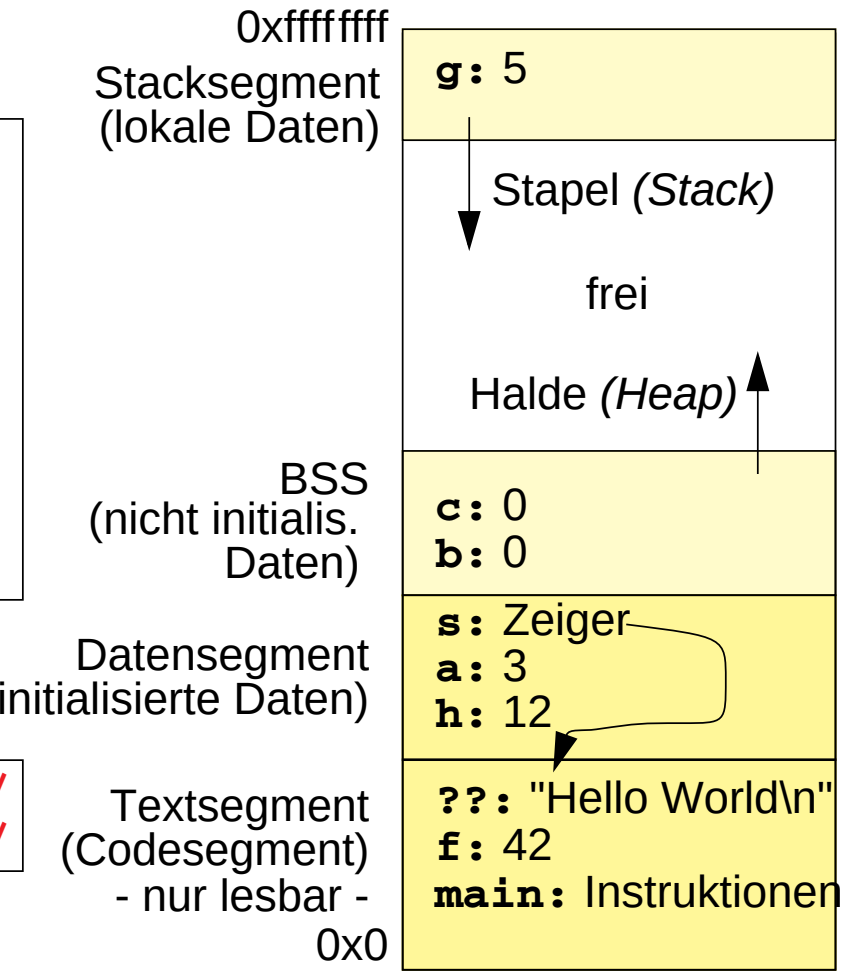
Aufteilung des Adressraums

- 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;
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

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



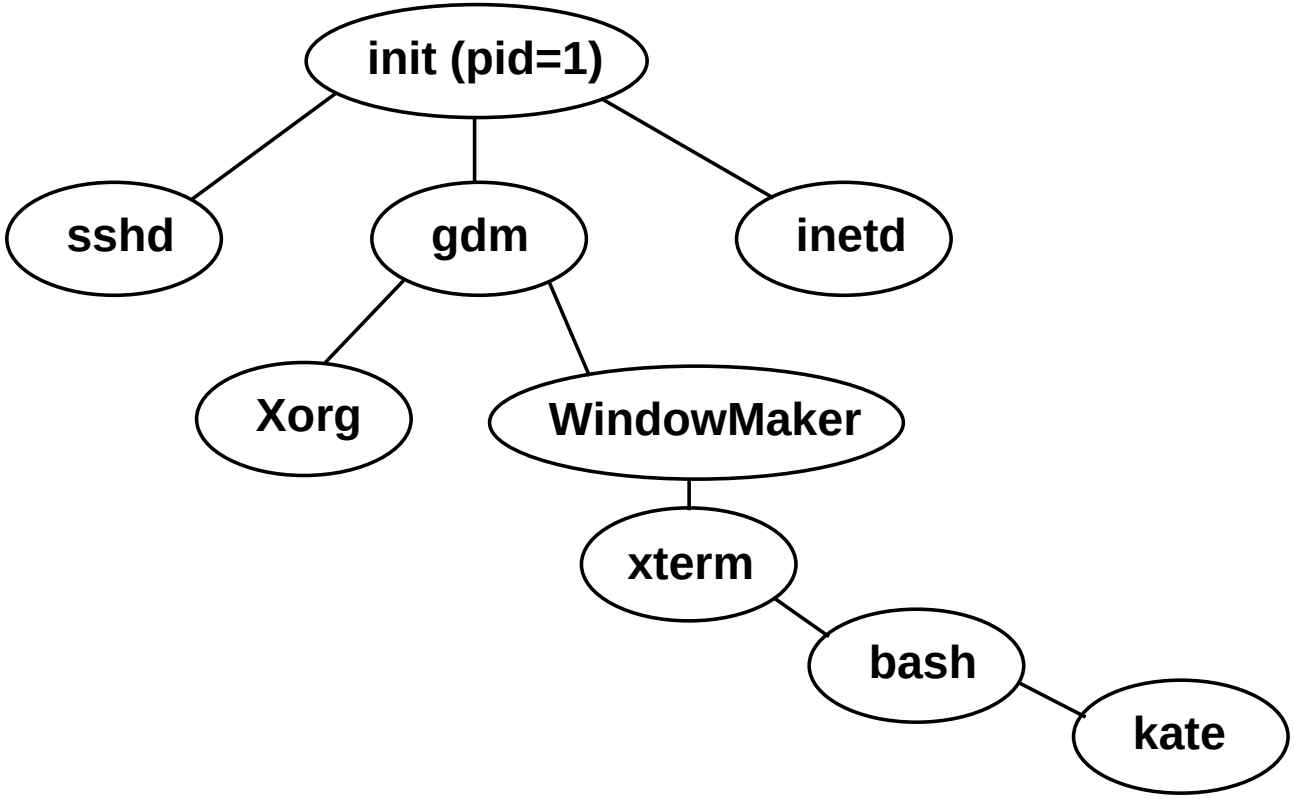
Agenda

Prozesse

- Prozesse sind eine Ausführumgebung für Programme (vgl. Vorlesung A | III-3)
  - haben eine Prozess-ID (PID, ganzzahlig positiv)
  - führen ein Programm aus
- Mit einem Prozess sind Ressourcen verknüpft, z.B.
  - Speicher
  - Adressraum
  - offene Dateien

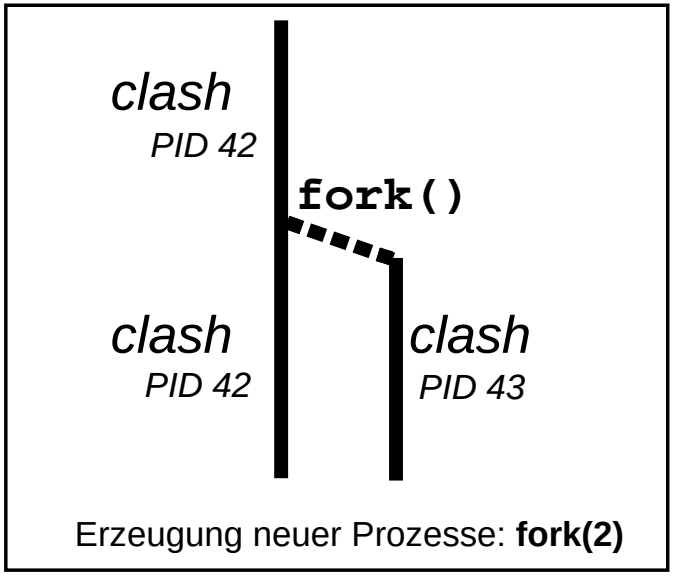
Prozessehierarchie

- Zwischen Prozessen bestehen Vater-Kind-Beziehungen
  - der erste Prozess wird direkt vom Systemkern gestartet (z.B. *init*)
  - es entsteht ein Baum von Prozessen bzw. eine Prozesshierarchie

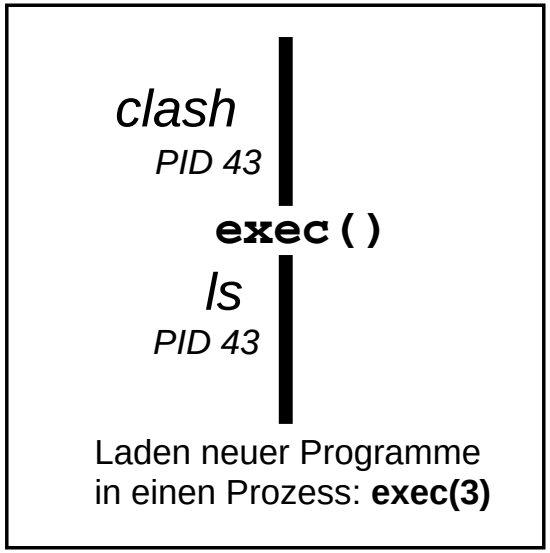


  - Beispiel: **kate** ist ein Kind von **bash**, **bash** wiederum ein Kind von **xterm**

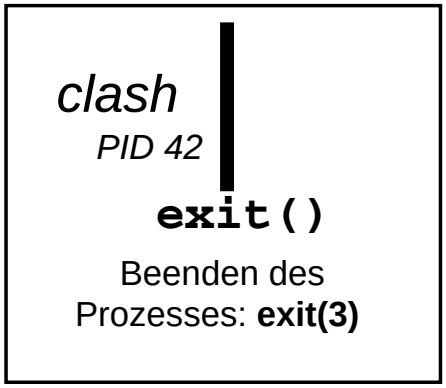
System-Schnittstelle



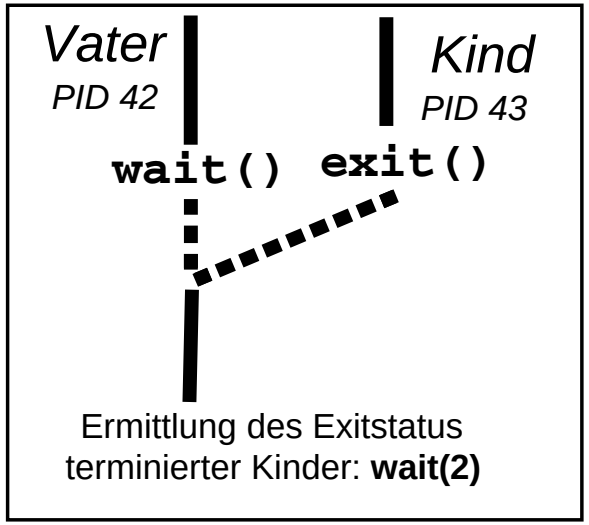
Erzeugung neuer Prozesse: **fork(2)**



Laden neuer Programme
in einen Prozess: **exec(3)**



Beenden des
Prozesses: **exit(3)**



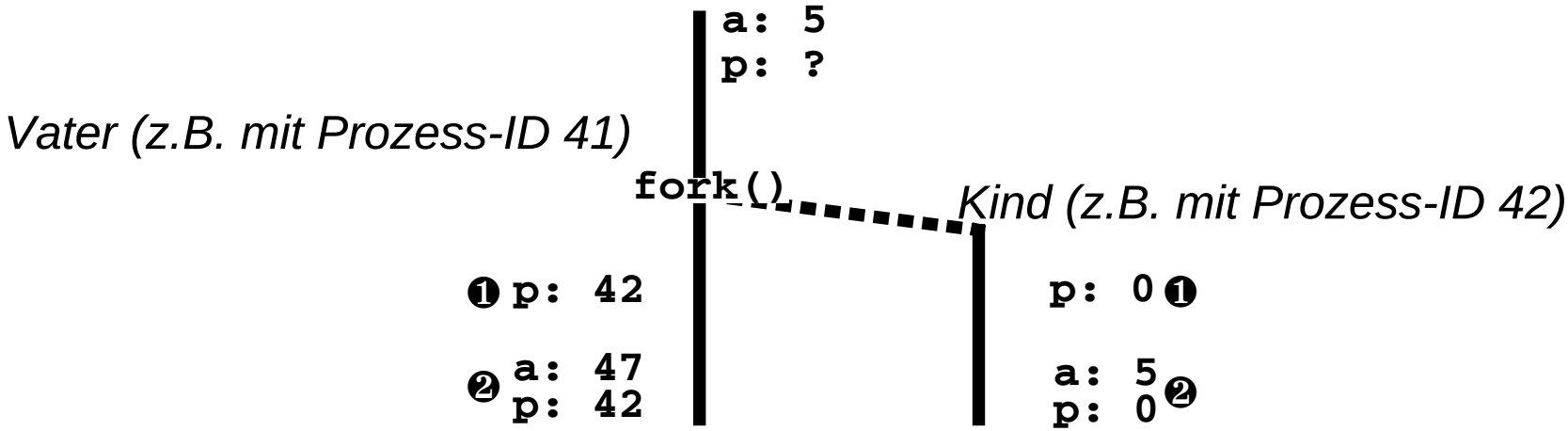
Ermittlung des Exitstatus
terminierter Kinder: **wait(2)**

fork(2)

- Erzeugt einen neuen Kindprozess (Vorlesung A | III-5)
- Exakte Kopie des Vaters...
  - Datensegment (neue Kopie, gleiche Daten)
  - Stacksegment (neue Kopie, gleiche Daten)
  - Textsegment (gemeinsam genutzt, da nur lesbar)
  - Filedeskriptoren (geöffnete Dateien)
  - ...
- ...mit Ausnahme der Prozess-ID
- Kind startet Ausführung hinter dem fork() mit dem geerbten Zustand
  - das ausgeführte Programm muss anhand der PID (Rückgabewert von `fork(2)`) entscheiden, ob es sich um den Vater- oder den Kindprozess handelt

fork(2)

```c
int a=5;
pid_t p = fork(); // (1)
a += p; // (2)
switch(p) {
  case -1: // fork-Fehler, es wurde kein Kind erzeugt
    ...
  case 0: //  Hier befinden wir uns im Kind
    ...
  default: // Hier befinden wir uns im Vater
    ...
}
```



exec(2)

- Lädt Programm zur Ausführung in den aktuellen Prozess (vgl. Vorlesung A | III-5.3)
- ersetzt aktuell ausgeführtes Programm: Text-, Daten- und Stacksegment
- behält: Filedeskriptoren (= geöffnete Dateien), Arbeitsverzeichnis, ...
- Aufrufparameter:
  - Dateiname des neuen Programmes
  - Argumente, die der main-Funktion des neuen Programms übergeben werden
- Beispiel

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

- `exec` kehrt nur im Fehlerfall zurück

exec(2)-Varianten

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

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

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

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

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

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

- Anmerkung: Alle Varianten von `exec(2)` erwarten als letzten Eintrag in der Argumentenliste einen NULL-Zeiger.

exit(2)

- beendet aktuellen Prozess mit angegebenem Exitstatus
- gibt alle Ressourcen frei, die der Prozess belegt hat, z.B.
  - Speicher
  - Filedeskriptoren (schließt alle offenen Dateien)
  - 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
  - Zombie-Prozesse belegen Ressourcen und sollten zeitnah beseitigt werden!
  - ist der Vater schon vor dem Kind terminiert, so wird der Zombie an den Prozess mit PID 1 (z.B. *init*) weitergereicht, welcher diesen sofort beseitigt

wait(2)

- Warten auf Statusinformationen von Kind-Prozessen mit Hilfe von `wait(2)`
- Beispiel:

```c
int main(int argc, char *argv[]) {
  pid_t pid;
  if ((pid=fork()) > 0) { // Vater
    int status;
    wait(&status);  // Fehlerbehandlung nicht vergessen
    // Zur Ausgabe des Statuses siehe Makros in wait(2)

  } else if (pid == 0) { // Kind
    execl("/bin/cp","/bin/cp","x.txt","y.txt", NULL);

    // diese Stelle wird nur im Fehlerfall erreicht
    perror("exec /bin/cp");
    exit(EXIT_FAILURE);
  } else {
    // Fehler bei fork
    ...
  }
}
```

wait(2)

- `wait(2)` blockiert, bis ein Kind-Prozess terminiert wird
  - PID dieses Kind-Prozesses wird als Rückgabewert geliefert
  - als Parameter kann ein Zeiger auf einen int-Wert mitgegeben werden, in dem unter anderem der Exitstatus des Kind-Prozesses abgelegt wird
  - in den Status-Bits wird eingetragen „was dem Kind-Prozess zugestoßen ist", Details können über Makros abgefragt werden:
    - Prozess mit `exit(2)` terminiert: `WIFEXITED(status)`
    - Exitstatus: `WEXITSTATUS(status)`
    - weitere siehe `wait(2)`

waitpid(2)

- Mächtigere Variante von `wait(2)`
- Wartet auf Statusänderung eines
  - bestimmten Prozesses: `pid>0`
  - beliebigen Kindprozesses: `pid==-1`
- Verhalten mit Optionen anpassbar
  - `WNOHANG`: `waitpid(2)` kehrt sofort zurück, wenn kein passender Zombie verfügbar ist
    - eignet sich zum Polling nach Zombieprozessen

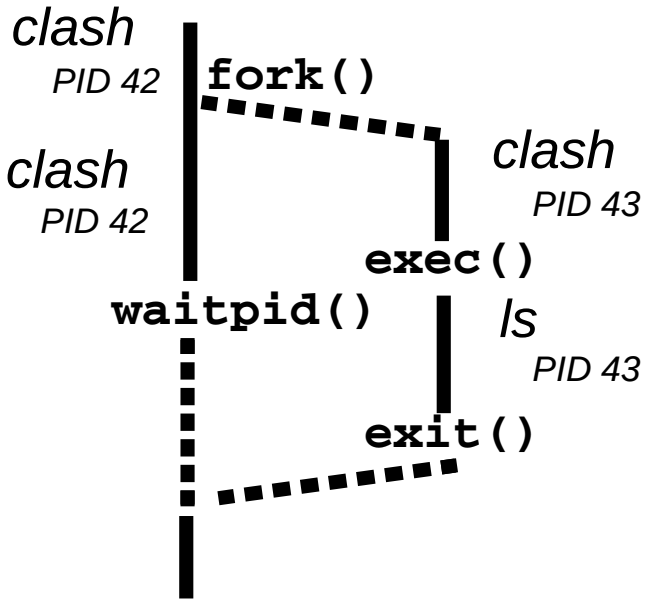
Agenda

Ziele der Aufgabe

- Arbeiten mit dem UNIX-Prozesskonzept
- Verstehen von Quellcode anderer Personen (plist.c)
- Erstellen eines Makefiles mit mehreren Dateien

Funktionsweise der clash

- Eingabezeile, aus der der Benutzer Programme starten kann



- Erzeugt einen neuen Prozess und startet in diesem das Programm
- Vordergrundprozess: Wartet auf die Beendigung des Prozesses und gibt anschließend dessen Exitstatus aus
- Hintergrundprozess: Wartet nicht auf Beendigung des Prozesses

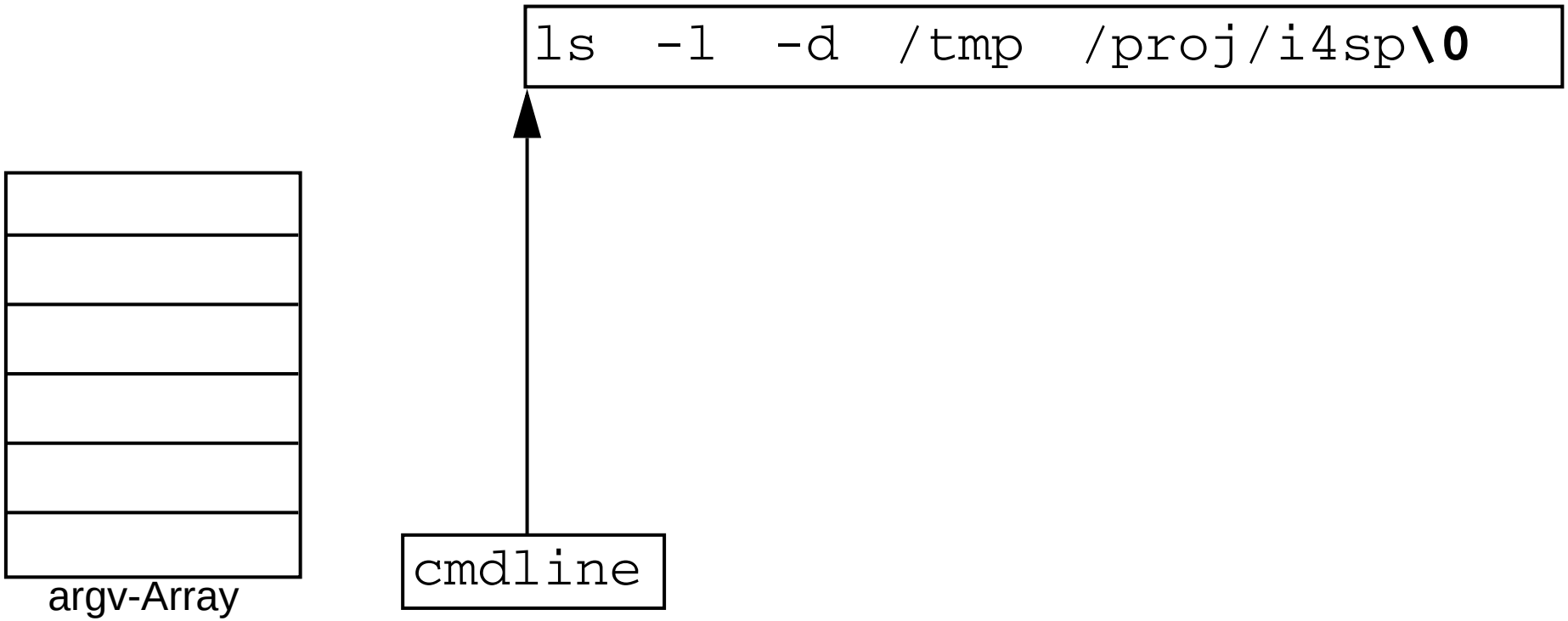
exec(3)-Varianten

- Anzahl der Kommandoparameter
  - gibt der Benutzer mit der Eingabe vor
  - können von Kommando zu Kommando unterschiedlich sein
    - die l-Varianten von `exec(2)` können nicht verwendet werden
- Die v-Varianten von `exec(2)` erhalten ein Argumentenarray als Parameter
  - dieses kann zur Laufzeit konstruiert werden
  - hierzu muss die Kommandozeile aufgeteilt werden (Trenner `'\t'` und `' '`)
  - das Argumentenarray ist ein Feld von Zeigern auf die einzelnen Token
  - terminiert mit einem *NULL*-Zeiger
- Zum Aufteilen der Kommandozeile kann `strtok(3)` benutzt werden

strtok(3)

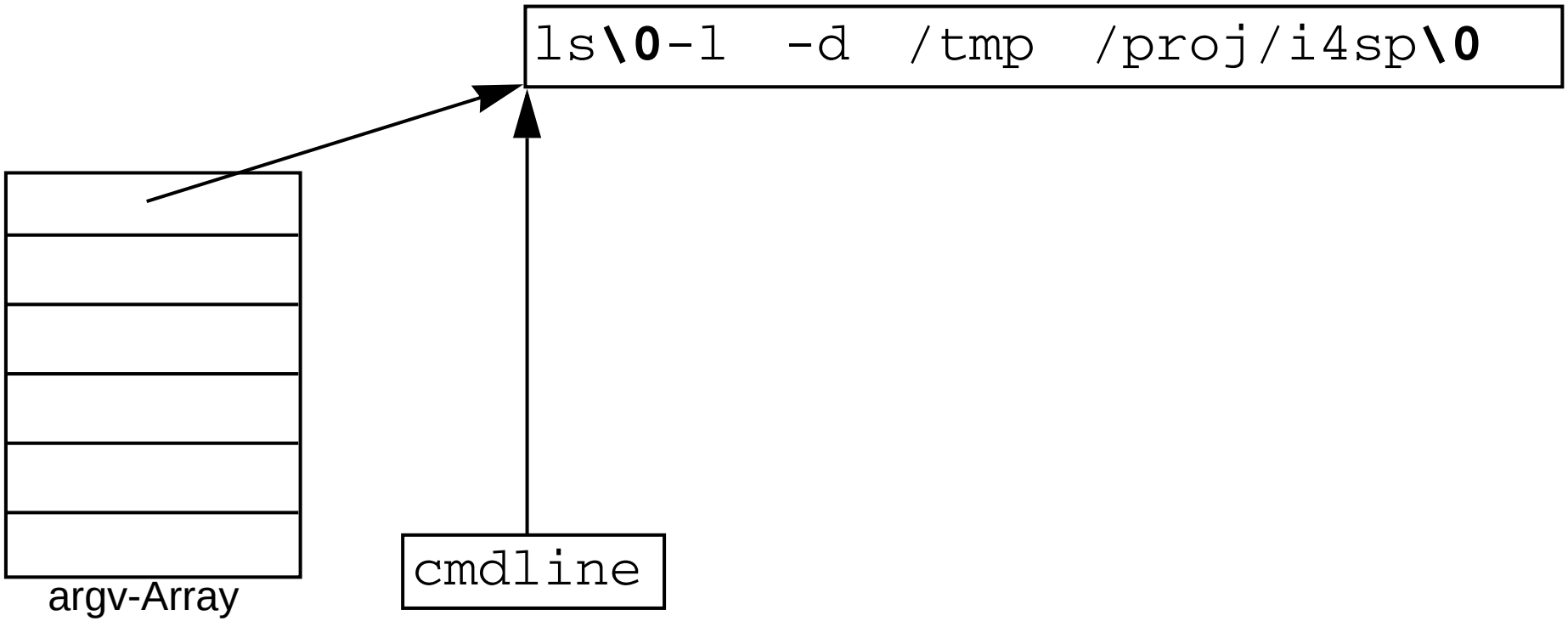
- `strtok(3)` teilt einen String in Tokens auf, die durch bestimmte Trennzeichen getrennt sind
- Wird sukzessive aufgerufen und liefert jeweils einen Zeiger auf das nächste Token (mehrere aufeinanderfolgende Trennzeichen werden hierbei übersprungen)
  - `str` ist im ersten Aufruf ein Zeiger auf den zu teilenden String, in allen Folgeaufrufen *NULL*
  - `delim` ist ein String, der alle Trennzeichen enthält, z.B. `" \t\n"`
- Bei jedem Aufruf wird das einem Token folgende Trennzeichen durch `'\0'` ersetzt
- Ist das Ende des Strings erreicht, gibt `strtok(3)` *NULL* zurück

strtok(3)



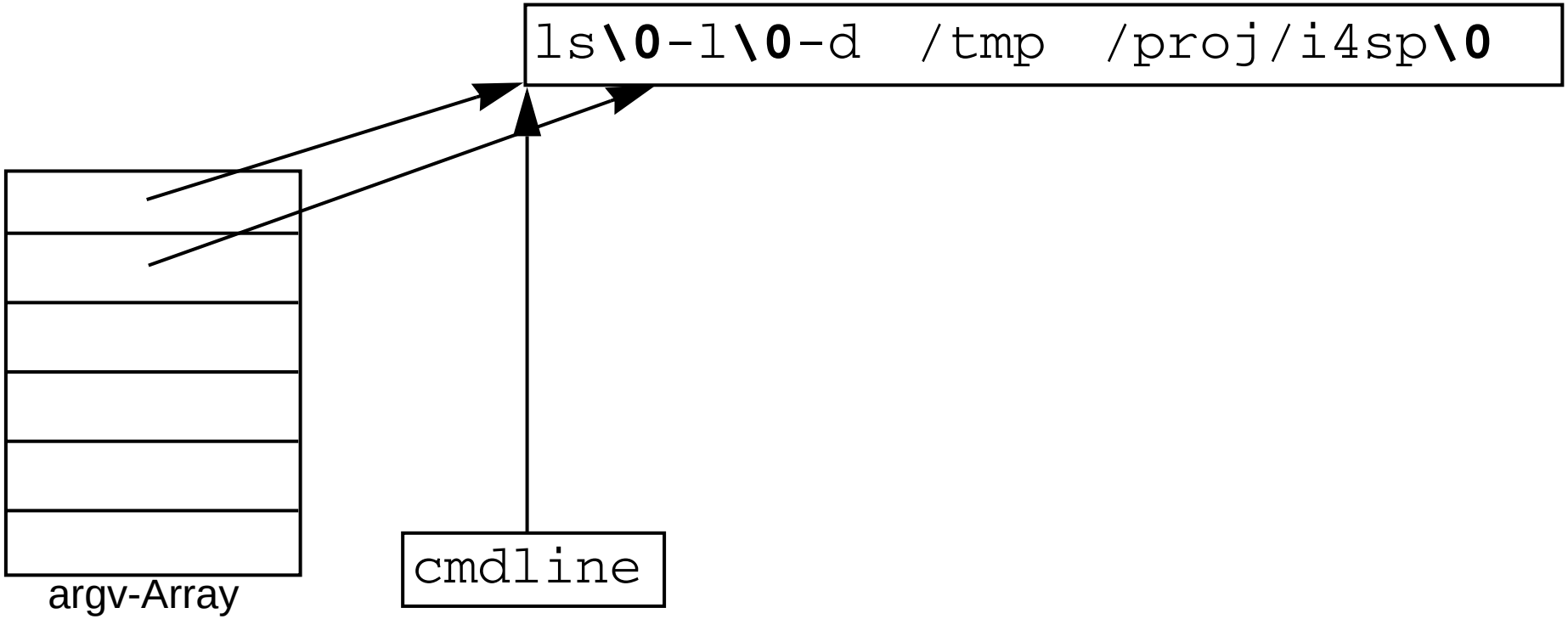
- Kommandozeile befindet sich als \0-terminierter String im Speicher

strtok(3)



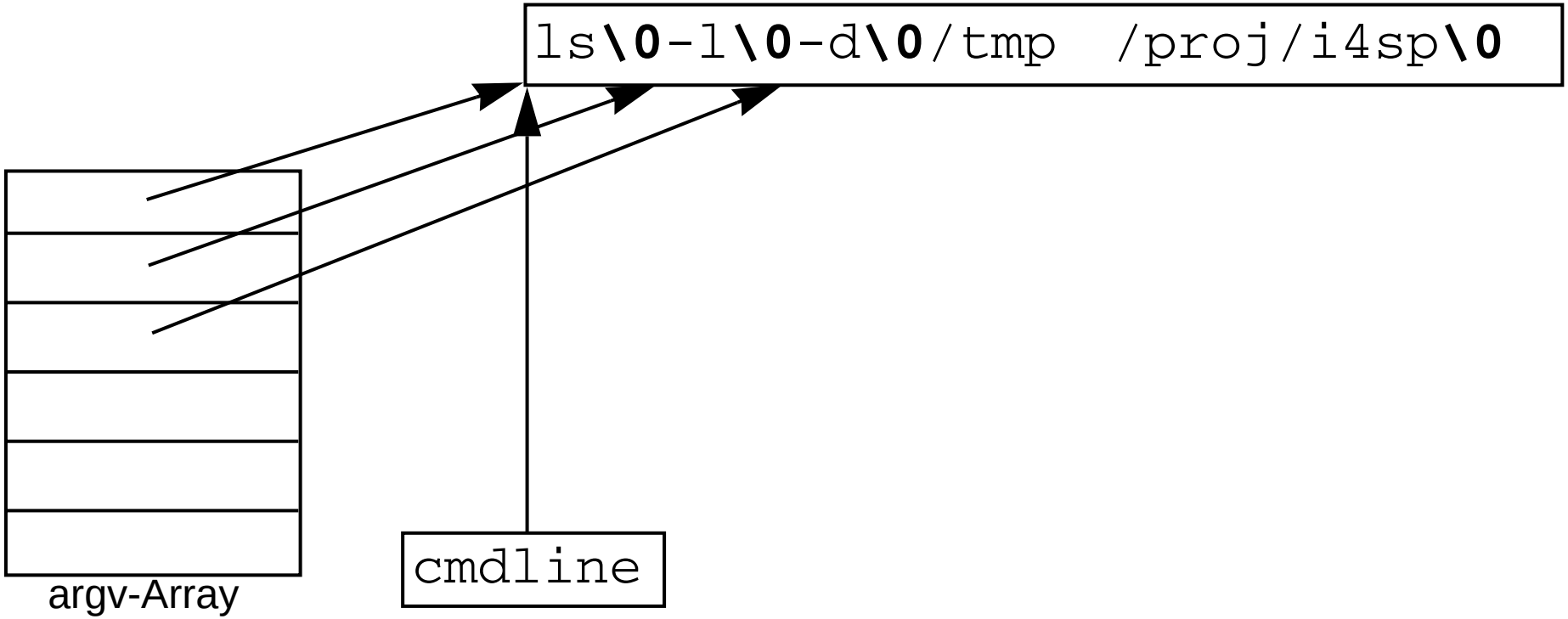
- Erster `strtok(3)`-Aufruf mit dem Zeiger auf diesen Speicherbereich
- `strtok(3)` liefert Zeiger auf erstes Token `ls` und ersetzt den Folgetrenner mit `'\0'`

strtok(3)



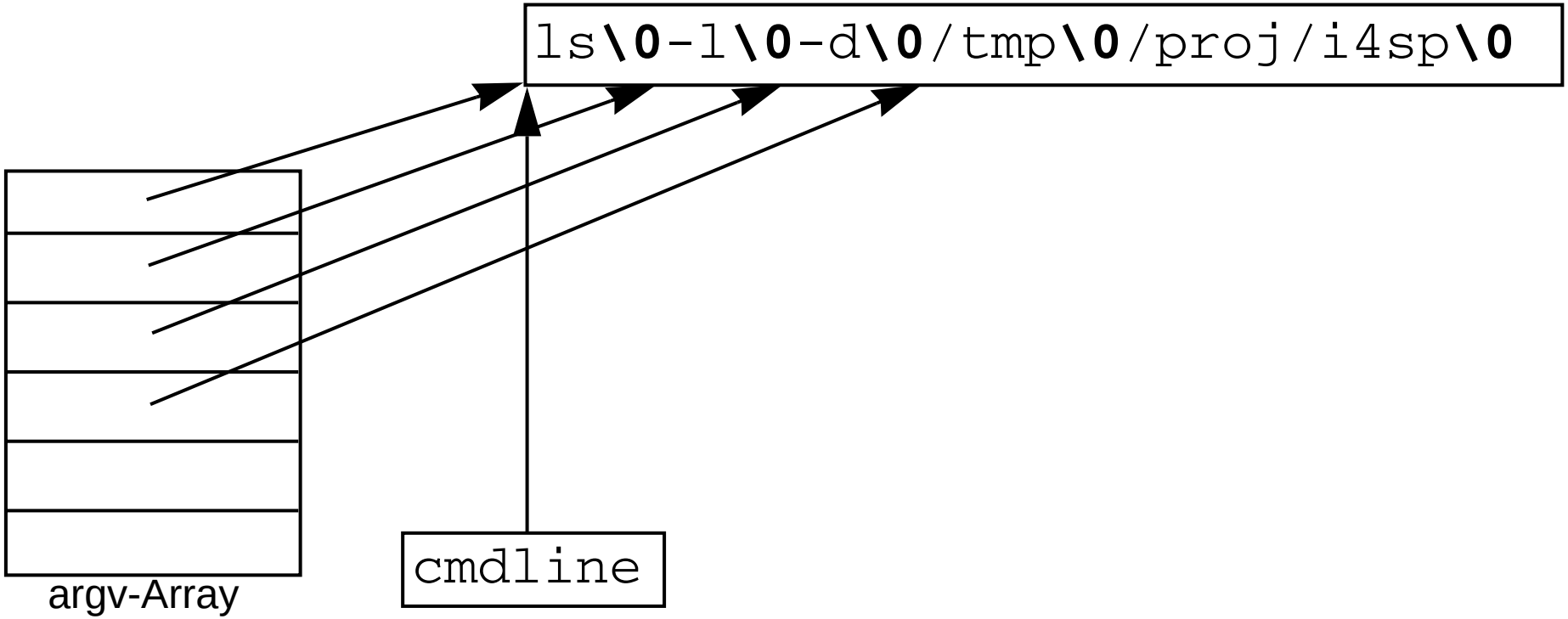
- Weitere Aufrufe von `strtok(3)` nun mit einem *NULL*-Zeiger
- `strtok(3)` liefert jeweils Zeiger auf das nächste Token

strtok(3)



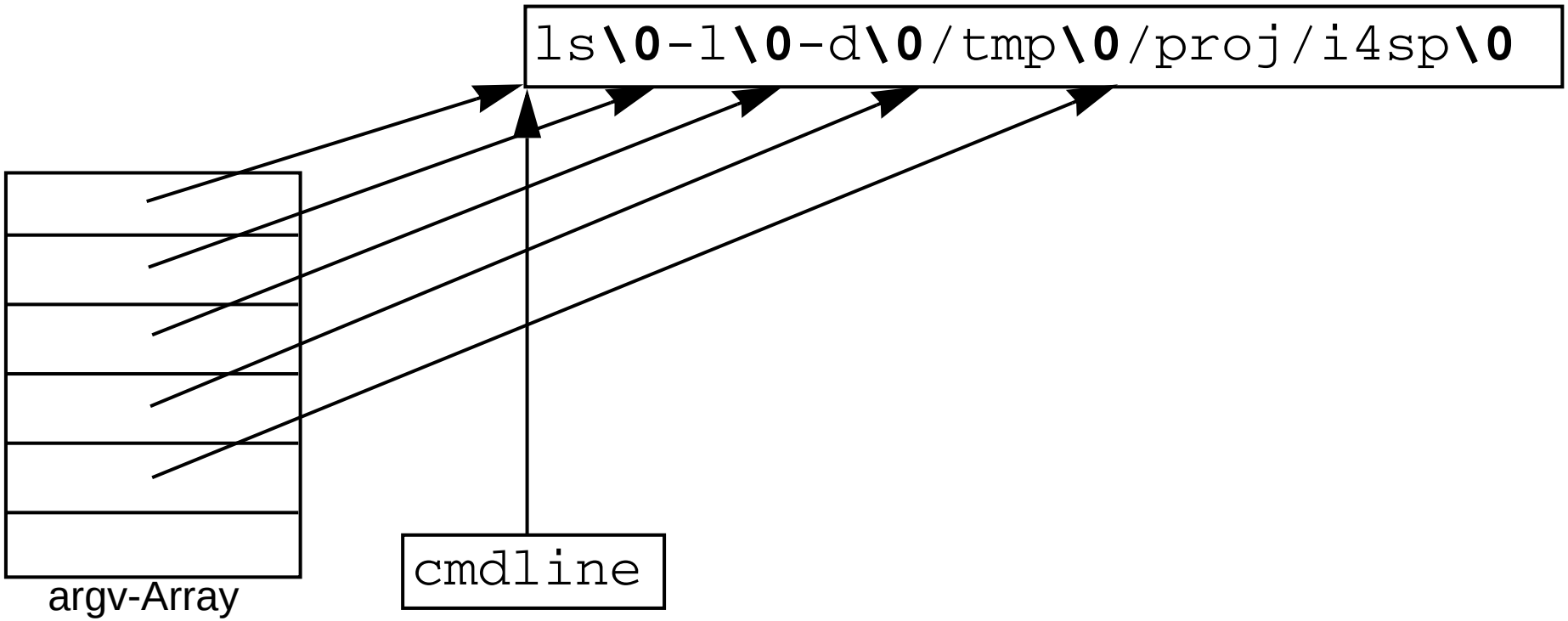
- Weitere Aufrufe von `strtok(3)` nun mit einem *NULL*-Zeiger
- `strtok(3)` liefert jeweils Zeiger auf das nächste Token

strtok(3)



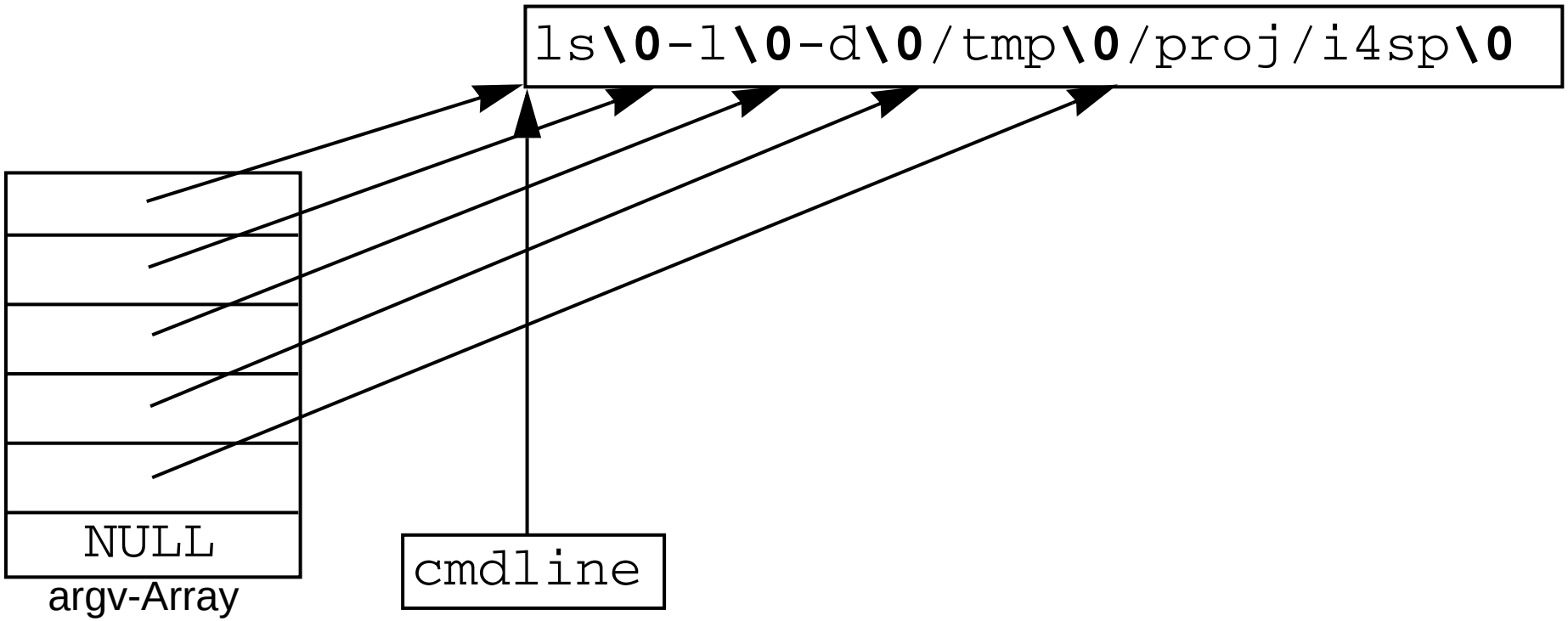
- Weitere Aufrufe von `strtok(3)` nun mit einem *NULL*-Zeiger
- `strtok(3)` liefert jeweils Zeiger auf das nächste Token

strtok(3)



- Weitere Aufrufe von `strtok(3)` nun mit einem *NULL*-Zeiger
- `strtok(3)` liefert jeweils Zeiger auf das nächste Token

strtok(3)



- Weitere Aufrufe von `strtok(3)` nun mit einem *NULL*-Zeiger
- Am Ende liefert `strtok(3)` *NULL* und das argv-Array hat die nötige Form

Funktion sysconf(3)

- Abfrage von Konfigurationsoptionen des Betriebssystems, z.B.
  - Maximale Länge der Kommandozeile für `exec(3)` (`_SC_ARG_MAX`)
  - Maximale Länge einer Zeichenkette, die auf einmal eingelesen werden kann (stdin oder Datei) (`_SC_LINE_MAX`)

Agenda

Aktive Mitarbeit!

„Aufgabenstellung“

Programmieraufgabe aus der Miniklausur vom 14. Juni 2010