```
Sep 19 14:20:18 amd64 sshd[20494]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61557
Sep 19 14:27:41 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[29278]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 20 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[30103]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c 'age > "30d"')
Sep 20 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 12:46:44 amd64 sshd[6516]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62004
Sep 20 12:46:44 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 12:48:41 amd64 sshd[6609]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62105
Sep 20 12:54:44 amd64 sshd[6694]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62514
Sep 20 15:27:35 amd64 sshd[9077]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64242
Sep 20 15:27:35 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 16:37:11 amd64 sshd[10102]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63375
Sep 20 16:37:11 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 16:38:10 amd64 sshd[10140]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63546
Sep 21 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[17055]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 21 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[17878]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c 'age > "30d"')
Sep 21 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 17:43:26 amd64 sshd[31088]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63397
Sep 21 17:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 17:53:39 amd64 sshd[31269]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63411
Sep 21 18:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 19:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 22 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[5499] (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 22 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 22 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[5499] (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c 'age > "30d"')
Sep 22 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 22 20:23:21 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[24739]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 23 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[25555]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c 'age > "30d"')
Sep 23 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 18:04:05 amd64 sshd[6554]: Accepted publickey for esser from ::ffff:192.168.1.5 port 59771 ssh2
Sep 23 18:04:05 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 18:04:34 amd64 sshd[6606]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62093
Sep 24 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[12436]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 24 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[13253]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c 'age > "30d"')
Sep 24 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 11:15:48 amd64 sshd[20998]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64456
Sep 24 11:15:48 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 13:49:08 amd64 sshd[23197]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61330
Sep 24 13:49:08 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 15:42:07 amd64 kernel: snd_seq_midi_event: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 15:42:07 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 15:42:07 amd64 kernel: snd_seq_oss: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 20:25:31 amd64 sshd[29399]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62566
Sep 24 20:25:31 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 01:00:02 amd64 /usr/sbin/cron[662]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 25 01:00:02 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[1484]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c 'age > "30d"')
Sep 25 02:00:02 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 10:59:25 amd64 sshd[8889]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64183
Sep 25 10:59:25 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 10:59:47 amd64 sshd[8921]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64253
Sep 25 11:30:02 amd64 sshd[9372]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62029
Sep 25 11:59:25 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 14:05:37 amd64 sshd[11554]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62822
Sep 25 14:05:37 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 14:06:10 amd64 sshd[11586]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62951
Sep 25 14:07:17 amd64 sshd[11608]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63392
Sep 25 14:08:33 amd64 sshd[11630]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63709
Sep 25 15:25:33 amd64 sshd[12930]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62778
```

4. Prozesse

Prozesse

Schon gesehen:

- Prozess-Hierarchie (`fork`, Vater/Sohn)
- Programm nachladen (`exec`)
- Warten auf Prozess (`wait`, `waitpid`)

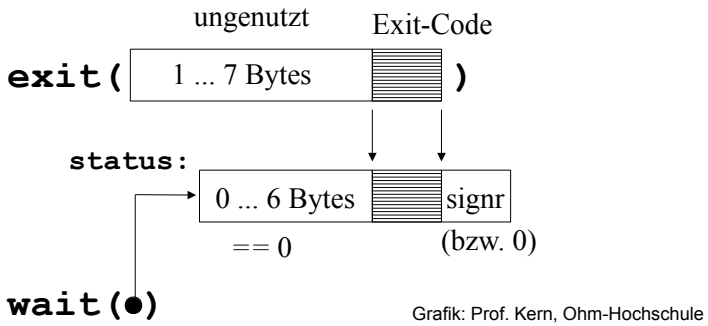
C-Funktionen zu Prozessen

- `getpid()`, `getppid()`
- Rückgabewert in `wait (int *status)`
- `nice()`
- `setpgid()`, `setsid()`, `getpgid()`, `getsid()`

Weitere Themen:

- `/proc`-Dateisystem
- Argumente (`argc`, `argv`), `getopt()`

Zusammenhang exit / wait



Grafik: Prof. Kern, Ohm-Hochschule

- auslesen des `exit`-Werts: über (`status >> 8`) oder mit Makro `WEXITSTATUS`
- Signalnummer != 0, falls erzwungener Abbruch durch Signal

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void forktest (int retval) {
  int pid, status;
  pid = fork ();
  if (pid==0) {
    // child:
    if (retval >= 0) {
      // normal termination
      printf ("Child: exiting with exit code %d\n", retval);
      exit (retval);
    } else {
      // abnormal termination
      printf ("Child: exiting abnormally\n");
      abort ();
    };
  } else {
    // parent:
    printf ("Parent: Waiting for child to terminate\n");
    wait (&status);
    if (WIFEXITED(status)) {
      printf ("Parent: Child exited with exit code %d\n",
              WEXITSTATUS(status));
    } else {
      printf ("Parent: Child exited abnormally.\n");
    }
  };
  return;
}

int main () {
  forktest (0);
  forktest (3);
  forktest (-1);  // terminate abnormally
  return 0;
}
```

```
esser@ubu64:forkwait$ gcc forkwait.c
esser@ubu64:forkwait$ ./a.out
Parent: Waiting for child to terminate
Child: exiting with exit code 0
Parent: Child exited with exit code 0
Parent: Waiting for child to terminate
Child: exiting with exit code 3
Parent: Child exited with exit code 3
Parent: Waiting for child to terminate
Child: exiting abnormally
Parent: Child exited abnormally.
```


`nice()`: Priorität ändern (1)

- Der Aufruf `nice(x)` ändert die Priorität des Prozesses und gibt
  - die neue Priorität
  - oder -1 im Fehlerfall zurück
- gültige Werte für den Nice-Wert: –20 .. 19
  - Normalwert: 0
  - 1..19: niedrige Priorität („freundlich“)
  - –20..–1: hohe Priorität („unfreundlich“)
- Nur *root* darf höhere Prioritäten wählen

`nice()`: Priorität ändern (2)

- Bei Verwendung:
  `#include <unistd.h>`
- für folgenden Mini-Benchmark:
  - `gettimeofday` (`#include <sys/timeb.h>`)
  - verwendet Typ `struct timeval`:

```
struct timeval {
  time_t      tv_sec;     /* seconds */
  suseconds_t tv_usec;    /* microseconds */
};
```

  - `sinf`, `cosf` aus Mathe-Bibliothek (beim Kompilieren: `-om` angeben; `#include <math.h>`)


```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/timeb.h>
#include <math.h>

void nicetest (int niceval) {
  struct timeval start, end;
  int i, j, k, pid, diff;
  float data[1000][1000]; float a, b;
  pid = fork ();
  if (pid==0) {  // child
    nice (niceval);
    gettimeofday (&start, NULL);
    for (i=0; i<1000; i++) {
      for (j=0; j<1000; j++) { data[i][j] = (float)(i*j); }
    };
    for (k=0; k<10; k++) {  // etwas Zeit verbrauchen...
      for (i=0; i<1000; i++) {
        for (j=0; j<1000; j++) {
          a = data[i][j]; b = data[j][i]; data[i][j] = sinf(a*b)+cosf(a*b);
        }
      }
    };
    gettimeofday (&end, NULL);
    diff = (end.tv_sec*1000000+end.tv_usec) - (start.tv_sec*1000000+start.tv_usec);
    printf ("Nice-Value = %3d, Rechenzeit = %10d musec\n", niceval, diff);
    exit (0);
  };
  return;
}

int main () {
  nicetest (-19); nicetest (0); nicetest (10); nicetest (19);
  wait(NULL); wait(NULL); wait(NULL); wait(NULL);
  return 0;
}
```

```
esser@ubu64:nicetest$ ./a.out
Nice-Value = -19, Rechenzeit =    3009017 musec
Nice-Value =   0, Rechenzeit =    3070371 musec
Nice-Value =  10, Rechenzeit =    4569247 musec
Nice-Value =  19, Rechenzeit =    5797591 musec
esser@ubu64:nicetest$ sudo su
root@ubu64:/home/esser/nicetest# ./a.out
Nice-Value = -19, Rechenzeit =    1511453 musec
Nice-Value =   0, Rechenzeit =    3217840 musec
Nice-Value =  10, Rechenzeit =    4755353 musec
Nice-Value =  19, Rechenzeit =    6093009 musec
```

`nice()`: Priorität ändern (4)

- Wichtig: `nice()` interpretiert Argument als relative Änderung des aktuellen Nice-Werts (wie bei Shell-Kommando `nice`):
  - `nice(v)`: aktuellen Nice-Wert um v erhöhen
  - `nice -n v kommando`: Kommando mit Nice-Wert NIC+v (NIC = aktueller Nice-Wert in der Shell) ausführen
- nur *root* darf Priorität erhöhen; es ist also kein `nice (10); ... ; nice (-10)` möglich
- Sohnprozesse (`fork`) erben Nice-Wert des Vaters

Prozessgruppen und Sessions (1)

- Prozesse lassen sich zu Gruppen und diese zu Sessions zusammenfassen
- Alle Mitglieder einer Gruppe können gemeinsam signalisiert werden (z. B.: Abbruch)
- Sessions stehen oft für Terminal-Sitzungen; alle Prozesse in einer Session haben dasselbe „kontrollierende Terminal“ (TTY)

Prozessgruppen und Sessions (2)

- **Kontrollierendes Terminal:**
  - jeder Textmodus-Login (Textkonsolen, die Sie über Strg-Alt-F1 bis Strg-Alt-F6 erreichen)
  - jedes Terminal-Fenster unter X (bzw. jeder Tab in einem Multi-Tab-Terminalprogramm)

```
root@ubu64:/home/esser/tmp/forkwait# ps -C getty,bash,mc -o pid,sess,tty,cmd
  PID  SESS TT       CMD
  709   709 tty4     /sbin/getty -8 38400 tty4
  715   715 tty5     /sbin/getty -8 38400 tty5
  724   724 tty2     /sbin/getty -8 38400 tty2
  726   726 tty3     /sbin/getty -8 38400 tty3
  730   730 tty6     /sbin/getty -8 38400 tty6
1505  1505 pts/0    bash
3434  3434 pts/1    bash
4945  3434 pts/1    bash
5941  1010 tty1     -bash
6064  1010 tty1     mc
6066  6066 pts/2    bash -rcfile .bashrc
```

Anmeldeprozesse auf den Textkonsolen 2-6 (tty2-tty6)

Bash-Prozesse in Terminal-fenstern 0 und 1 (X)

Benutzer arbeitet auf tty1

Bash-Prozess in Fenster 2 (X)

Prozessgruppen und Sessions (3)

- Neue Gruppe erzeugen: `setpgid (0,0)`
- Neue Session erzeugen: `setsid ()`

erzeugen eine neue Gruppe bzw. Session, wobei als Gruppen-ID / Session-ID die Prozess-ID des aufrufenden Prozess verwendet wird

- Erzeugen einer neuen Session bewirkt immer auch das Erzeugen einer neuen Gruppe
- `setsid` funktioniert nicht, wenn der aufrufende Prozess „Prozessgruppenführer“ ist (PID = PGID)
- neue Session hat kein kontrollierendes Terminal (TTY)

Prozessgruppen und Sessions (4)

„`setsid` gibt -1 (für Fehler) zurück, wenn der aufrufende Prozess bereits ein Prozessgruppenführer ist. Um dies zu verhindern, kreiert man üblicherweise mittels `fork` einen Kindprozess, der weiterläuft, während sich der Elternprozess beendet. Der Kindprozess kann nämlich kein Prozessgruppenführer sein, da er zwar die Prozessgruppen-ID vom Elternprozess erbt, aber in jedem Fall eine neue Prozess-ID erhält, die niemals eine Prozessgruppen-ID sein kann, da sie neu ist.“

(Helmut Herold, Linux-Unix-Systemprogrammierung)

Prozessgruppen und Sessions (5)

```
int main () {
  fork ();
  setsid ();       // new session (works only in child)
  fork ();
  setpgid (0,0);   // new group
  fork ();
  sleep(5);
  return 0;
}
```

```
esser@ubu64:~$ ps -C setpgid -o pid,ppid,pgid,sid,tty,cmd; pstree -p | cut -c34- | grep setpgid

  PID  PPID  PGID   SID TT       CMD
 5757  4945  5757  3434 pts/1    ./setpgid
 5758  5757  5758  5758 ?        ./setpgid
 5759  5757  5759  3434 pts/1    ./setpgid
 5760  5757  5757  3434 pts/1    ./setpgid
 5761  5759  5759  3434 pts/1    ./setpgid
 5762  5758  5762  5758 ?        ./setpgid
 5763  5758  5758  5758 ?        ./setpgid
 5764  5762  5762  5758 ?        ./setpgid
```

Session 3434: 5757, 5759, 5760, 5761
Session 5758: 5758, 5762, 5763, 5764
Vier Prozessgruppen: 5757, 5758, 5759, 5762

```
bash(3434)--su(4937)--bash(4945)--setpgid(5757)-+-setpgid(5758)-+-setpgid(5762)--setpgid(5764)
                                                |               `-setpgid(5763)
                                                |-setpgid(5759)---setpgid(5761)
                                                `-setpgid(5760)
```


Abfragen von P.-Gruppe, Session

- Über die Funktionen
  - `getpgid (pid)`
  - `getsid (pid)`

  lassen sich jederzeit die Gruppen- und Session-Zugehörigkeiten feststellen.

  (für den aufrufenden Prozess mit pid=0)
- Prozessgruppenführer: PGID==PID
- Sessionführer: SID==PID

Informationen über Prozesse (1)

- `/proc` enthält für jeden Prozess einen Ordner PID (also `/proc/1`, `/proc/2`, ...)
- In jedem dieser Ordner gibt es zahlreiche Dateien und Verzeichnisse mit Informationen über den Prozess
  - `status`: (menschen-)lesbare Statusinformationen
  - `stat`: maschinenlesbare Statusinformationen
  - `cmdline`: Kommando
  - `environ`: Umgebungsvariablen
  - `fd`, `fdinfo`: Informationen zu offenen Dateien

Informationen über Prozesse (2)

```
# cat /proc/7195/environ ; echo
SHELL=/bin/bashTERM=xtermXDG_SESSION_COOKIE=c420f37852122ff2d7e4eb894f8e
b0a2-1335107306.31018-208107520USER=rootSUDO_USER=esserSUDO_UID=1000USER
NAME=rootMAIL=/var/mail/rootPATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbi
n:/usr/bin:/sbin:/bin:/usr/gamesPWD=/home/esser/tmp/forkwaitLANG=de_DE.U
TF-8SHLVL=1SUDO_COMMAND=/bin/suHOME=/rootLOGNAME=rootLESSOPEN=| /usr/bin
/lesspipe %sSUDO_GID=1000DISPLAY=:0.0LESSCLOSE=/usr/bin/lesspipe %s %sCO
LORTERM=gnome-terminalXAUTHORITY=/var/run/gdm/auth-for-esser-Zt6Xhr/data
base_=/usr/bin/nedit

# tr '\0' '\n' < /proc/7195/environ
SHELL=/bin/bash
TERM=xterm
XDG_SESSION_COOKIE=c420f37852122ff2d7e4eb894f8eb0a2-1335107306.31018-
208107520
USER=root
SUDO_USER=esser
SUDO_UID=1000
USERNAME=root
MAIL=/var/mail/root
PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin:/usr/g
ames
PWD=/home/esser/tmp/forkwait
LANG=de_DE.UTF-8
[...]
```


Informationen über Prozesse (3)

```
# cat /proc/7195/status
Name:  nedit
State: S (sleeping)
Tgid:  7195
Pid:   7195
PPid:  1
TracerPid: 0
Uid:   0   0   0   0
Gid:   0   0   0   0
FDSize:    256
Groups:    0
VmPeak:       61472 kB
VmSize:       61468 kB
VmLck:            0 kB
VmHWM:         7224 kB
VmRSS:         7224 kB
VmData:        4764 kB
VmStk:          88 kB
VmExe:        1188 kB
VmLib:        6464 kB
VmPTE:         140 kB
Threads:   1
SigQ:  2/16382
```

```
SigPnd:    0000000000000000
ShdPnd:    0000000000000000
SigBlk:    0000000000000000
SigIgn:    0000000000000000
SigCgt:    0000000000000000
CapInh:    0000000000000000
CapPrm:    ffffffffffffffff
CapEff:    ffffffffffffffff
CapBnd:    ffffffffffffffff
Cpus_allowed: 1
Cpus_allowed_list:   0
Mems_allowed: 00000000,00000001
Mems_allowed_list:   0
voluntary_ctxt_switches: 13609
nonvoluntary_ctxt_switches: 620

# cat /proc/7195/stat
7195 (nedit) S 1 7195 3434 34817 9334
4202752 2021 0 19 0 96 51 0 0 20 0 1 0
3941746 62943232 1806
18446744073709551615 4194304 5410572
140734327978864 140734327968016
140314005931272 0 0 0 0
18446744071580244841 0 0 17 0 0 0 0 0 0
```


Informationen über Prozesse (4)

```
# ps -C vi -o pid,cmd
  PID CMD
 9368 vi forkexec.c

# tr '\0' ' ' < /proc/9368/cmdline ; echo
vi forkexec.c

# ls -l /proc/9368/fd/
insgesamt 0
lrwx------ 1 esser esser 64 2012-04-24 01:07 0 -> /dev/pts/0
lrwx------ 1 esser esser 64 2012-04-24 01:07 1 -> /dev/pts/0
lrwx------ 1 esser esser 64 2012-04-24 01:07 2 -> /dev/pts/0
lrwx------ 1 esser esser 64 2012-04-24 01:07 4 ->
                          /home/esser/tmp/uebung02/.forkexec.c.swp

# cat /proc/9368/fdinfo/4
pos:   12288
flags: 0100002
```


Informationen über Prozesse (5)

Auszug aus /usr/include/asm-generic/fcntl.h:

```
#define O_RDONLY      00000000
#define O_WRONLY      00000001
#define O_RDWR        00000002
#define O_CREAT       00000100
#define O_EXCL        00000200
#define O_NOCTTY      00000400
#define O_TRUNC       00001000
#define O_APPEND      00002000
#define O_NONBLOCK    00004000
#define O_SYNC        00010000
#define FASYNC        00020000 // BSD comp.
#define O_DIRECT      00040000
#define O_LARGEFILE   00100000
#define O_DIRECTORY   00200000
#define O_NOFOLLOW    00400000
#define O_NOATIME     01000000
#define O_CLOEXEC     02000000
```

```
# cat /proc/9368/fdinfo/4
pos:   12288
flags: 0100002

 0100002 =

 0100000   (O_LARGEFILE)
+0000002   (O_RDWR)
```

argc und argv (1)

- Unix-Tools werten meist Argumente aus
- Deklariere `main()` als

  `int main (int argc, char *argv[])`
- `argc`: Anzahl der Argumente (Programmname = 1. Argument)
- `*argv[]`: Array mit Argument-Strings

argc und argv (2)

```
#include <stdio.h>   // printf
#include <stdlib.h>  // exit

int main (int argc, char *argv[]) {
  int i;
  printf ("argc = %d\n", argc);
  for (i=0 ; i<argc ; i++) {
    printf ("argv[%d] = %s\n", i, argv[i]);
  };
  exit (0);
}
```

```
esser@ubu64:~/argc$ ./argumente
argc = 1
argv[0] = ./argumente
esser@ubu64:~/argc$ ./argumente eins zwei
argc = 3
argv[0] = ./argumente
argv[1] = eins
argv[2] = zwei
```


argc und argv (3)

- vereinfachte Auswertung der Argumente mit `getopt` und `getopt_long`
- `getopt` verarbeitet Kurzoptionen (`-a`, `-b`) und deren Kombinationen (`-ab`)
- `getopt_long` verarbeitet auch Langoptionen (`--longoption`)

argc und argv (4)

```
#include <ctype.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

int main (int argc, char **argv) {
  int aflag = 0; int bflag = 0;
  char *cvalue = NULL; int index; int c;

  opterr = 0;

  while ((c = getopt (argc, argv, "abc:")) != -1)
    switch (c) {
      case 'a':
        aflag = 1; break;
      case 'b':
        bflag = 1; break;
      case 'c':
        cvalue = optarg; break;
      case '?':
        if (optopt == 'c')
          fprintf (stderr, "Option -%c requires an argument.\n", optopt);
        else if (isprint (optopt))
          fprintf (stderr, "Unknown option `-%c'.\n", optopt);
        else
          fprintf (stderr, "Unknown option character `\\x%x'.\n", optopt);
        return 1;
      default:
        abort ();
    }

  printf ("aflag = %d, bflag = %d, cvalue = %s\n", aflag, bflag, cvalue);

  for (index = optind; index < argc; index++)
    printf ("Non-option argument %s\n", argv[index]);
  return 0;
}
```

Quelle: http://www.gnu.org/software/libc/manual/html_node/Example-of-Getopt.html

argc und argv (5)

```
# getopt-test
aflag = 0, bflag = 0, cvalue = (null)

# getopt-test -a
aflag = 1, bflag = 0, cvalue = (null)

# getopt-test -ab
aflag = 1, bflag = 1, cvalue = (null)

# getopt-test -c test
aflag = 0, bflag = 0, cvalue = test

# getopt-test argument
aflag = 0, bflag = 0, cvalue = (null)
Non-option argument argument

# getopt-test -b argument -c test -a
aflag = 1, bflag = 1, cvalue = test
Non-option argument argument

# getopt-test -b argument -c test -a mehr
aflag = 1, bflag = 1, cvalue = test
Non-option argument argument
Non-option argument mehr

# getopt-test -f
Unknown option `-f'.
```


argc und argv (6)

Erklärungen zum Beispiel-Programm:

- drittes `getopt`-Argument gibt zulässige Optionen an, im Beispiel: `"abc:"`
- Option `-c` erwartet ein Argument (Postfix `:`)
- `optopt` enthält letzte Option, wenn auf `:`-Option kein passendes Argument folgt
- `opterr = 0` unterdrückt `getopt`-eigene Fehlerausgabe bei unbekannter Option