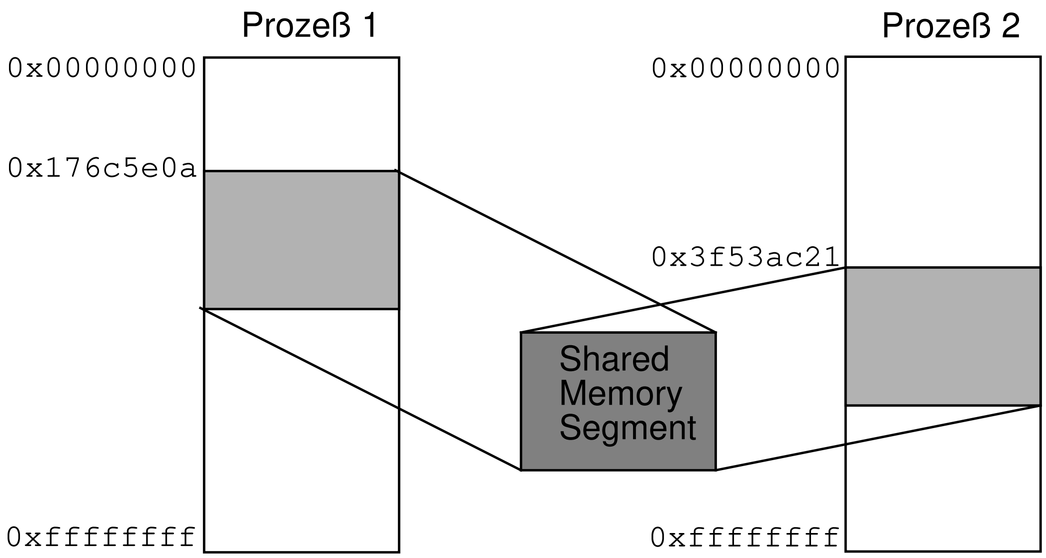
# 1 Shared Memory





© Martin Steckermeier, Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1998

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.1 Anlegen des Segments: shmget

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/shm.h>
 ...
key_t  key;   /* Schlüssel */
int   shmflg; /* Flags */
int   shmid;  /* ID des Speichersegments */
int   size;   /* Größe des Speichersegments */
  ...
key = ftok("/etc/passwd", 42);
if (key == (key_t)-1) { /* Fehlerbehandlung */ }
size = 4096;
shmflg = 0666 | IPC_CREAT; /* Lesen/Schreiben für alle */
if ((shmid = shmget (key, size, shmflg)) == -1) {
    /* Fehlerbehandlung */
}

printf("shmget: id=%d\n", shmid);
```


© Martin Steckermeier, Michael Golm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1998

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.2 shmget

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/shm.h>

int shmget(key_t key, size_t size, int shmflg);
```

- Schlüssel=**`IPC_PRIVATE`**: Segment ist prozeßlokal
- Flags enthält **`IPC_CREAT`**: Segment wird erzeugt, falls es noch nicht existiert
- **`IPC_CREAT | IPC_EXCL`**: Segment wird neu erzeugt, liefert Fehler (**`errno=EEXIST`**), falls Segment schon existiert


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.3 Mappen des Segments in Datensegment des Prozeßes (attach): shmat

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/shm.h>

void * shmat(int shmid, const void * shmaddr, int shmflg);
```

- shmaddr=0: System wählt Adresse aus
- shmflg:
  - ◆ SHM_RDONLY: Segment nur lesbar attached
- Rückgabewert: Startadresse des Segments


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.4 Freigeben des Segments (detach): shmdt

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/shm.h>

int shmdt(const void * shmaddr);
```

- Rückgabewert:
  - 0 im Erfolgsfall, -1 im Fehlerfall


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.5 Kontrolle des Segments: shmctl

```
int shmctl(int shmid, int cmd, struct shmid_ds *buf);
```

- **SHM_LOCK**: Sperren des Speichersegments im Speicher (Superuser)
- **SHM_UNLOCK**: Freigeben (Superuser)
- **IPC_STAT**: Status Informationen abfragen (Leserecht erforderlich)
- **IPC_SET**: Benutzer/Gruppenkennzeichnung, Zugriffsrechte des Segments setzen (nur erlaubt für Besitzer, Erzeuger oder Superuser)
- **IPC_RMID**: Löschen des Segments (nur erlaubt für Besitzer, Erzeuger oder Superuser)
  - Falls Prozesse das Segment noch attached haben, wird das Segment erst beim letzten Detach freigegeben. Neue Attachments sind nicht mehr erlaubt.


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.6 Shared Memory und Zeiger

- Segmente liegen in den einzelnen Prozeßen möglicherweise an verschiedenen virtuellen Adressen (evtl. auch mehrfach innerhalb eines Prozesses)
- Daten dürfen in diesem Fall nicht absolut verzeigert werden
- mögliche Lösung: Zeiger relativ zum Segmentanfang


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 1.7 Beispiel

```
struct shm_s {
  char message[128];
};
```

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int  shmid;
  struct shm_s *shm;
  char msg[128];
  key_t key;

  key = ftok("/etc/passwd", 42); /* Fehlerbehandlung */
  if ((shmid = shmget(key, sizeof(struct shm_s), 0666 | IPC_CREAT | IPC_EXCL)) == -1){
     /* Fehlerbehandlung */
  }
  shm = (struct shm_s*) shmat(shmid, 0, 0); /* Fehlerbehandlung */
  for(;;) {
    fgets(msg, 128, stdin);
    sprintf(shm->message, "%s", msg);
  }
}
```

Erzeuger

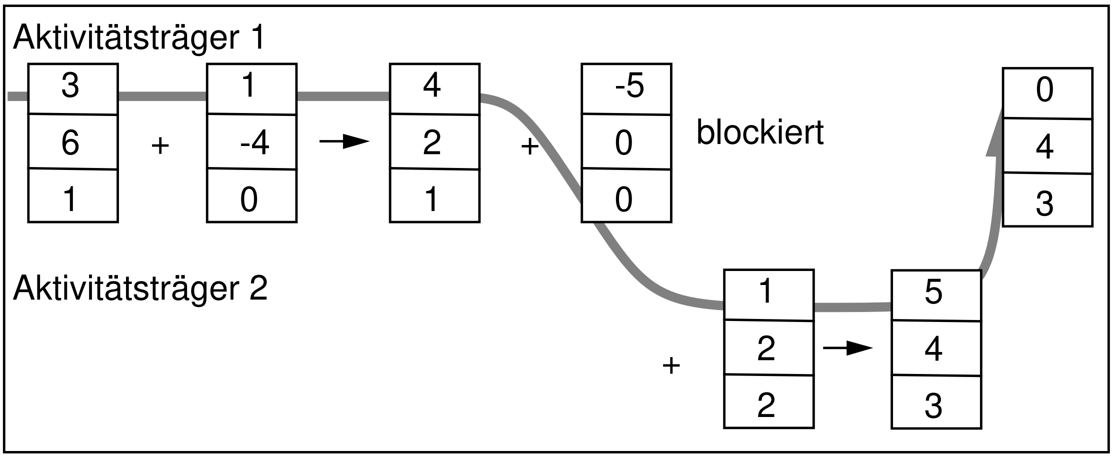
```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int  shmid;
  struct shm_s *shm;

  if ((shmid = shmget (ftok("/etc/passwd", 42), sizeof(struct shm_s), 0)) == -1) {
     /* Fehlerbehandlung */
  }

  shm = (struct shm_s*) shmat(shmid, 0, 0); /* Fehlerbehandlung */

  for(;;) {
    printf("%.128s\n", shm->message);
  }
}
```

Verbraucher


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

# 2 Semaphoren

- Zwei atomare Operationen:
  - ◆ P: blockiere, wenn Semaphorwert gleich 0, sonst erniedrige um 1
  - ◆ V: erhöhe Semaphorwert um 1 und evtl. wecke einen an der Semaphore blockierten Aktivitätsträger auf
- allgemeiner: Vektoradditionssystem





Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

# 2.1 Erzeugen von Semaphoren

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>

int semget(key_t key, int nsems, int semflg);
```

- **key**: Schlüssel ähnlich Shared Memory
- **nsems**: Größe des Semaphor-Vektors
- **semflg**: Flags ähnlich Shared Memory


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 2.2 Semaphore-Operationen: semop

```
int semop(int semid, struct sembuf * sops, size_t nsops);
```

- struct sembuf enthält Parameter einer Semaphoroperation:

```
struct sembuf {
    short sem_num;     /* Nummer der Semaphore */
    short sem_op;      /* Operation */
    short sem_flg;     /* Flags */
}
```

- nsops gibt an, wie viele Operationen ausgeführt werden sollen
- die Operation blockiert, wenn mindestens eine der Einzeloperationen blockieren würde (**semop** ist atomar!)
- sem_op < 0: P-Operation
- sem_op > 0: V-Operation
- sem_op = 0: Test auf 0


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 2.3 Kontrolle der Semaphoren: semctl

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>

int semctl(int semid, int semnum, int cmd, . . .);
```

- Beispiele
  - ◆ **IPC_RMID**: Löschen des Semaphorenvektors

    ```
    semctl(semid, 0, IPC_RMID);
    ```
  - ◆ **GETVAL**: Abfragen des Wertes einer Semaphore
  - ◆ **SETVAL**: Setzen einer Semaphore
  - ◆ **GETALL**: Abfragen der Werte aller Semaphoren
  - ◆ **SETALL**: Setzen aller Semaphoren


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

# 3 Nützliche Programme für IPC

- **`ipcs`**: Anzeige des Status von IPC Ressourcen (Message Queues, Shared Memory, Semaphore)
- **`ipcrm`**: Entfernen von IPC Ressourcen
  - ◆ z.B. **`ipcrm -m <shmid>`**


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

# 3.1 Semaphore erzeugen,initialisieren,Operation

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int semid;
  ushort vals[3];
  struct sembuf sops[2];
  key_t key;
  union semun {
    int val;
    struct semid_ds *buf;
    ushort *array;
  } arg;

  key = ftok("/etc/passwd", 42);
  if ((semid = semget (key, 3, 0666 | IPC_CREAT | IPC_EXCL)) == -1) {
    perror("semget");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }

  vals[0] = 3;
  vals[1] = 4;
  vals[2] = 1;
  arg.array = vals;

  if (semctl(semid, 0, SETALL, arg)==-1) {
    perror("semctl");
    exit(1);
  }

  sops[0].sem_num = 1;
  sops[0].sem_op = -5; /* dieser Wert führt zur Blockierung */
  sops[0].sem_flg = 0;

  sops[1].sem_num = 0;
  sops[1].sem_op =  1;
  sops[1].sem_flg = 0;

  if (semop(semid, sops, 2)==-1) {
    perror("semop"); /* Fehlerbehandlung, z.B.: errno==EINTR -> Wiederaufsetzen von semop */
    exit(1);
  }
}
```


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 3.2 Semaphore: anfordern,Operation

```
int main(int argc, char *argv[]) {
   int semid;
   struct sembuf sops[2];
   key_t key;

   key = ftok("/etc/passwd", 42);
   if ((semid = semget (key, 3, 0)) == -1) {
       exit(EXIT_FAILURE);
   }

   sops[0].sem_num = 1;
   sops[0].sem_op =  1;
   sops[0].sem_flg = 0;

   if (semop(semid, sops, 1)==-1) {
     perror("semop");
     exit(1);
   }
}
```

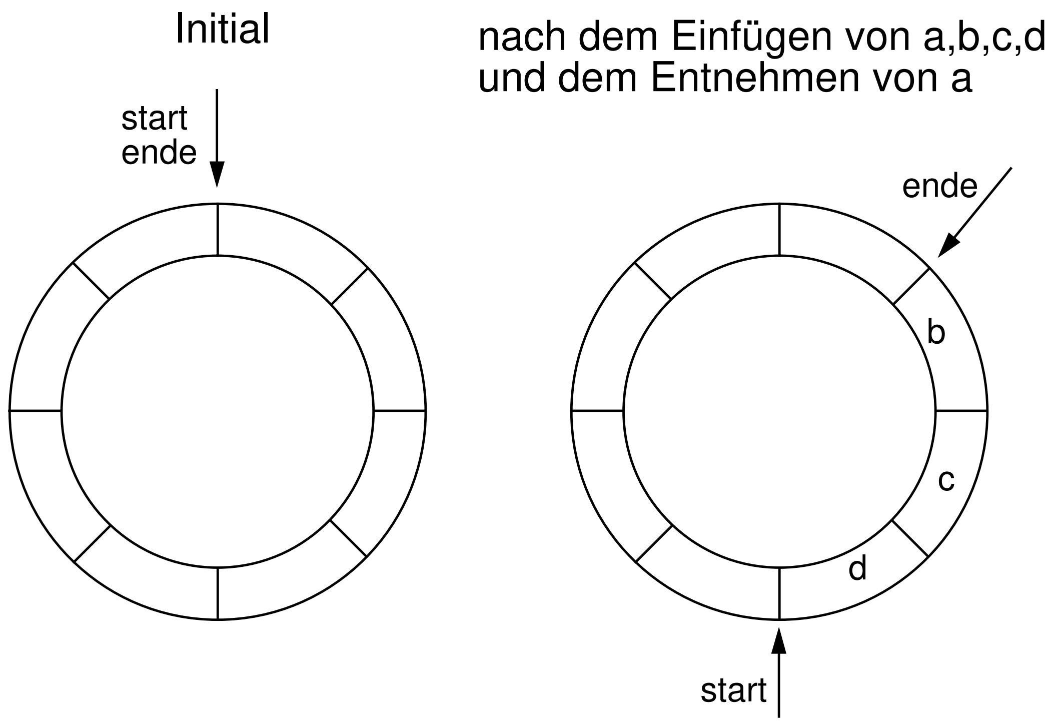

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 3.3 Semaphore: Wert ermitteln

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int semid;
  key_t key;
  ushort vals[3];
  union semun {
    int val;
    struct semid_ds *buf;
    ushort *array;
  } arg;
  int i;


  key = ftok("/etc/passwd", 42);
  if (key==-1) { perror("ftok"); exit(EXIT_FAILURE);}
  if ((semid = semget (key, 3, 0)) == -1) {
    perror("semget");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }

  arg.array = vals;

  if (semctl(semid, 0, GETALL, arg)==-1) {
    perror("semctl");
    exit(1);
  }

  for(i=0;i<3;i++) {
    printf("%d: %d\n", i, vals[i]);
  }
}
```


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 4 Der Ringpuffer






Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.