Prozesse in Unix

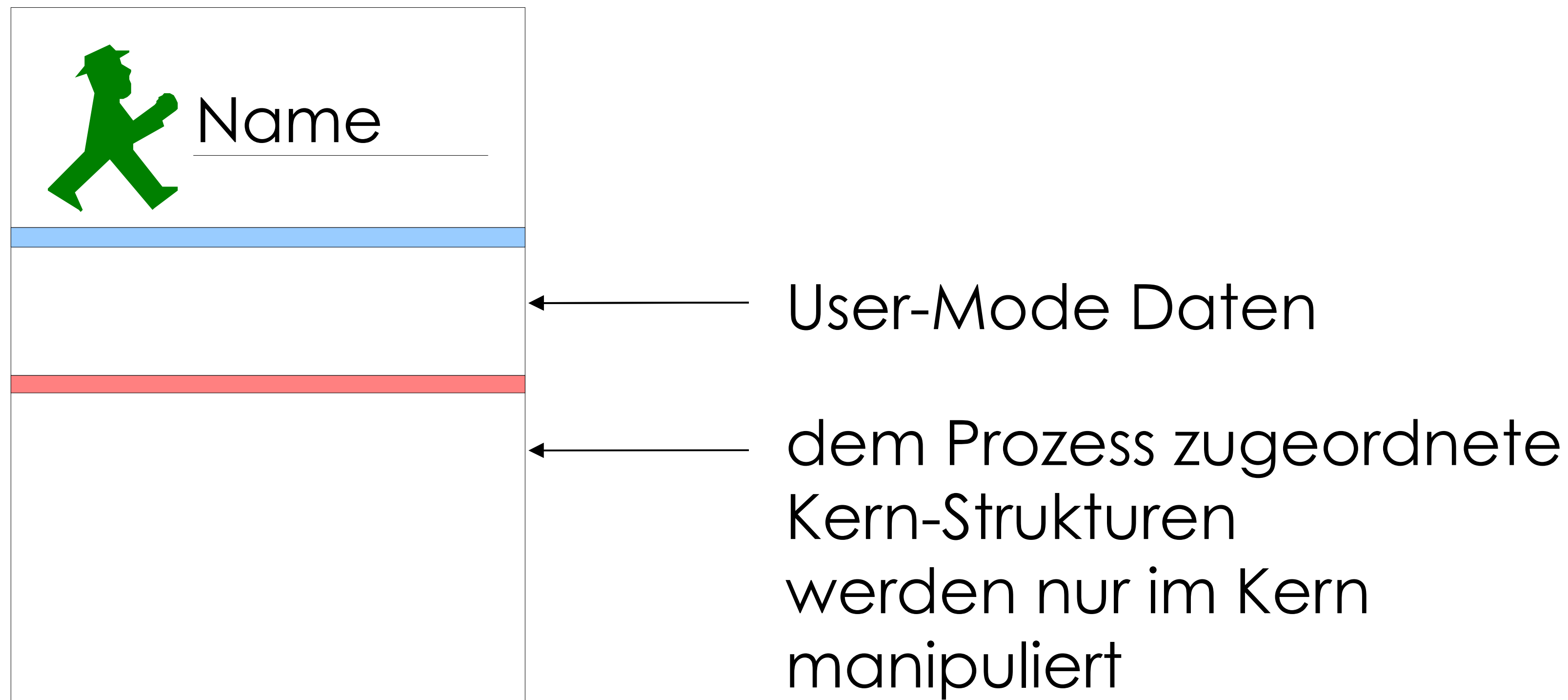
Unix-Prozess

- ein Programm
- ein Thread
- ein Adressraum ...
- „is a program in execution“
- „Besitzer" aller Betriebsmittel (Speicher, Dateien, ...)
- repräsentiert Prinzipale (durch UId/GId)

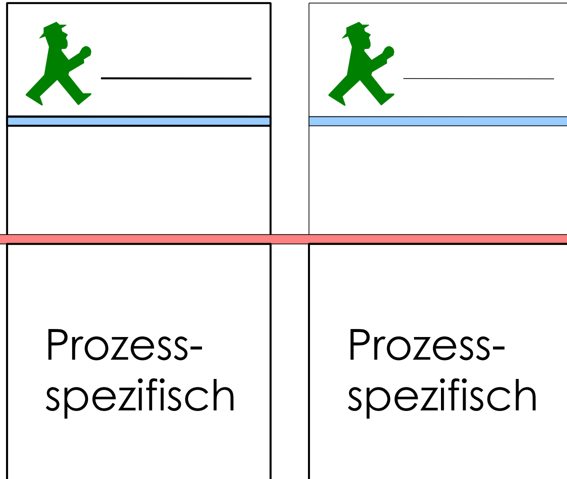
Viele Prozesse pro Rechner

- Benutzerprozesse
- Hintergrund-Systemprozesse („daemons“)

Darstellung Unix-Prozesse im Folgenden



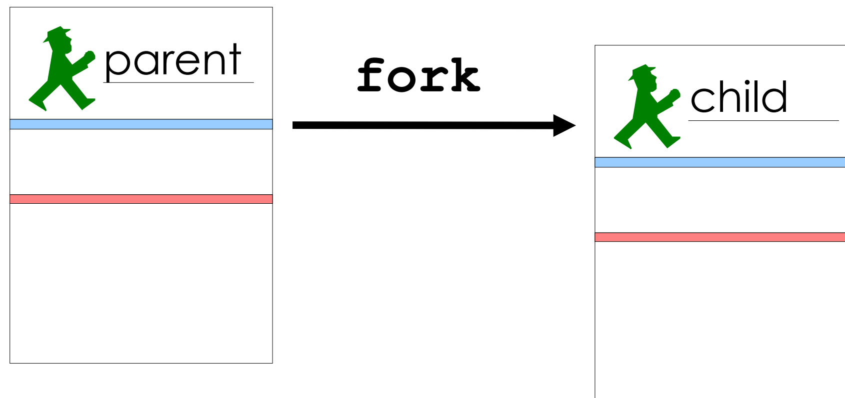
Kern-Adressraum



- weitere Datenstrukturen des Kerns – z. B. Tabelle der offenen Dateien
- Kern-Code

Kernaufruf: Erzeugung von Prozessen

```
pid = fork();
//Erstellen einer exakten Kopie des Aufrufers
//inklusive Adressraum, aller Dateideskriptoren ...
```




```
if (pid == 0) {
  //child code
} else {
  printf(„new child: PID = %d\n“, pid); //parent code
}
```

Weitere Kernaufrufe

`s = exec(file, argument, environment)`

- ersetzt Speicherinhalt durch Inhalt von `file` und führt `file` aus
- schreibt Argumente und Umgebungsvariablen an Anfang des Kellersegments

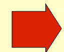
`exit(status)`

- existiert noch (als „Zombie“), bis Eltern-Prozess `wait` ausführt
- überträgt Ergebnis zum Eltern-Prozess

`s = waitpid(pid, status, block or run)`

- wartet auf Ende des Kindprozesses `pid`
  bei `pid` = -1 auf irgendein Kind
- Ergebnis des Kindprozesses in `status`

Beispiel: Shell mittels fork/exec



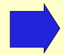
```
read (command, params);

pid = fork();
// erzeugt Kopie des Aufrufers (d.h. der Shell)
// Kind erhält fd des Eltern-Prozesses
// beide Prozesse setzen Abarbeitung hinter fork fort

if (pid < 0){
   // Fehlerbehandlung
} else if (pid != 0) {
   // Eltern-Prozess
   waitpid(pid, &status, 0); // warte auf Kind-Prozess
} else {
   // Kind
   exec(command, params, env);
}
```

Beispiel: Shell mittels fork/exec

```
read (command, params);

pid = fork();
// erzeugt Kopie des Aufrufers (d.h. der Shell)
// Kind erhält fd des Eltern-Prozesses
// beide Prozesse setzen Abarbeitung hinter fork fort

if (pid < 0){
    // Fehlerbehandlung
} else if (pid != 0) {
    // Eltern-Prozess
    waitpid(pid, &status, 0); // warte auf Kind-Prozess
} else {
    // Kind
    exec(command, params, env);
}
```

Beispiel: Shell mittels fork/exec

```
read (command, params);

pid = fork();
// erzeugt Kopie des Aufrufers (d.h. der Shell)
// Kind erhält fd des Eltern-Prozesses
// beide Prozesse setzen Abarbeitung hinter fork fort

if (pid < 0){
    // Fehlerbehandlung
} else if (pid != 0) {
    // Eltern-Prozess
    waitpid(pid, &status, 0); // warte auf Kind-Prozess
} else {
    // Kind
    exec(command, params, env);
}
```



Threads (Unix Nachfolger)

- Bibliotheksfunktionen (z.B. „pthreads“)
- Linux syscall; clone(….)

```
    main()
{
  p1 = pthread_create(thread_function);
  p2 = pthread_create(thread_function);

  // do something else

  pthread_join(p1);
  pthread_join(p2);
}
```

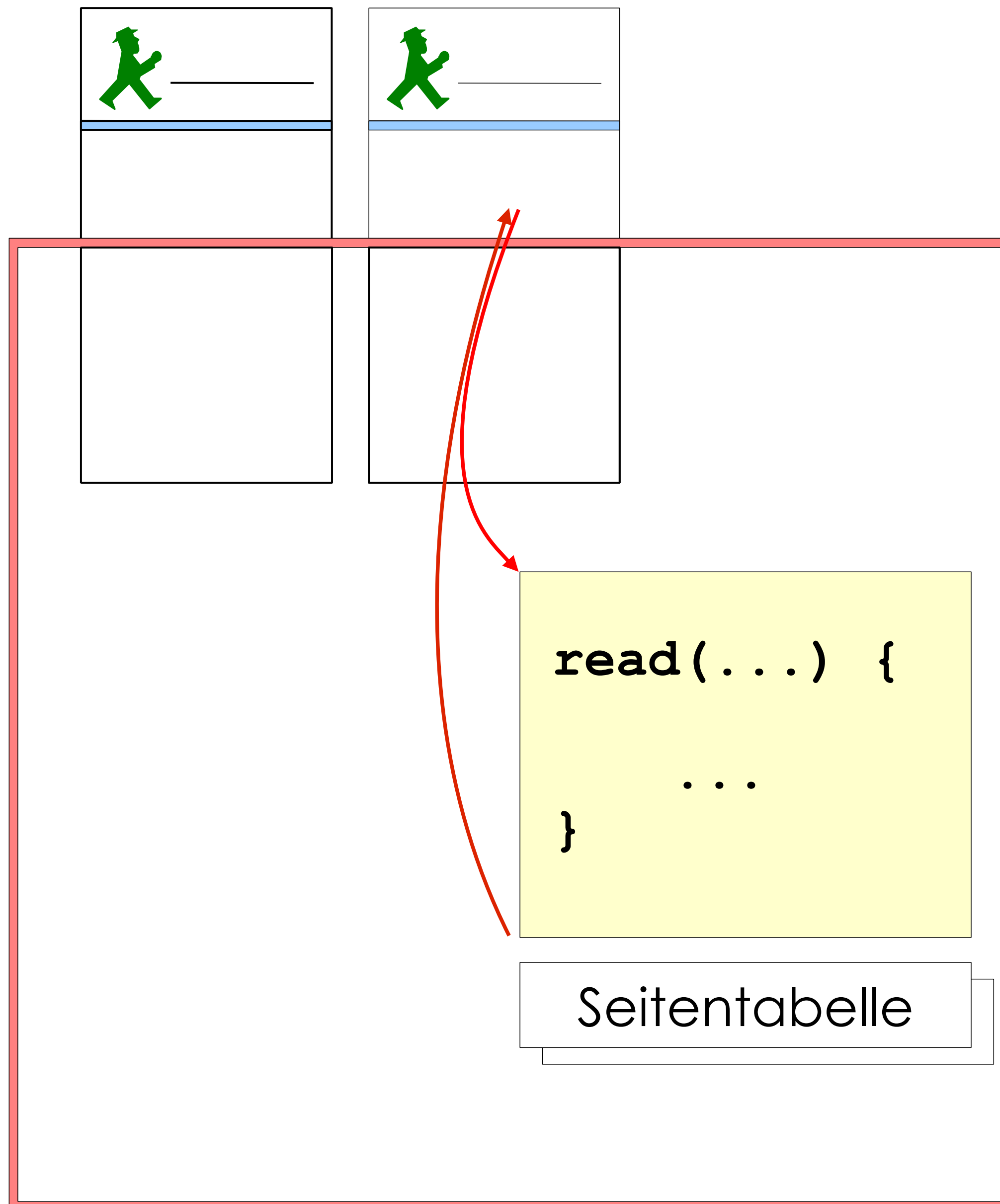
Kernaufrufe (System-Calls)

Beispiel

```
status = read (10, buf, anzahl);
```

- Ergebnis: Anzahl der gelesenen Bytes
- Konvention: -1 → Fehler
- Meldung der Fehlerursache: **`errno`**

Schutz des Kerns?



- Wie wird der Kern sicher aufgerufen?
- Wie werden Kern-Strukturen geschützt?
  (Beispiele später)

Prozessor-Modi: usermode/kernelmode

Kernelmode	Usermode
Alle Instruktionen	Teilmenge
User- und Kernel-Mode Speicher des Adressraums	User-Mode Teil des Adressraums
Umschalten des Adressraums	

Kernaufruf im Detail

Benutzerprozess

```
read(...) {

  //Parameteraufbereitung
     ...
  call = read;
  TRAP
```

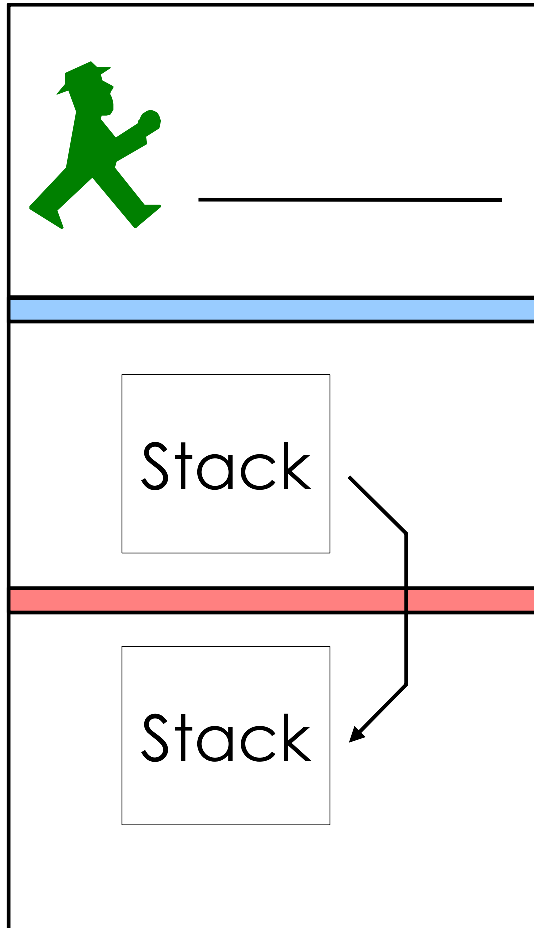
Kern

```
//TRAP-Entry
   switch (call) {
      case read:
         ...
         return from trap
      case write: ...
```

```
  //weiter geht's
  ...
}
```

- User-Mode: kein Zugriff auf Kern-Adressraum
- Kernel-Mode: Zugriff auf Kern- und Benutzer-Adressraum

Zwei Keller pro Prozess: User, Kernel

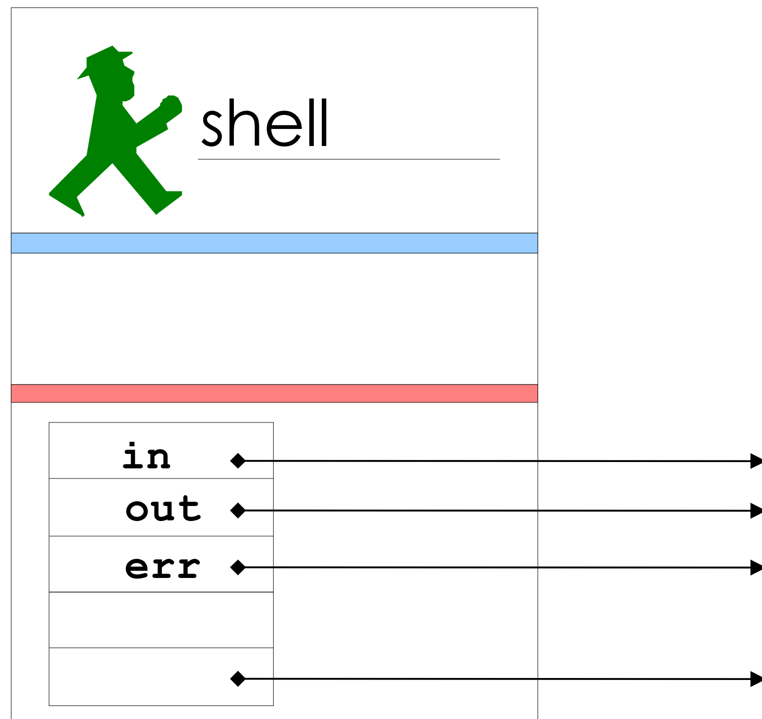


Bei Systemcalls wird

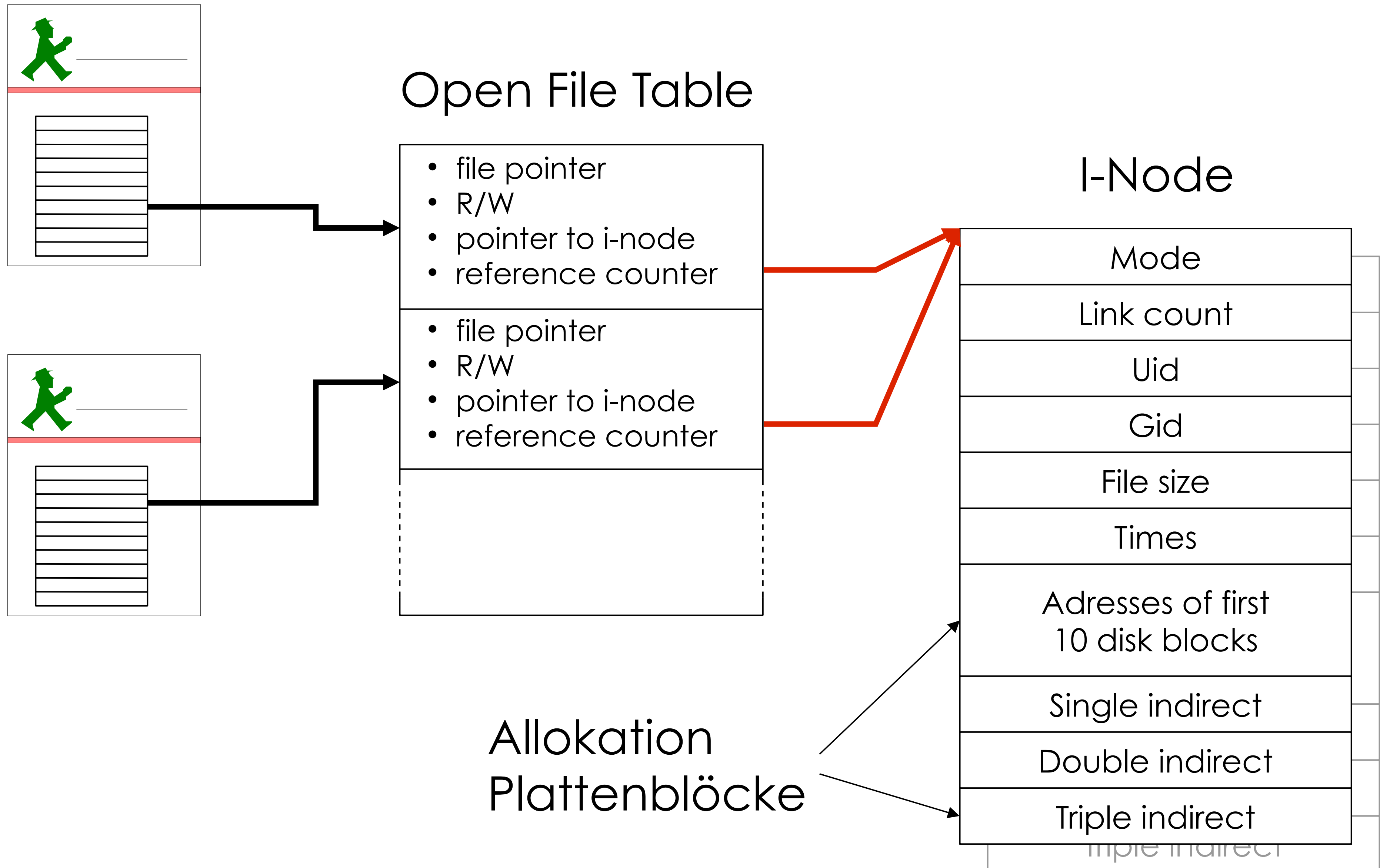
- auf den Kern-Keller geschaltet
- der Kernmodus eingeschaltet

  dadurch wird der
  Kern-Adressraum sichtbar
- an eine feste Einsprungstelle gesprungen und von dort kontrolliert verzweigt

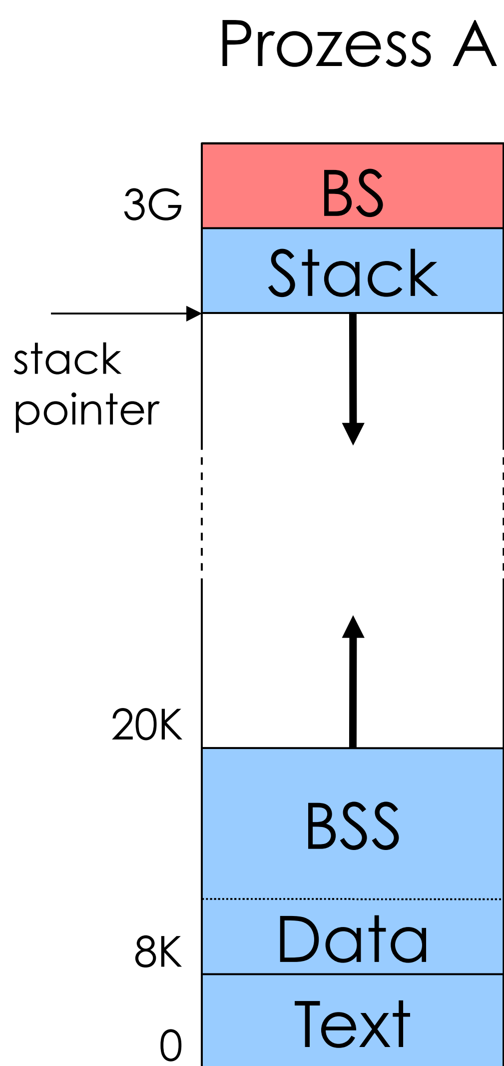
Kernschnittstelle: Datei-Deskriptoren



Kerninterne Datenstrukturen



Das Unix-Speichermodell



Daten-Segment

- globale Daten eines Programms
  - **Data**: initialisierte Daten
  - **BSS**: per Konvention mit 0 initialisiert
    erweiterbar durch Systemaufruf `brk`

Textsegment

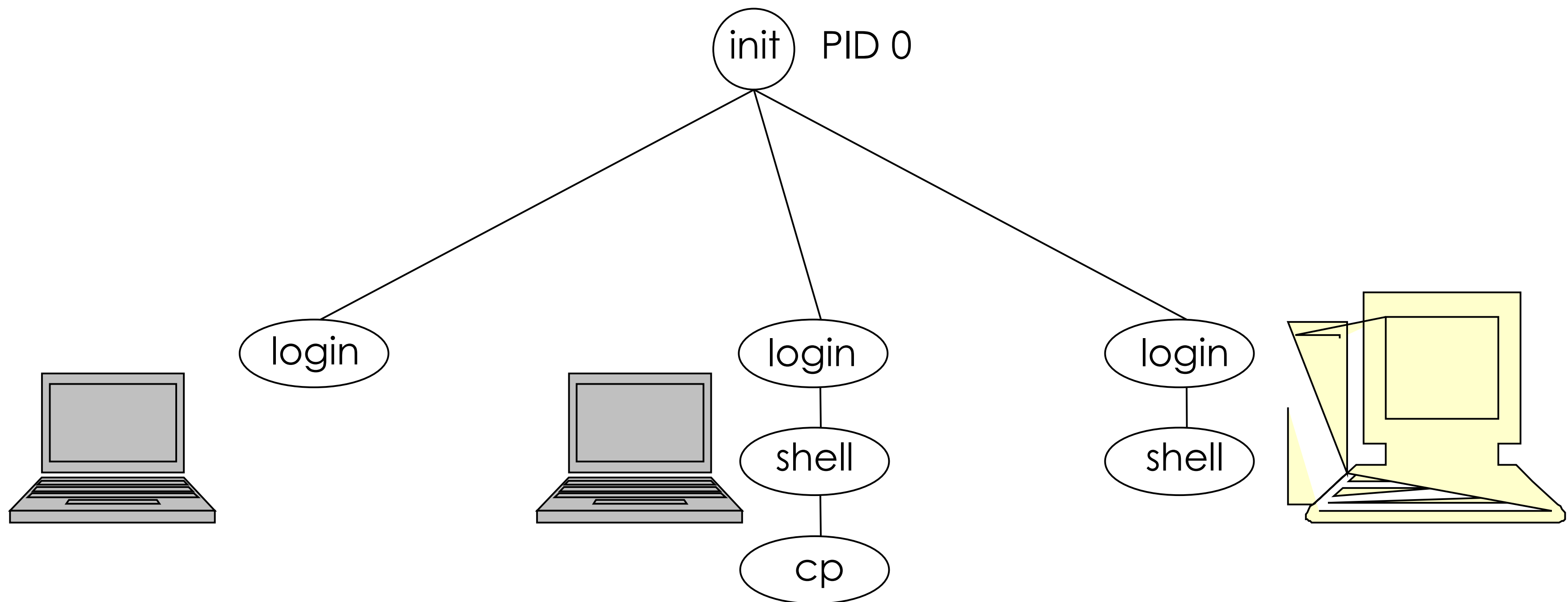
- enthält Maschinencode
- read only
- erste Seite frei zum Entdecken nicht-initialisierter Pointer
- "shared text"

Keller-Segment

- Keller (Stack)
- enthält Parameter und Kontext (environment)

Systemstart und Login

- **`init`** – der erste Prozess



Wegweiser

Geschichte und Struktur von Unix

Vom Programm zum Prozess

Unix-Grundkonzepte
- Dateien
- Prozesse

Prozess-Kommunikation
- Signale
- Pipes
- Sockets

Rechte und Schutz

Prozesskommunikation: Signal, Pipe und Socket

Signale

- Senden von Signalen: z. B.
  - kill-Kernaufruf (`kill(pid, SigNo)`)
  - Terminaltreiber

- Disponieren:
  - gar nichts: Default-Verhalten, z. B. Abbruch
  - ignorieren: Signal verpufft
  - blockieren: Signal wird später zugestellt (nach unblock)
  - zustellen: Signalhandler wird aufgerufen

Signale

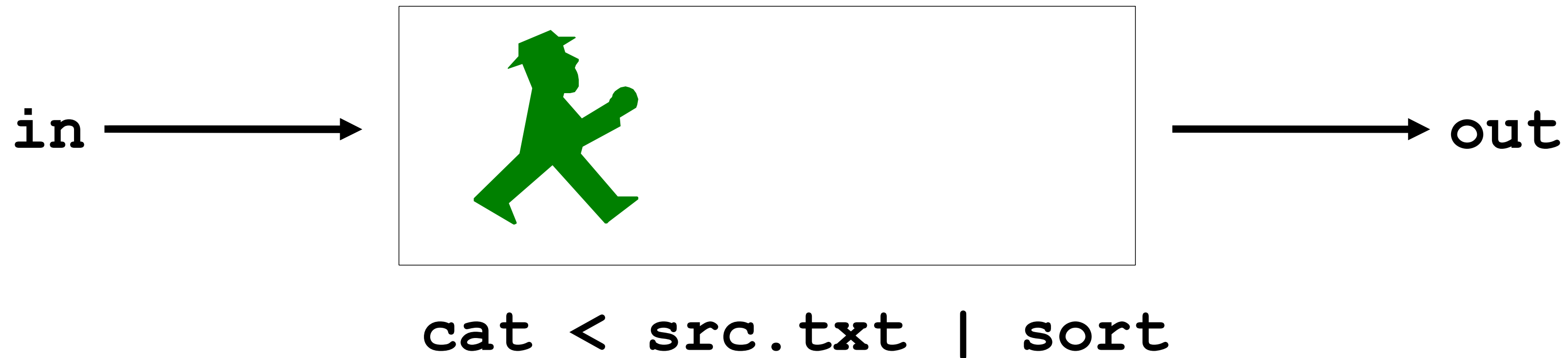
Signal	Cause
SIGABRT	Sent to abort process and force a core dump
SIGALARM	The alarm clock has gone off
SIGFPE	A floating point error has occurred (e.g., division by 0)
SIGHUP	The phone line the process was using has been hung up
SIGILL	The process has executed an illegal machine instruction
SIGINT	The user has hit the DEL key to interrupt the process
SIGOUIT	The user has hit the ley requesting a core dump
SIGKILL	Sent to kill a process (cannot be caught or ignored)
SIGPIPE	The process has written on a pipe with no readers
SIGSEGV	The process has referenced an invalid memory address
SIGTERM	Used to request that a process terminate gracefully
SIGUSR1	Available for application-defined purposes
SIGUSR2	Available for application-defined purposes

Pipes und Filterketten

- Programme lesen von STDIN und schreiben nach STDOUT
- Kein Unterschied, ob lesen/schreiben von/in Datei oder über pipe zu einem anderen Prozess.

```
cat a > b

cat < a  > b

cat a | lpr

cat a | sort | lpr
```

Shell-Ebene: Prozesse als Filter

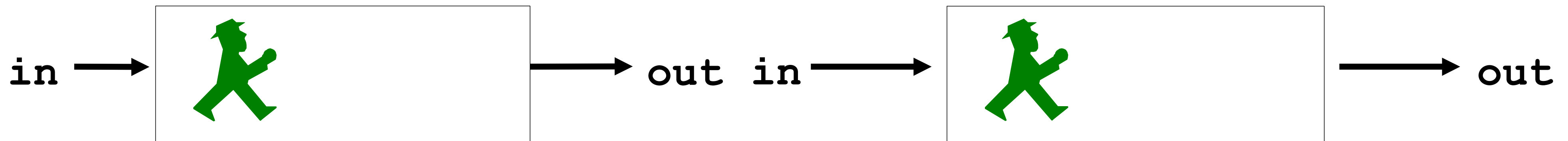


`sort <in >out`

- Datenstrom als durchgängiges Konzept, spezielle Dateien per Konvention (`stdin`, `stdout`)
- Normalfall:
  - Tastatur als "standard in"
  - Terminal als "standard out"

➔ Ein/Ausgabe als Spezialfall von Dateien

Shell-Ebene: Prozesse als Filter




```
cat < src.txt | sort
```

```
sort <mylist.txt | lpr
```

```
cat | sort | lpr
```

"Pipes" als spezielle Datenstrom-Dateien

→ Datenstrom als durchgängiges Konzept !

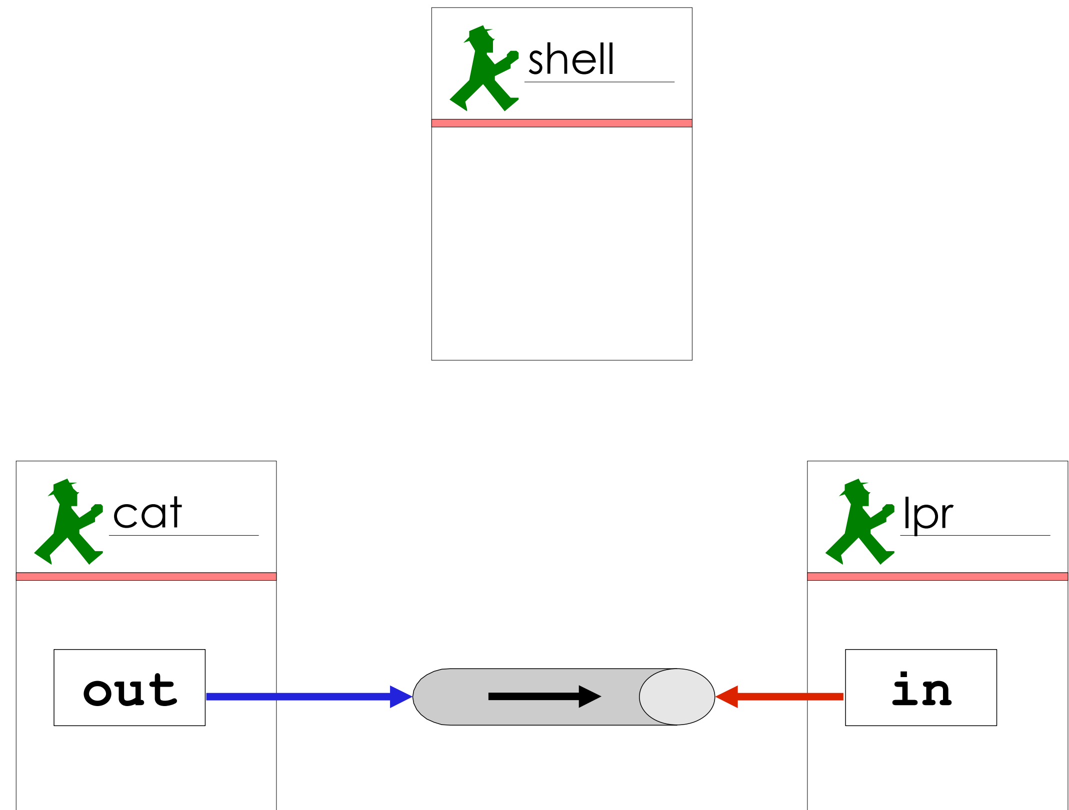
Beispiel: cat <in >out

```
read (command, params);

pid = fork();

  if (pid < 0) {
     // Fehlerbehandlung
  } else if (pid != 0) {

      waitpid(pid, &status, 0); // warte auf Kind-Prozess
  } else {

      close(0); open(in, ...);  // ersetze vorh. fd
      close(1); open(out, ...); // durch in/out

     exec(command, params, env);
  }
```

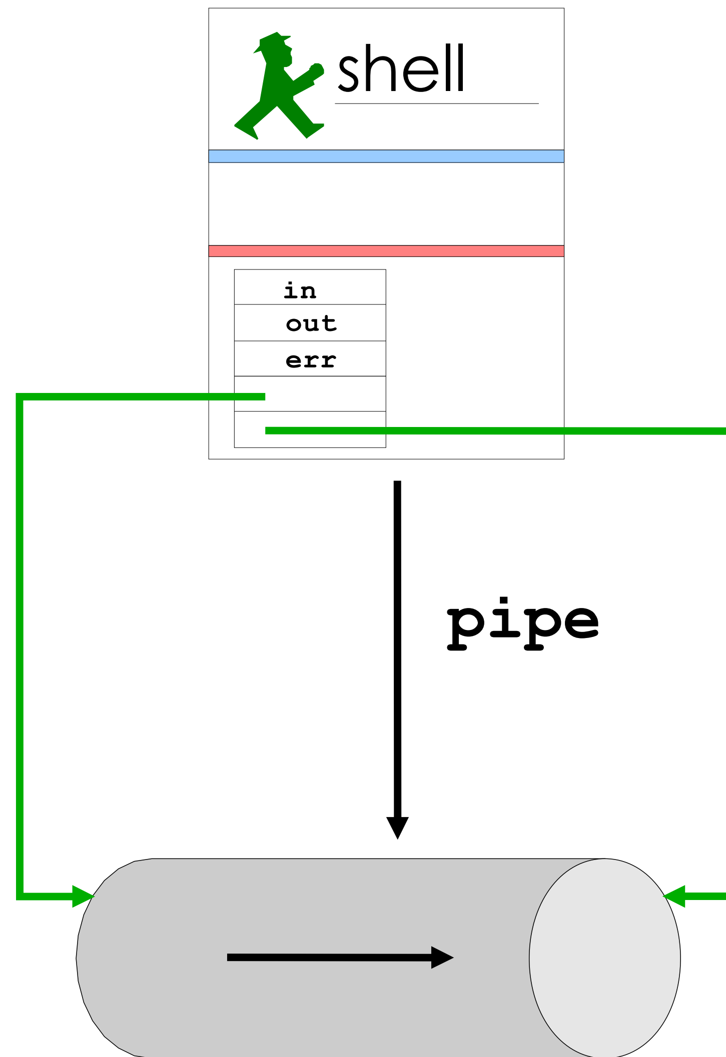
Pipes und Filterketten

z. B. **`cat | lpr`**

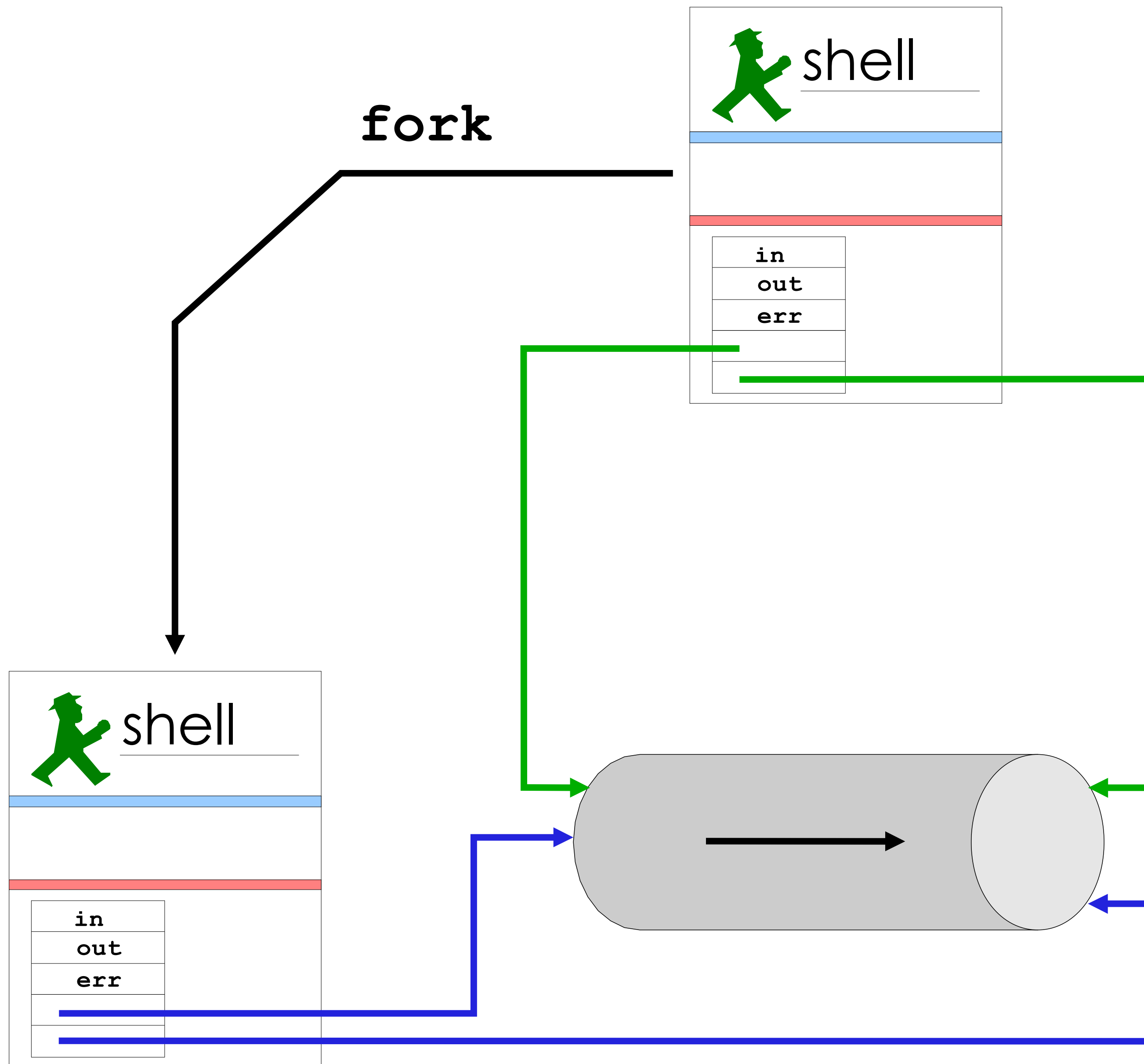
- **`pipe`**
  erzeugt pipe mit 2 fd (fd1, fd2)
- **`fork`**: Kind1 für **`cat`**
- **`fork`**: Kind2 für **`lpr`**
- Elternteil (shell):
  schliesst fd1, fd2
- Kind1:
  schließt fd2
  schließt stdout
  fd1 → stdout
  schließt fd1
  `exec cat`
- Kind2: spiegelbildlich



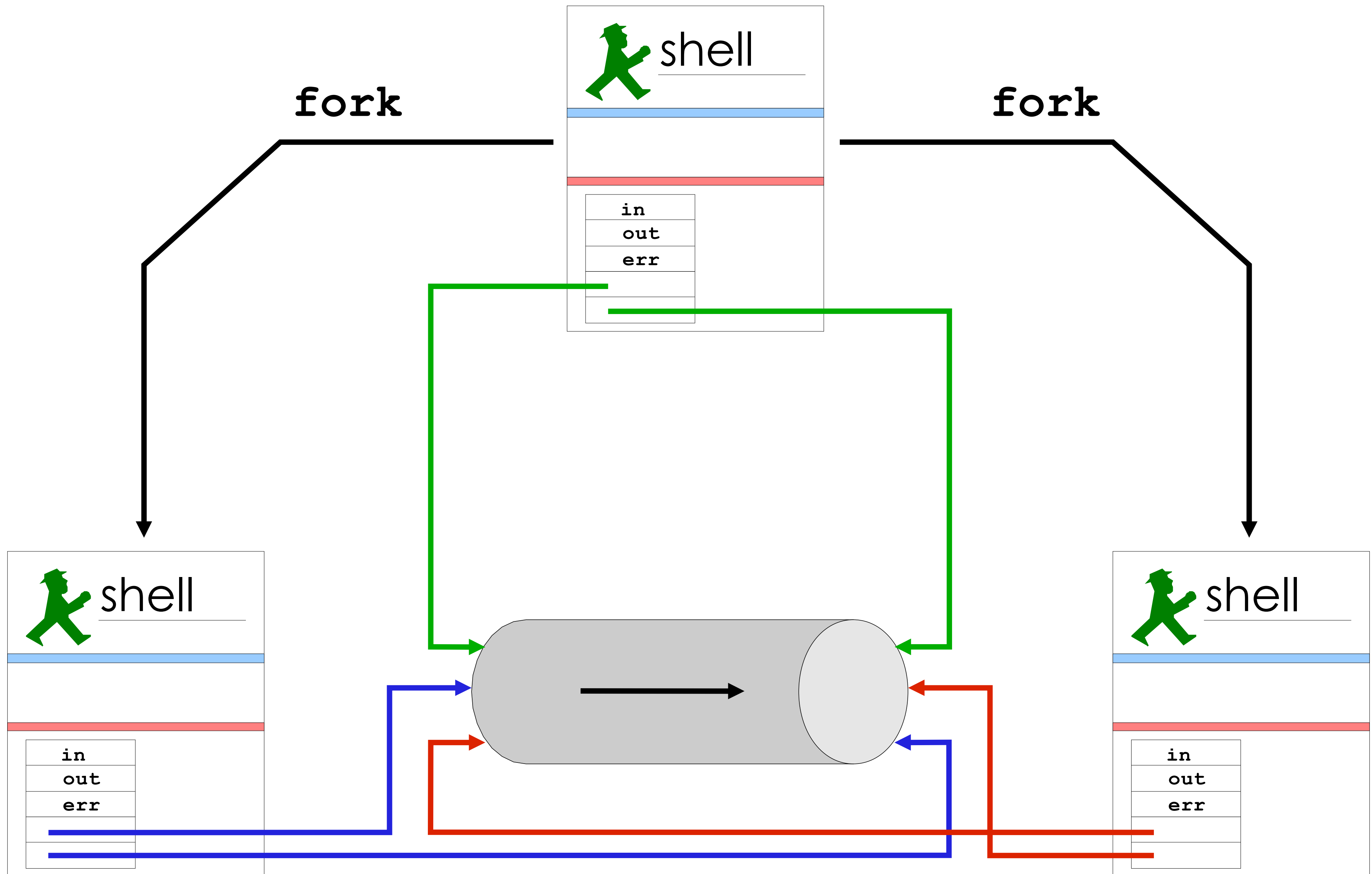
Aufbau einer Filterkette mit Pipes



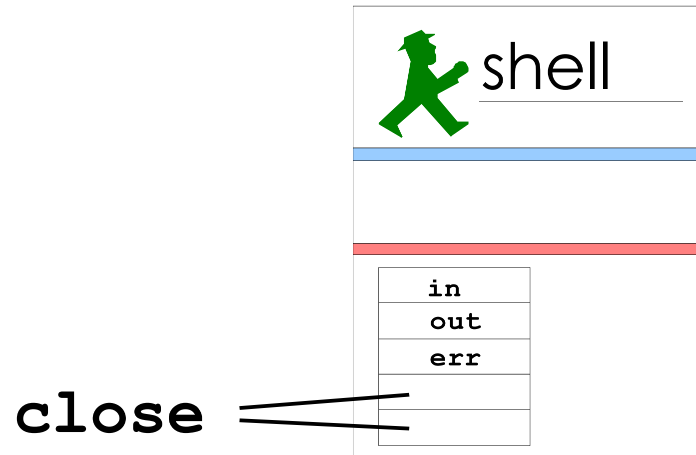
Aufbau einer Filterkette mit Pipes

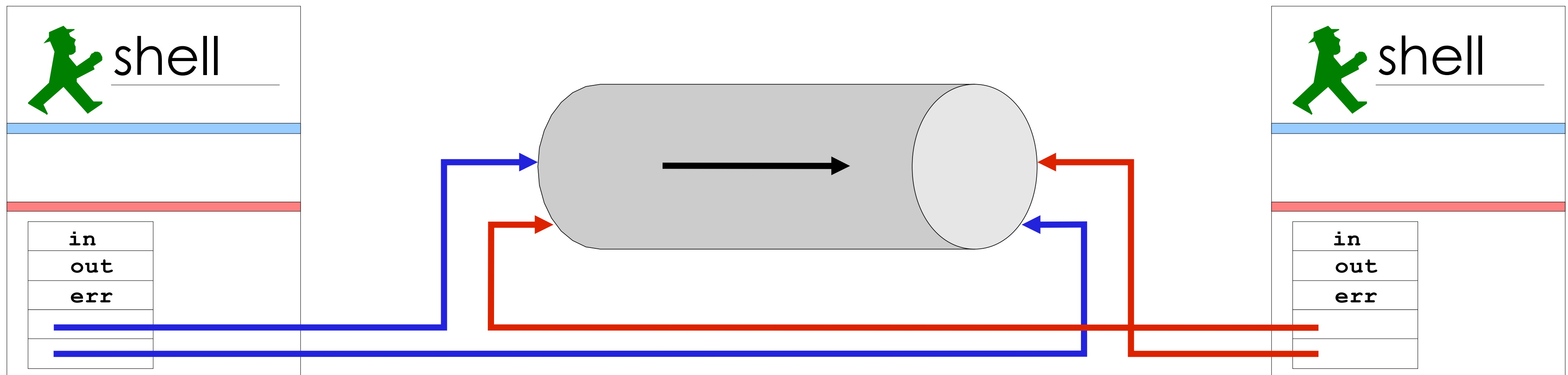


Aufbau einer Filterkette mit Pipes

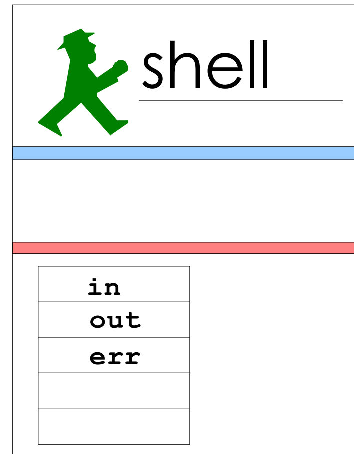


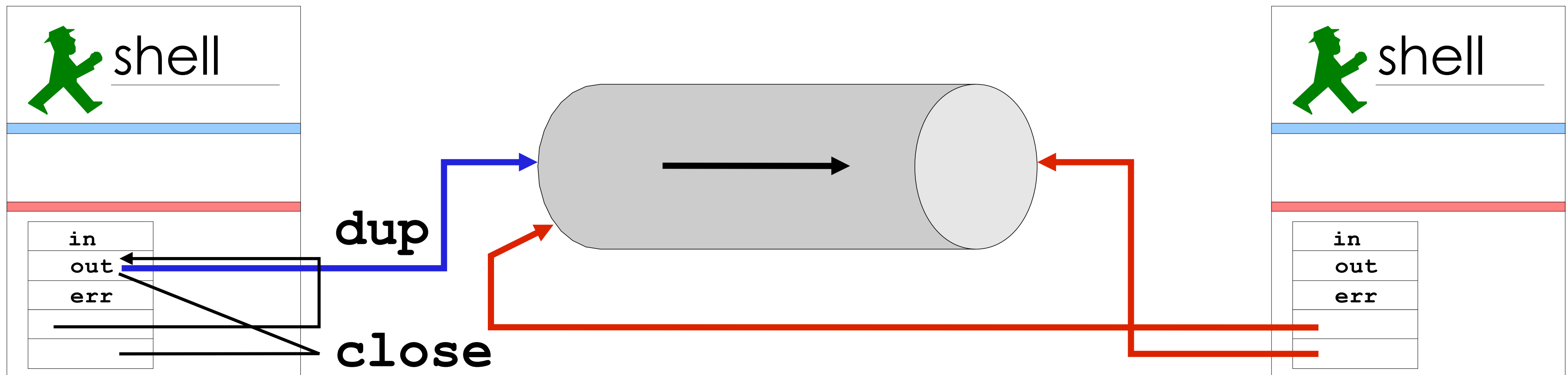
Aufbau einer Filterkette mit Pipes



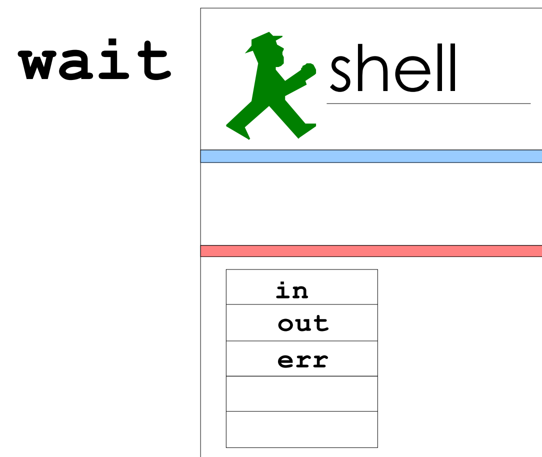


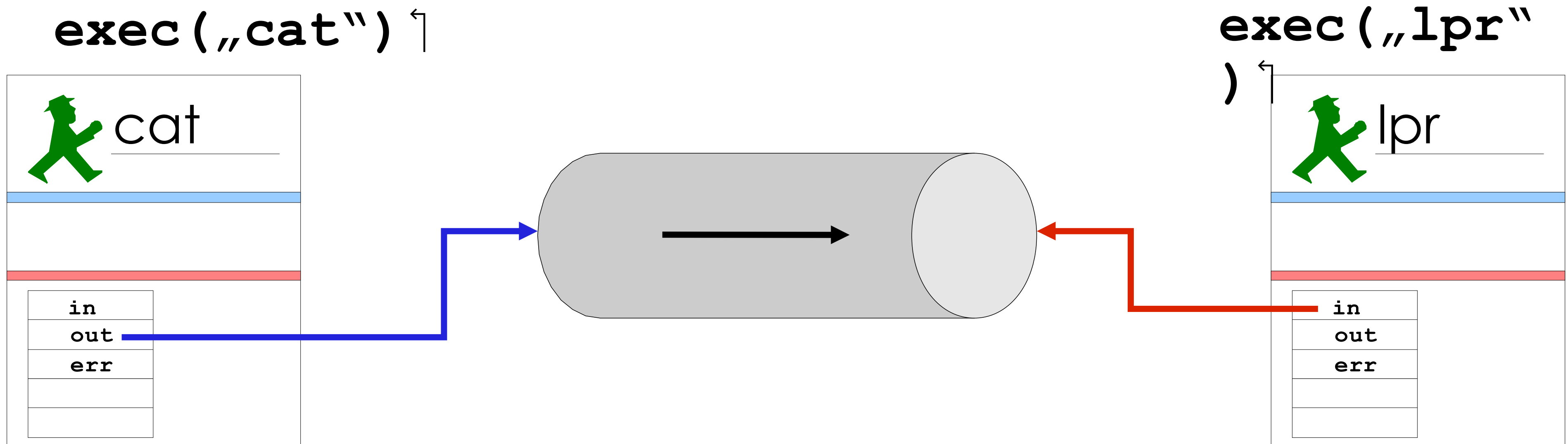
Aufbau einer Filterkette mit Pipes



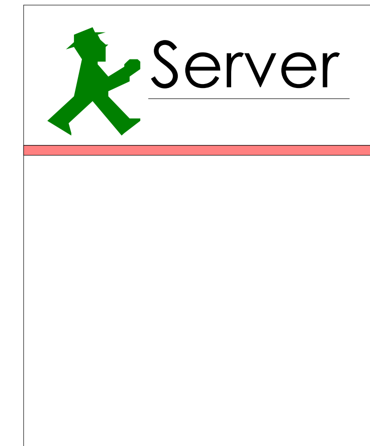


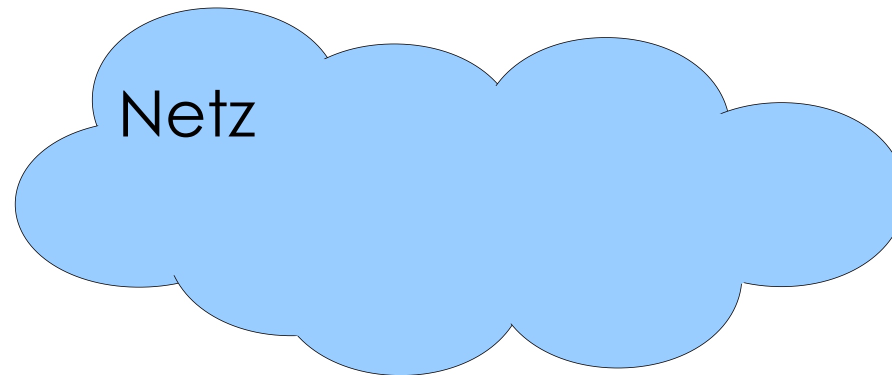
Aufbau einer Filterkette mit Pipes



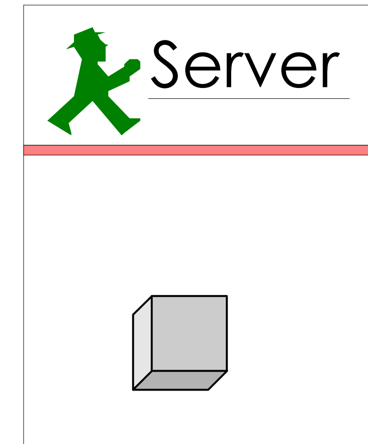


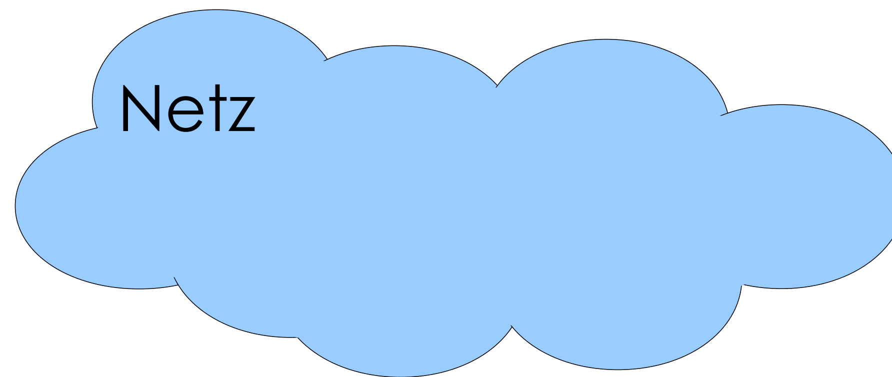
Sockets





Sockets

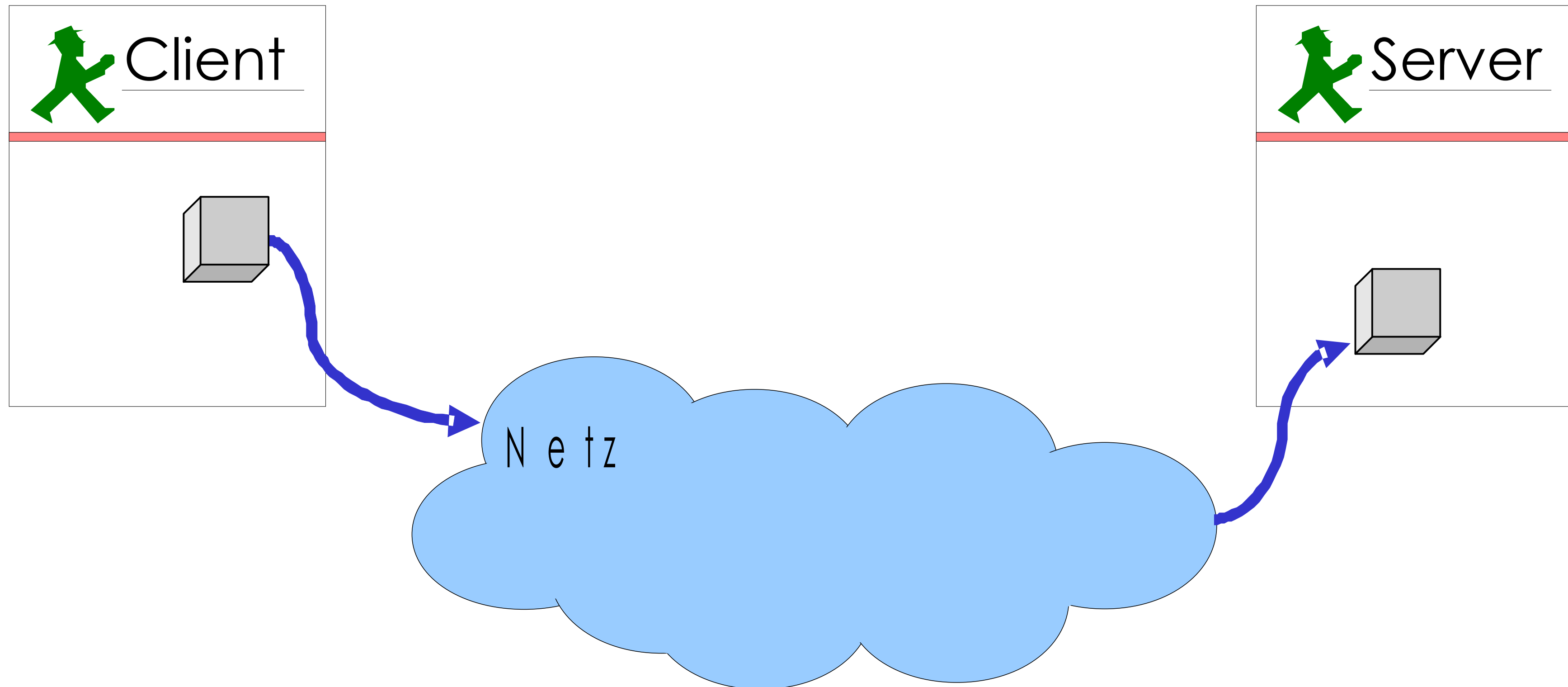




Server

```
  create sock(protocol
type)
  bind(27)
  listen
  accept
```

Sockets



Client Server

```
create sock(protocol type)
connect(27)
```

```
create sock(protocol type)
bind(27)
listen
accept
```

Wegweiser

Geschichte und Struktur von Unix

Vom Programm zum Prozess

Unix-Grundkonzepte
- Dateien
- Prozesse

Prozess-Kommunikation
- Signale
- Pipes
- Sockets

Rechte und Schutz

Rechte: Benutzer

- In Unix werden Benutzer (Prinzipale) dargestellt durch UId (User-Id) und GId (Group-Id)

- Zuordnung (klassisch): /etc/passwd (jeder kann zugreifen, verschlüsselt)

- Benutzer gehören zu einer (oder mehreren) Gruppen Zuordnung: /etc/group

Benutzer und Gruppen in Unix

/etc/passwd   /etc/group

```
root:x:0:0:Björn:/root:/bin/bash
sqrt:x:0:0:Mario:/root:/bin/tcsh
bin:x:2:2:bin:/bin:/bin/sh
sys:x:3:3:sys:/dev:/bin/sh
sync:x:4:100:sync:/bin:/bin/sync
lp:x:7:7:lp:/var/spool/lpd:/bin/sh
mail:x:8:8:mail:/var/mail:/bin/sh
irc:x:39:39:ircd:/var:/bin/sh
christiane:x:1000:100:Christiane:
     home/users/christiane:
     /bin/bash
johannes:x:1001:100:Johannes:
     /home/users/johannes:
     /bin/bash
hen:x:1002:100:Hendrik:
     /home/users/hen:
     /bin/tcsh
micha:x:1006:100:Michael:
     /home/users/micha:
     /bin/tcsh
...
```

```
offline:x:102:ulli,iwer,veritaz

oea:x:103:veritaz,hen,bd1,iwer,
bjoern,robert,johnny,johannes,
ulli,nico

ese:!:104:iwer,veritaz,hen,chris,
benjamin,keiler,mario,ralf,bd1

www:!:105:chris,bjoern,iwer,
veritaz,hen,robert,anatol

ftp:x:106:chris,iwer

ifc:x:107:hen,reinhold,ulli,iwer,
micha
```

Rechte: Benutzer und Dateien

Zugriffsrechte zu Dateien festgelegt in Bezug auf Benutzer

- jede Datei hat Attribute für Besitzer

  owner: UId

  group: Gid

Rangliste.dat

rw-	r--	---
		others
	group: Schach	
owner: Heini		

- Rechte an einer Datei werden festgelegt in Bezug auf

  owner

  group

  others (= Rest der Welt)

Benutzer und Prozesse

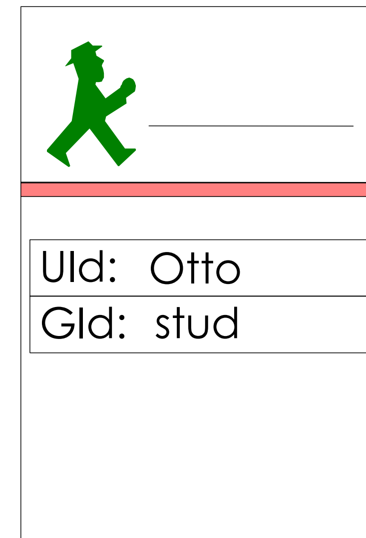
Rechte an Daten werden festgelegt in Bezug auf

owner	group	others
rwx	**-wx**	**--x**

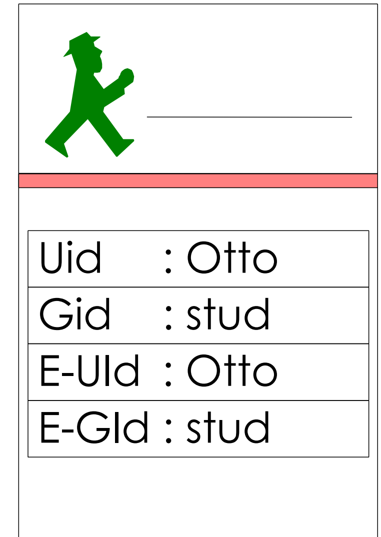
execute
write
read

Rangliste.dat
rw- **r--** **---**
others
group: Schach
owner: Heini

- Jeder Prozess übernimmt UId und GId vom „Eltern“-Prozess, die Rechte eines Benutzers leiten sich von UId, GID ab



Benutzer und Prozesse



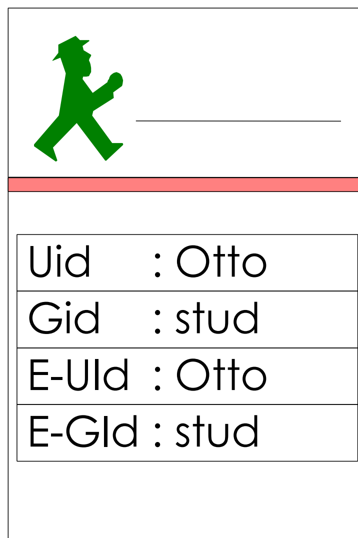
- Jeder Prozess repräsentiert einen Benutzer. Prozess-Attribute:
  - UId, GId
  - Effective-UId, Effective-GId
- Nur wenige hochprivilegierte Prozesse dürfen UId und GId manipulieren, z.B. Login-Prozess.
- Nach Überprüfung des Passwortes setzt Login-Prozess UId, GId, Eff-UId, Eff-GId.

→ Alle anderen Prozesse: Kinder des Login-Prozesses.

- Kinder erben Attribute von Eltern.

Prozesse und Dateien

Die Attribute E-UId und E-GId bestimmen beim Zugriff auf Dateien die Rechte eines Prozesses.



Aufgabe12.tex

`rw-` `r--` `---`

Others

Group : stud

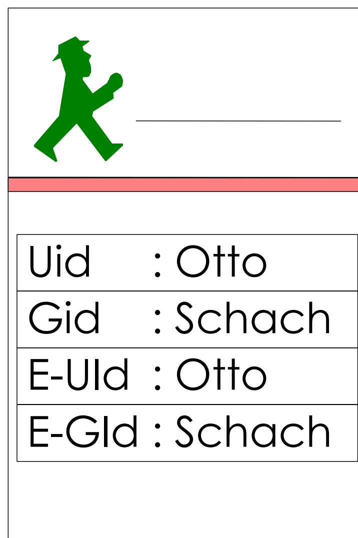
Owner : Heini

Problem: Rechteerweiterung

Beispiel: Schachrangliste

- Jeder Teilnehmer soll lesen können.
- Jeder Teilnehmer soll seine Ergebnisse schreiben können.
- Kein Teilnehmer soll darüber hinaus schreiben dürfen (Fälschung der Rangliste).

➔ Ziel: Jeder Teilnehmer soll nur seine korrekten Ergebnisse schreiben können.



Rangliste.dat

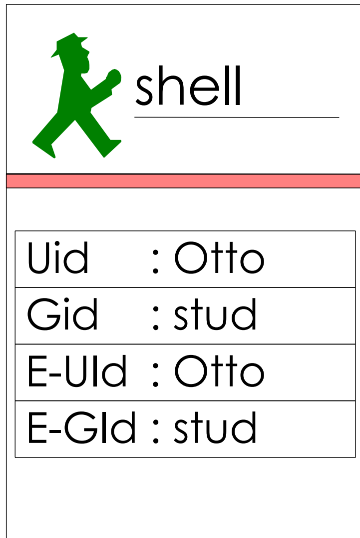
rw-	r?-	---
		Others
	Group : Schach	
Owner : Petra		

Unix-Lösung: SetUId-Mechanismus

- Datei, die vertrauenswürdigen Programmcode (z. B. Schach) enthält, besitzt Kennzeichnung als „Set-UID" (**`s`**).

→ Bei **`exec`** auf Set-UId Programme erhält ausführender Prozess als Effektive UId die UId des Installateurs (Owners) des Programms (genauer: der Datei, die Programm enthält).

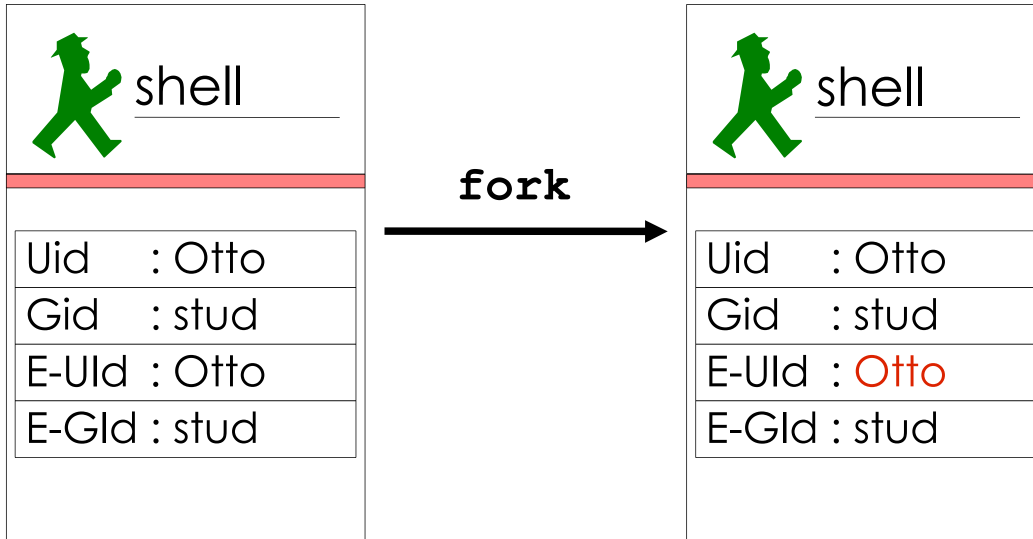
SetUId am Beispiel Rangliste



Schach		
--s	--x	---
		Others
	Group : Schach	
	Owner : Petra	

Rangliste.dat		
rw-	r--	---
		Others
	Group : Schach	
	Owner : Petra	

SetUId am Beispiel Rangliste



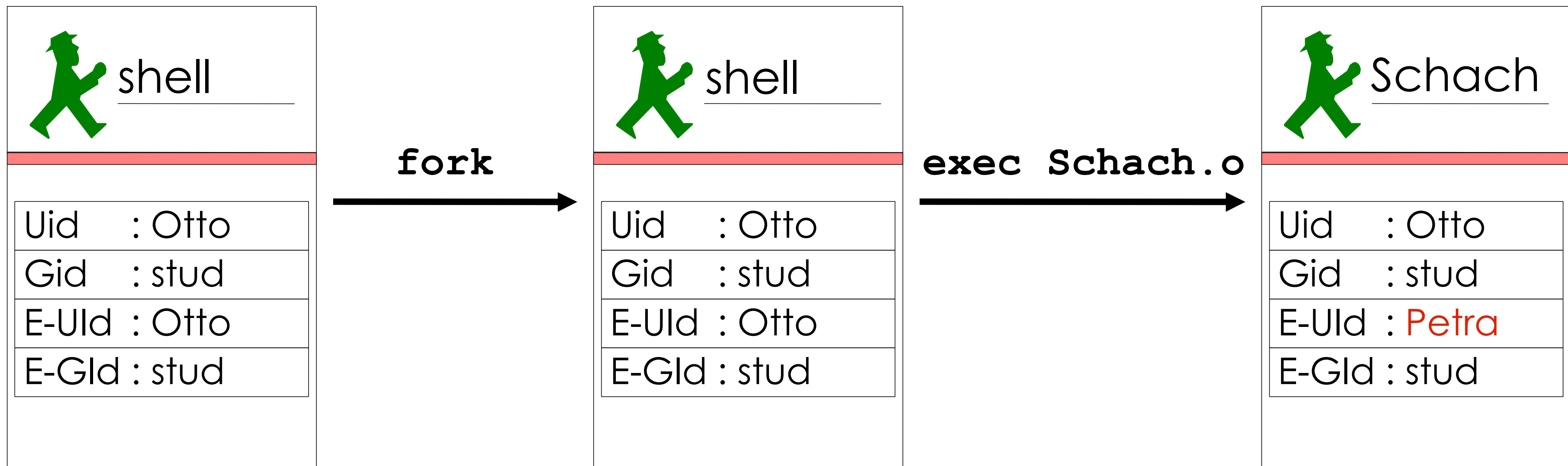
Schach

--s	--x	---
		Others
	Group : Schach	
Owner : Petra		

Rangliste.dat

rw-	r--	---
		Others
	Group : Schach	
Owner : Petra		

SetUId am Beispiel Rangliste



Schach

`--s` `--x` `---`

Others

Group : Schach

Owner : Petra

Rangliste.dat

`rw-` `r--` `---`

Others

Group : Schach

Owner : Petra

SetUId

- Erweiterung der Rechte eines Benutzers genau für den Fall der Benutzung dieses Programms.

→ Installateur vertraut dem Benutzer, wenn er dieses Programm nutzt.

Probleme :

- Programmfehler führen zu sehr großen Rechteerweiterungen
- Bsp.: shell-Aufruf aus einem solchen Programm heraus

Zusammenfassung/Weiterführung

- Erfolgreiches Betriebssystem (akademisch, Workstations, Server)
  - ➔ aber zu viele Versionen ...

Reimplementierungen/Ableger:

- Linux (Server, …, eingebettete Systeme)
- Solaris (Server)
- MacOS