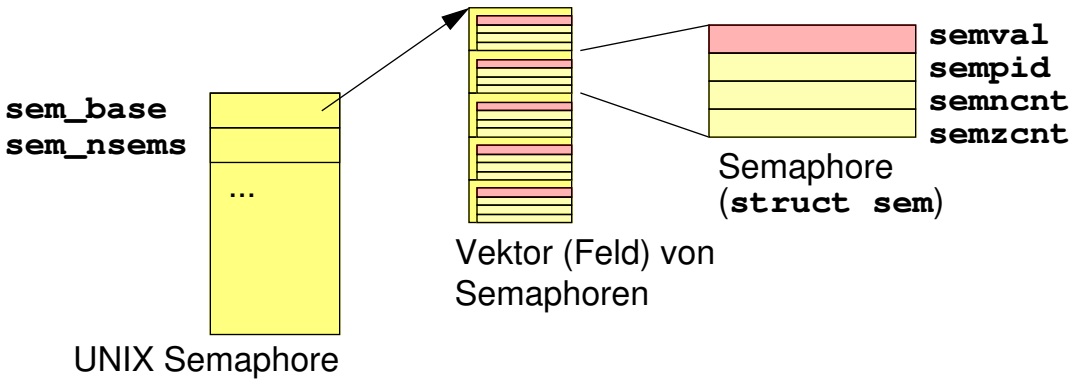
D.7 UNIX Semaphore

- Vektor von Semaphoren (erweitertes Vektoradditionssystem)



  - Gleichzeitige und atomare Operationen auf mehreren Semaphoren im Vektor möglich

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

1 Erzeugen einer UNIX Semaphore

- UNIX Semphore haben systemweit eindeutige Identifikation (Key)
  - Erzeugen und Aufnehmen der Verbindung zu einer Semaphore

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

Identifikation
– neue für Erzeugung
– bestehende für Verbindungsaufnahme

Anzahl d. Semaphoren im Vektor

Zugrifssrechte; Erzeugung oder Verbindungsaufnahme

  - Ergebnis ist eine Semaphore ID ähnlich wie ein Filedescriptor
    - Semaphore ID muß bei allen Operationen verwendet werden
  - Zugriffsrechte: Lesen, Verändern
    - einstellbar für Besitzer, Gruppe und alle anderen (ähnlich wie bei Dateien)

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

1 Erzeugen einer UNIX Semaphore (2)

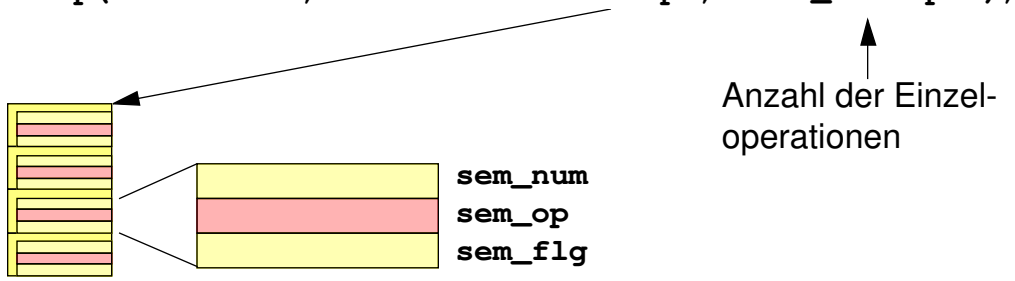
- Verwendung des Keys
  - Alle Prozesse, die auf die Semaphore zugreifen wollen, müssen den Key kennen
  - Keys sind eindeutig innerhalb eines (Betriebs-)Systems
  - Ist ein Key bereits vergeben, kann keine Semaphore mit gleichem Key erzeugt werden
  - Ist ein Key bekannt, kann auf die Semaphore zugegriffen werden
    - gesetzte Zugriffsberechtigungen werden allerdings beachtet

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

2 Operationen auf UNIX Semphoren

- Operationen auf mehreren der Semaphoren im Vektor

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



  - Operationen
    - **`sem_num`**: Nummer der Semaphore im Vektor
    - **`sem_op < 0`**: ähnlich P-Operation – Herunterzählen der Semaphore (blockierend oder mit Fehlerstatus, je nach **`sem_flg`**)
    - **`sem_op > 0`**: ähnlich V-Operation – Hochzählen der Semaphore
    - **`sem_op == 0`**: Test auf 0 (blockierend oder mit Fehlerstatus, je nach **`sem_flg`**)

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

2 Operationen auf UNIX Semaphoren (2)

- Kontrolloperationen

```
int semctl( int semid, int semnum, int cmd,
            [ union semun arg ] );
```

  - explizites Setzen von Werten (einen, alle)
  - Abfragen von Werten (einen, alle)
  - Abfragen von Zusatzinformationen
    - welcher Prozeß hat letzte Operation erfolgreich durchgeführt
    - wann wurde letzte Operation durchgeführt
    - Zugriffsrechte
    - Anzahl der blockierten Prozesse

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

3 Beispiel: Philosophenproblem

- Eine UNIX Semaphore mit fünf Elementen (entsprechen Gabeln)
  - Deklarationen

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

int i;                      /* number of philosopher */
int j;
int semid;                          /* semaphore ID */
struct sembuf pbuf[2], vbuf[2];  /* operation buffer */

union semun {               /* UNION for semctl */
    int val;
    struct semid_ds *buf;
    ushort *array;
} arg;

...
```


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

3 Beispiel: Philosophenproblem (2)

◆ Erzeuge Semaphore

```
...

semid= semget( IPC_PRIVATE, 5, IPC_CREAT|SEM_A|SEM_R );
if( semid < 0 ) { ... /* error */ }

for( j= 0; j < 5; j++ ) { /* set all values to 1 */
    arg.val= 1;
    if( semctl( semid, j, SETVAL, arg ) < 0 ) {
        ... /* error */
    }
}

...
```


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

3 Beispiel: Philosophenproblem (3)

◆ Erzeugen der Prozesse

```
...

for( i=0; i<=3; i++ ) {   /* start children i= 0..3; */
    pid_t pid= fork();

    if( pid < (pid_t)0 ) { ... /* error */ }
    if( pid ==(pid_t)0 ) {
        /* child */

        break;
    }
}                         /* parent: i= 4; */

...
```


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

3 Beispiel: Philosophenproblem (4)

◆ Initialisierungen

```
...     /* we are philosopher i */

/* initialize buffer for P operation */

pbuf[0].sem_num= i; pbuf[1].sem_num= (i+1)%5;
pbuf[0].sem_op= pbuf[1].sem_op= -1;
pbuf[0].sem_flg= pbuf[1].sem_flg= 0;

/* initialize buffer for V operation */

vbuf[0].sem_num= i; vbuf[1].sem_num= (i+1)%5;
vbuf[0].sem_op= vbuf[1].sem_op= 1;
vbuf[0].sem_flg= vbuf[1].sem_flg= 0;

...
```


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

3 Beispiel: Philosophenproblem (5)

◆ Philosoph

```
...

while( 1 ) {
    ...     /* thinking */

    if( semop( semid, pbuf, 2 ) < 0 ) { ... /* error */ }

    ...     /* eating */

    if( semop( semid, vbuf, 2 ) < 0 ) { ... /* error */ }
}
```


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

D.8 Zusammenfassung

- Programmiermodell: Prozeß
  - Zerlegung von Anwendungen in Prozesse oder Threads
  - Ausnutzen von Wartezeiten; Time sharing–Betrieb
  - Prozeß hat verschiedene Zustände: laufend, bereit, wartend etc.
- Auswahlstrategien für Prozesse
  - FCFS, SJF, PSJF, RR, MLFB
- Prozeßkommunikation
  - Pipes, Queues, Signals, Sockets, Shared memory, RPC
- Koordinierung von Prozessen
  - Einschränkung der gleichzeitigen Abarbeitung von Befehlsfolgen in nebenläufigen Prozessen/Aktivitätsträgern

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

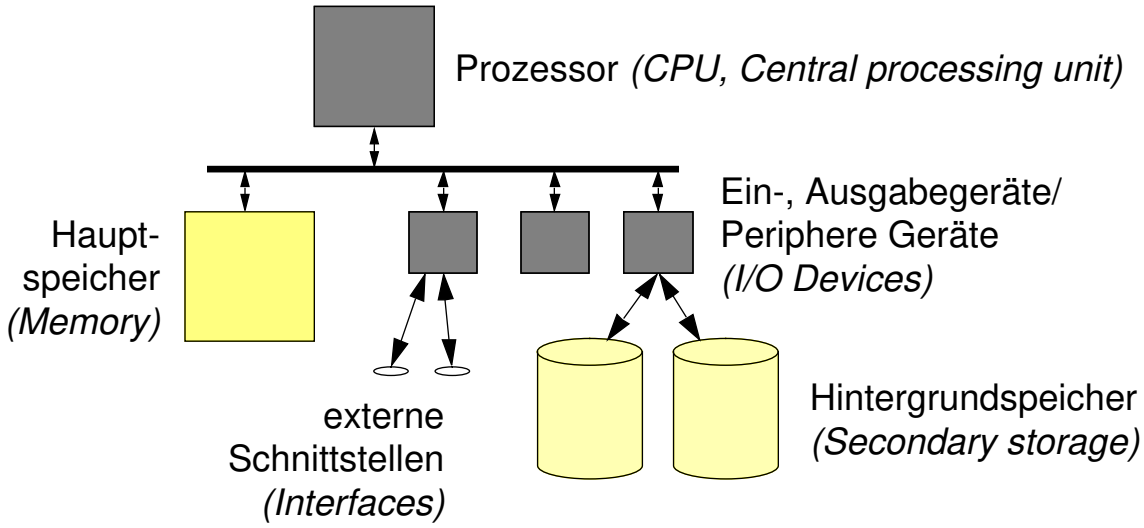
D.8 Zusammenfassung (2)

- Gegenseitiger Ausschluß mit Spinlocks
- Klassische Koordinierungsprobleme und deren Lösung mit Semaphoren
  - Gegenseitiger Ausschluß
  - Bounded buffers
  - Leser-Schreiber-Probleme
  - Philosophenproblem
  - Schlafende Friseure
- UNIX Systemaufrufe
  - fork, exec, wait, nice
  - pipe
  - msgget, msgsnd, msgrcv
  - signal, kill
  - semget, semop, semctl

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

E Speicherverwaltung

- Betriebsmittel

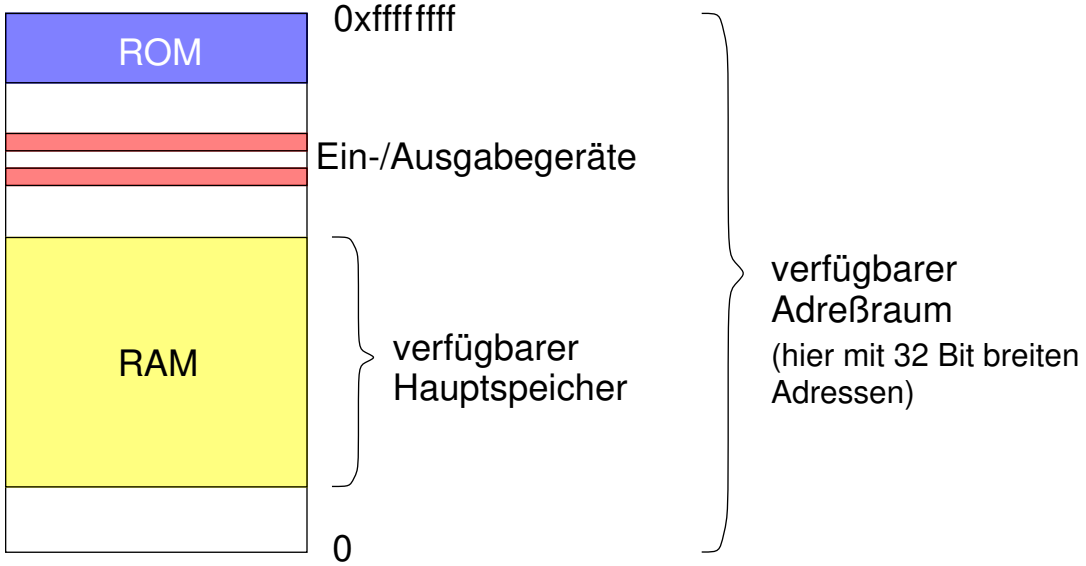


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

E.1 Speichervergabe

1 Problemstellung

- Verfügbarer Speicher



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

1 Problemstellung (2)

- Belegung des verfügbaren Hauptspeichers durch
  - Benutzerprogramme
    - Programmbefehle (Code, Binary)
    - Programmdaten
  - Betriebssystem
    - Betriebssystemcode
    - Puffer
    - Systemvariablen
- ★ Zuteilung des Speichers nötig

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

2 Statische Speicherzuteilung

- Feste Bereiche für Betriebssystem und Benutzerprogramm
- ▲ Probleme:
  - Begrenzung anderer Ressourcen
    (z.B. Bandbreite bei Ein-/Ausgabe wg. zu kleiner Systempuffer)
  - Ungenutzter Speicher des Betriebssystems kann von Anwendungsprogramm nicht genutzt werden und umgekehrt
- ★ Dynamische Speicherzuteilung einsetzen

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

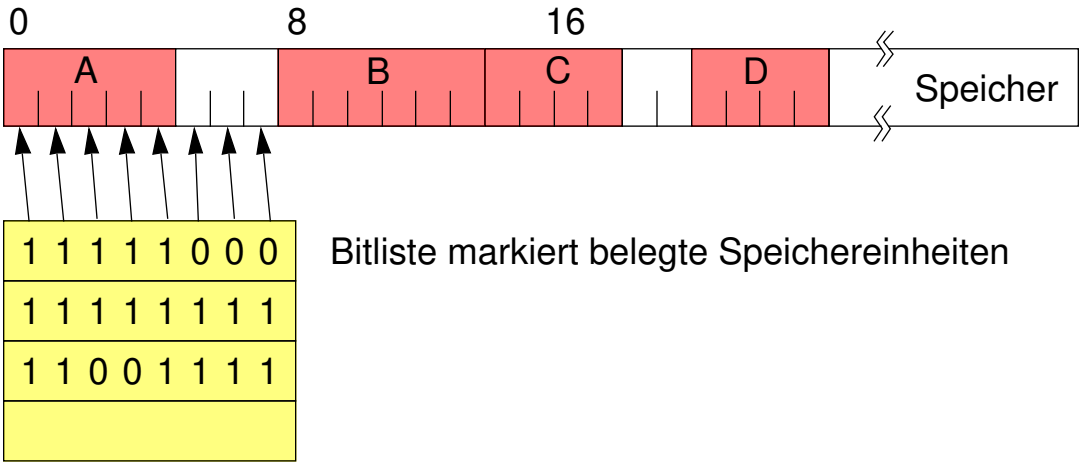
3 Dynamische Speicherzuteilung

- Segmente
  - zusammenhängender Speicherbereich
    (Bereich mit aufeinanderfolgenden Adressen)
- Allokation (Anforderung) und Freigabe von Segmenten
- Ein Anwendungsprogramm besitzt üblicherweise folgende Segmente:
  - Codesegment
  - Datensegment
  - Stacksegment (für Verwaltungsinformationen, z.B. bei Funktionsaufrufen)
- ▲ Suche nach geeigneten Speicherbereichen zur Zuteilung
- ★ Speicherzuteilungsstrategien nötig

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

4 Freispeicherverwaltung

- Freie (evtl. auch belegte) Segmente des Speichers müssen repräsentiert werden
- Bitlisten



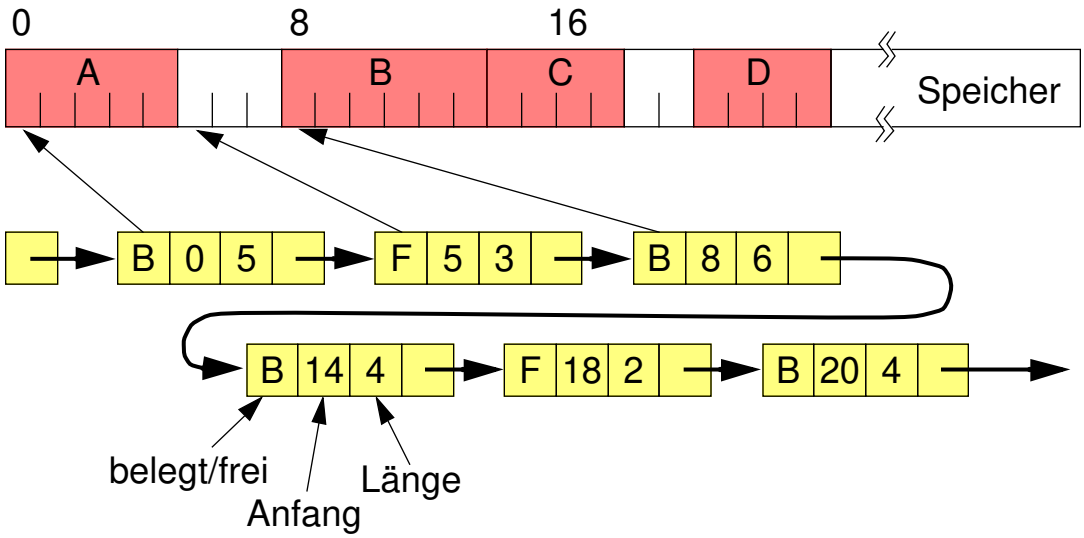
Bitliste markiert belegte Speichereinheiten

Speichereinheiten gleicher Größe (z.B. 1 Byte, 64 Byte, 1024 Byte)

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

4 Freispeicherverwaltung (2)

- Verkettete Liste

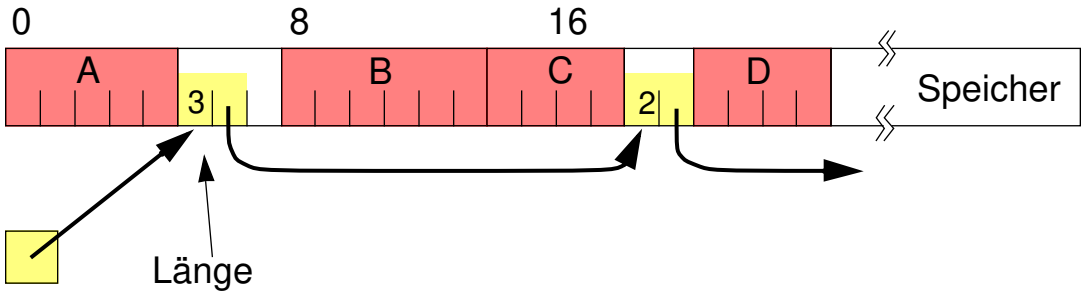


Repräsentation auch von belegten Segmenten

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

4 Freispeicherverwaltung (3)

- Verkettete Liste in dem freien Speicher



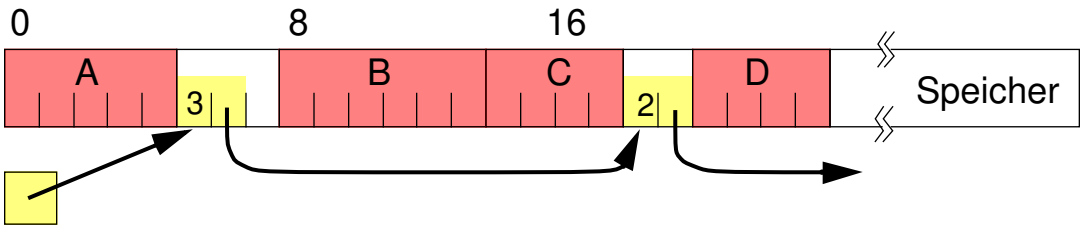
Mindestlückengröße muß garantiert werden

- Zur Effizienzsteigerung eventuell Rückwärtsverkettung nötig
- Repräsentation letztlich auch von der Vergabestrategie abhängig

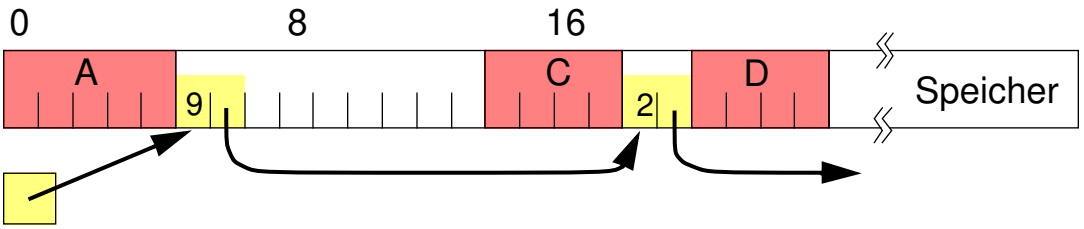
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

5 Speicherfreigabe

- Verschmelzung von Lücken



nach Freigabe von B:



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

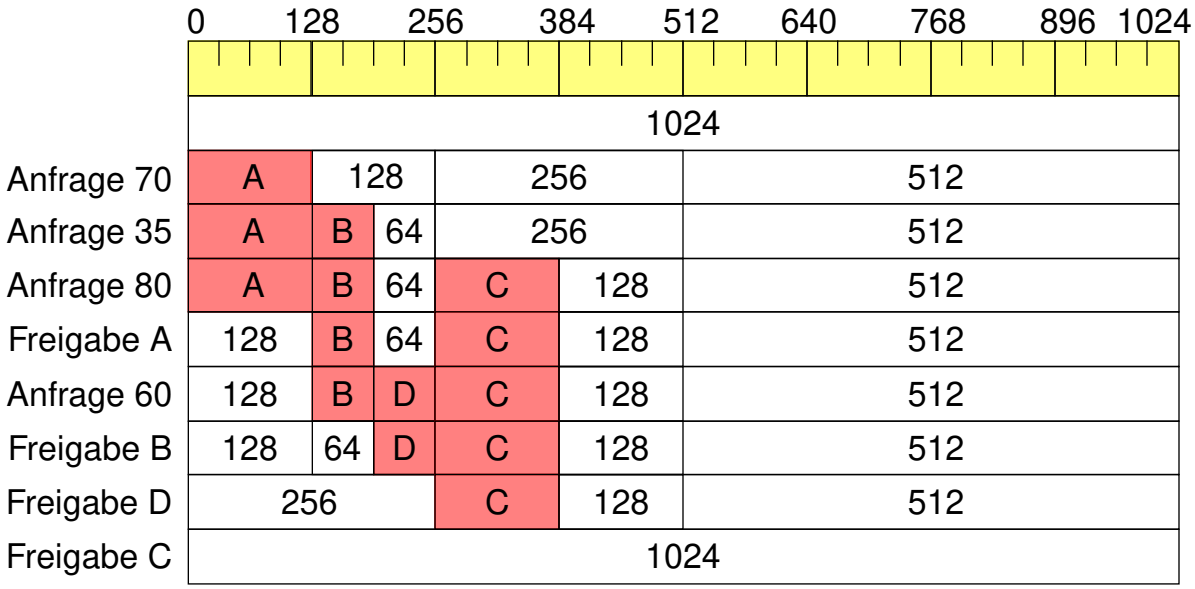
6 Vergabestrategien

- First Fit
  - ◆ erste passende Lücke wird verwendet
- Rotating First Fit / Next Fit
  - ◆ wie First Fit aber Start bei der zuletzt zugewiesenen Lücke
- Best Fit
  - ◆ kleinste passende Lücke wird gesucht
- Worst Fit
  - ◆ größte passende Lücke wird gesucht
- ▲ Probleme:
  - ◆ Speicherverschnitt
  - ◆ zu kleine Lücken

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

7 Buddy Systeme

- Einteilung in dynamische Bereiche der Größe 2^n



Effiziente Repräsentation der Lücken und effiziente Algorithmen

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

8 Einsatz der Verfahren

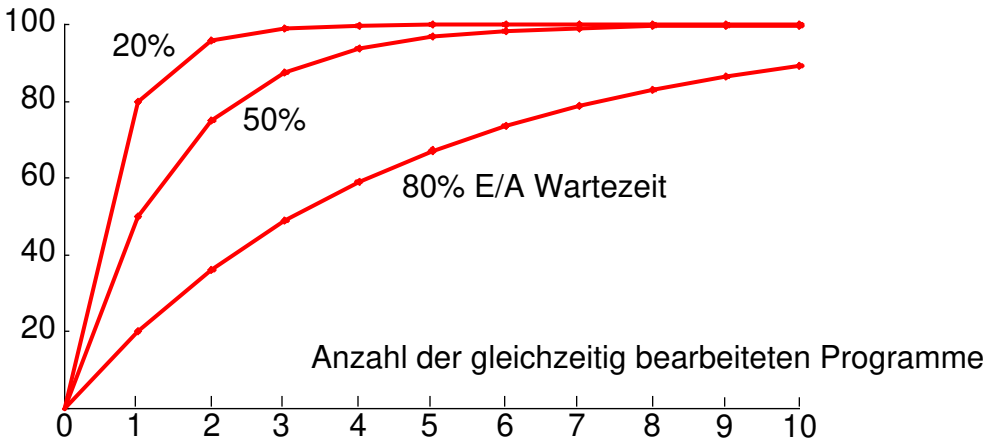
- Einsatz im Betriebssystem
  - Verwaltung des Systemspeichers
  - Zuteilung von Speicher an Prozesse und Betriebssystem
- Einsatz innerhalb eines Prozesses
  - Verwaltung des Haldenspeichers *(Heap)*
  - erlaubt dynamische Allokation von Speicherbereichen durch den Prozeß (**`malloc`** und **`free`**)
- Einsatz für Bereiche des Sekundärspeichers
  - Verwaltung bestimmter Abschnitte des Sekundärspeichers z.B. Speicherbereich für Prozeßauslagerungen *(Swap space)*

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

E.2 Mehrprogrammbetrieb

1 Problemstellung

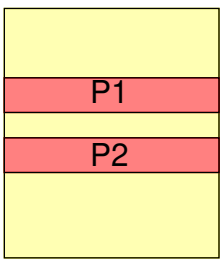
- Mehrere Prozesse laufen gleichzeitig
  - Wartezeiten von Ein-/Ausgabeoperationen ausnutzen
  - CPU Auslastung verbessern
- CPU-Nutzung in Prozent, abhängig von der Anzahl der Prozesse



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

1 Problemstellung (2)

- Mehrere Prozesse benötigen Hauptspeicher
  - Prozesse an verschiedenen Stellen im Hauptspeicher liegen
  - Speicher reicht eventuell nicht für alle Prozesse
  - Schutzbedürfnis des Betriebssystems und der Prozesse untereinander



zwei Prozesse und deren Codesegmente im Speicher

- Relokation von Programmbefehlen (Binaries)
- Ein- und Auslagern von Prozessen
- Hardwareunterstützung

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

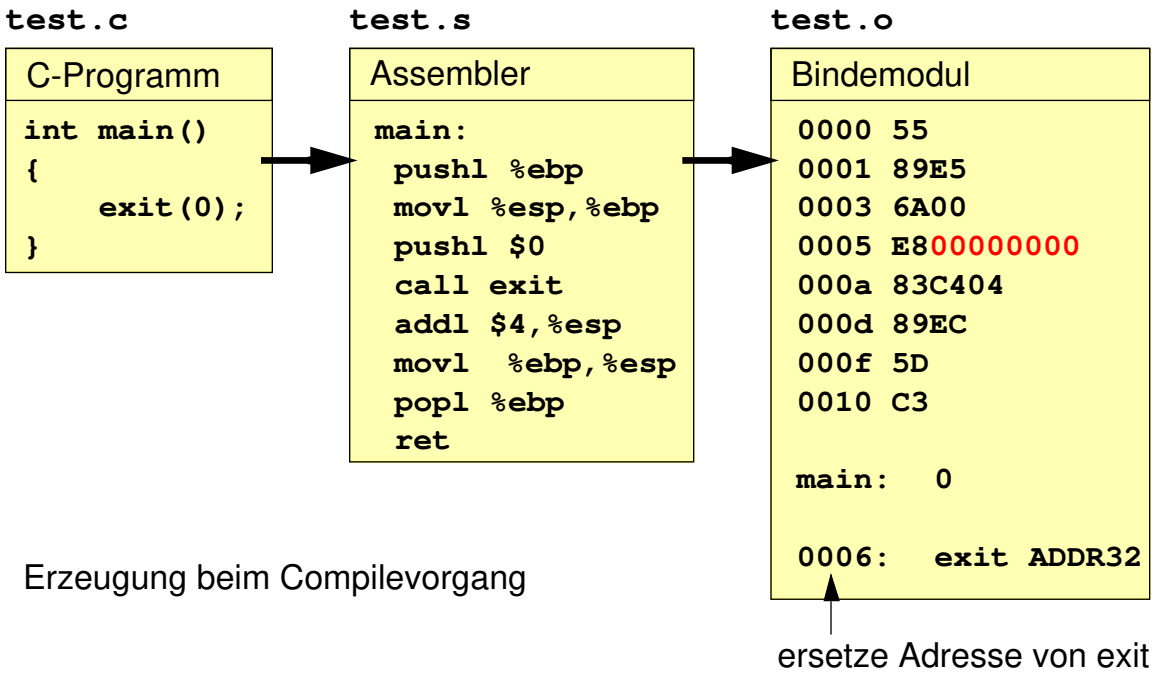
2 Relokation

- Festlegung absoluter Adressen in den Programmbefehlen
  - z.B. ein Sprungbefehl in ein Unterprogramm oder ein Ladebefehl für eine Variable aus dem Datensegment
- Absolutes Binden (*Compile time*)
  - Adressen stehen fest
  - Programm kann nur an bestimmter Speicherstelle korrekt ablaufen
- Statisches Binden (*Load time*)
  - Beim Laden (Starten) des Programms werden die absoluten Adressen angepaßt (reloziert)
  - Relokationsinformation nötig, die vom Compiler oder Assembler geliefert wird

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

2 Relokation (2)

- Compilevorgang (Erzeugung der Relokationsinformation)

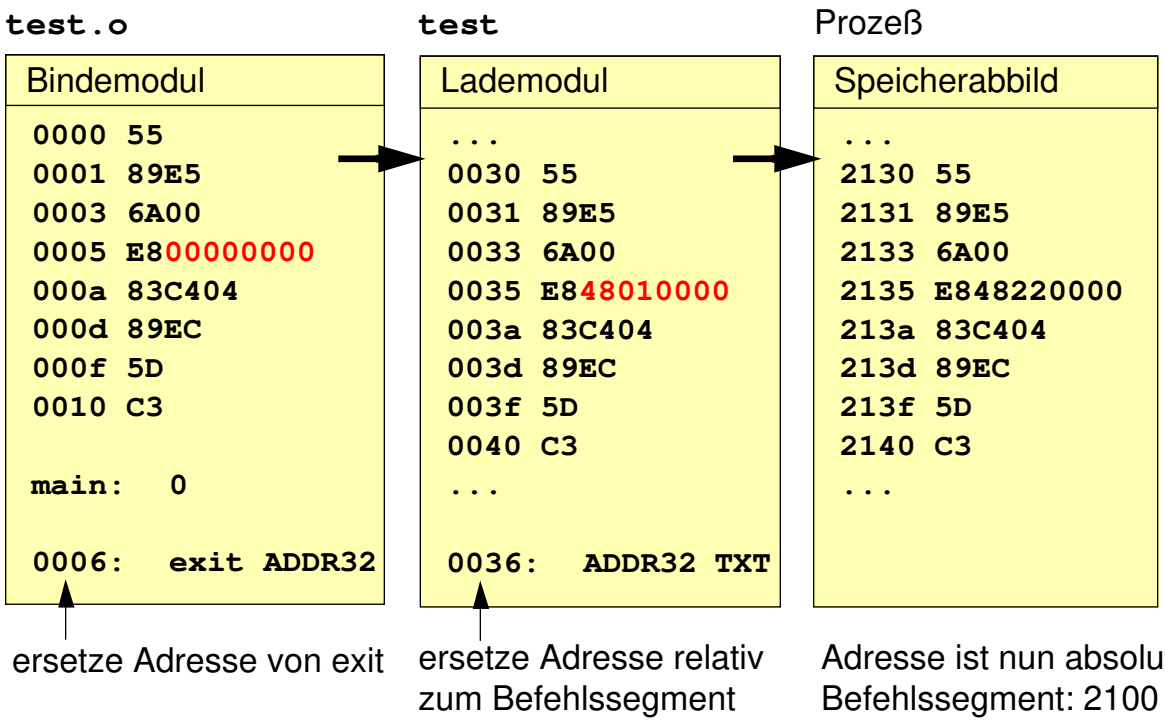


Erzeugung beim Compilevorgang

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

2 Relokation (3)

- Binde- und Ladevorgang



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

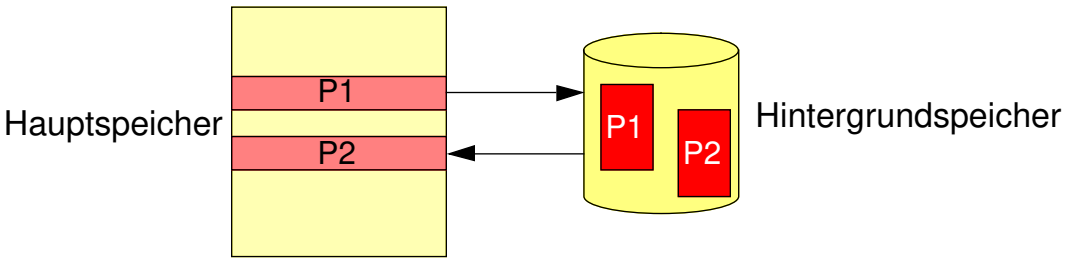
2 Relokation (4)

- Relokationsinformation im Bindemodul
  - erlaubt das Binden von Modulen in beliebige Programme
- Relokatinsinformation im Lademodul
  - erlaubt das Laden des Programms an beliebige Speicherstellen
  - absolute Adressen werden erst beim Laden generiert
- Alternative
  - Programm benutzt keine absoluten Adressen und kann daher immer an beliebige Speicherstellen geladen werden

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

3 Ein-, Auslagerung (*Swapping*)

- Segmente eines Prozesses werden auf Hintergrundspeicher ausgelagert und im Hauptspeicher freigegeben
  - z.B. zur Überbrückung von Wartezeiten bei E/A oder Round-Robin Schedulingstrategie
- Einlagern der Segmente in den Hauptspeicher am Ende der Wartezeit

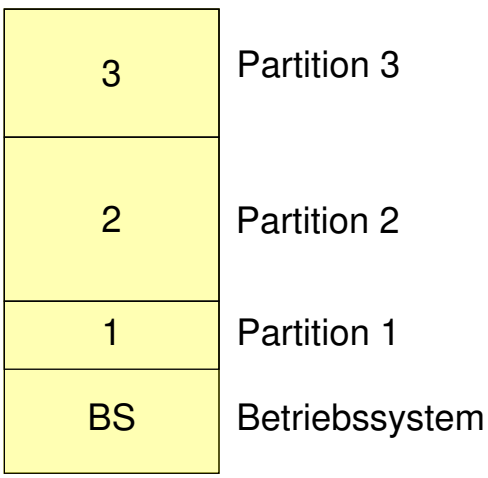


- Aus-, Einlagerzeit ist hoch
  - Latenzzeit der Festplatte
  - Übertragunszeit

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

3 Ein-, Auslagerung (2)

- Prozeß ist statisch gebunden
  - kann nur an gleiche Stelle im Hauptspeicher wieder eingelagert werden
  - Kollisionen mit eventuell neu im Hauptspeicher befindlichen Segmenten
- Mögliche Lösung: Partitionierung des Hauptspeichers

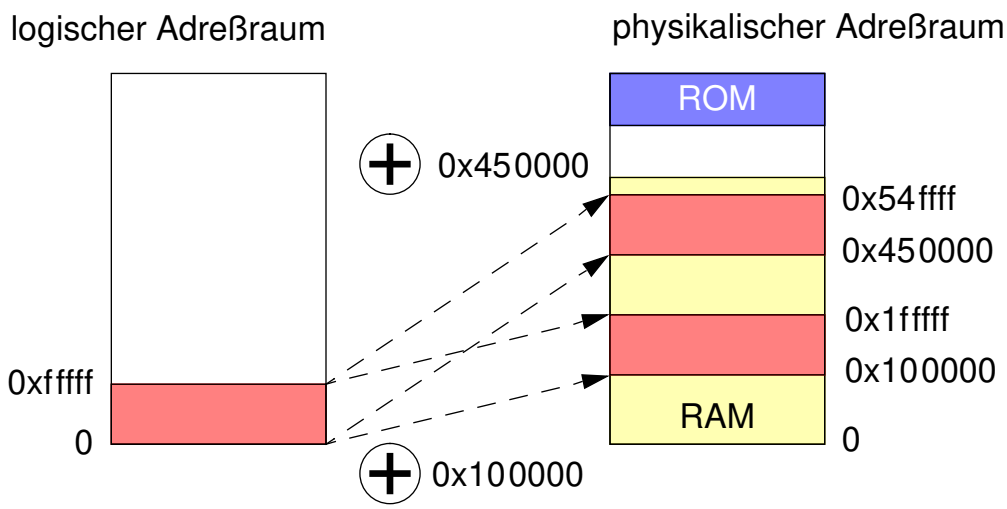


  - In jeder Partition läuft nur ein Prozeß
  - Einlagerung erfolgt wieder in die gleiche Partition
  - Speicher kann nicht optimal genutzt werden

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

4 Segmentierung

- Hardwareunterstützung: Umsetzung logischer in physikalische Adressen
  - Prozesse erhalten einen logischen Adreßraum

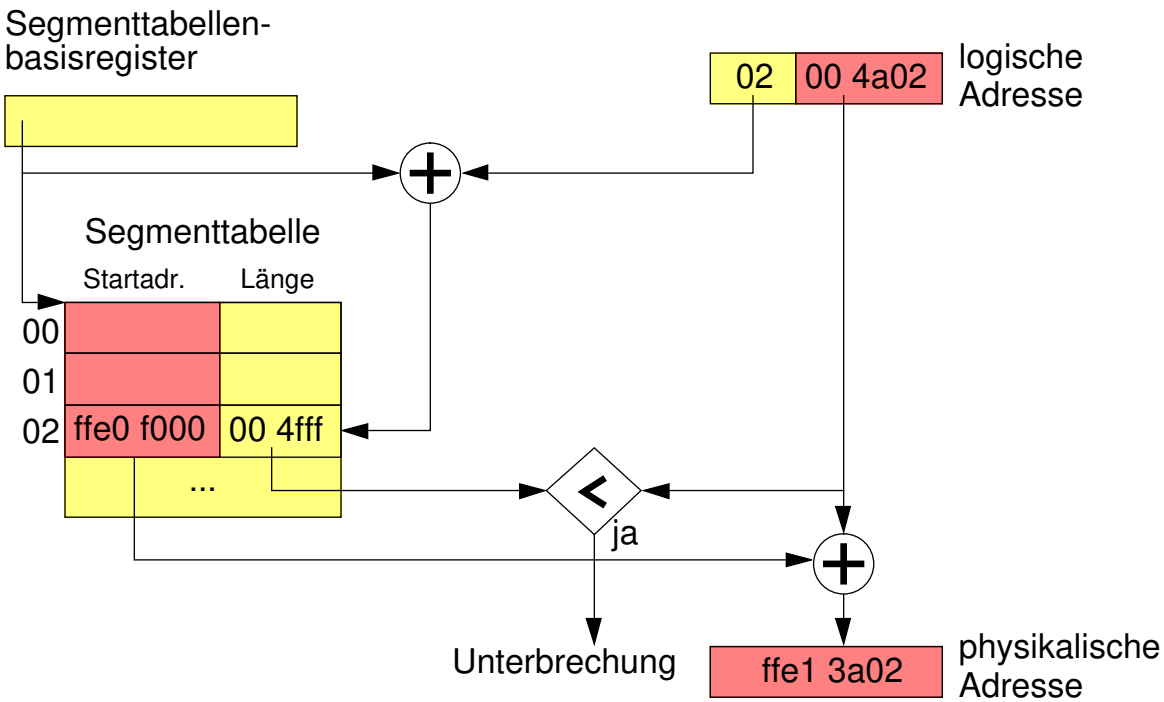


Das Segment im logischen Adreßraum kann an jeder beliebige Stelle im physikalischen Adressraum liegen.

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

4 Segmentierung (2)

- Realisierung mit Übersetzungstabelle



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

4 Segmentierung (3)

- Hardware wird MMU *(Memory management unit)* genannt
- Schutz vor Segmentübertretung
  - Unterbrechung zeigt Speicherverletzung an
  - Programme und Betriebssystem voreinander geschützt
- Prozeßumschaltung durch Austausch der Segmentbasis
  - jeder Prozeß hat eigene Übersetzungstabelle
- Ein- und Auslagerung vereinfacht
  - nach Einlagerung an beliebige Stelle muß lediglich die Übersetzungstabelle angepaßt werden
- Gemeinsame Segmente möglich
  - Befehlssegmente
  - Datensegmente (*Shared memory*)

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

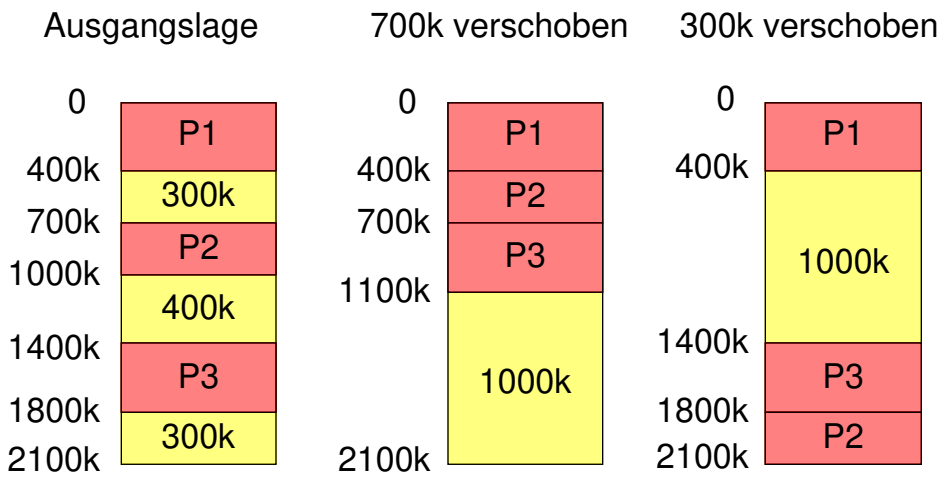
4 Segmentierung (4)

- Zugriffsschutz einfach integrierbar
  - z.B. Rechte zum Lesen, Schreiben und Ausführen von Befehlen, die von der MMU geprüft werden
- ▲ Fragmentierung des Speichers durch häufiges Ein- und Auslagern
  - es entstehen kleine, nicht nutzbare Lücken
- ★ Kompaktifizieren
  - Segmente werden verschoben, um Lücken zu schließen; Segmenttabelle wird jeweils angepaßt
- ▲ lange E/A Zeiten für Ein- und Auslagerung
  - nicht alle Teile eines Segments werden gleich häufig genutzt

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

5 Kompaktifizieren

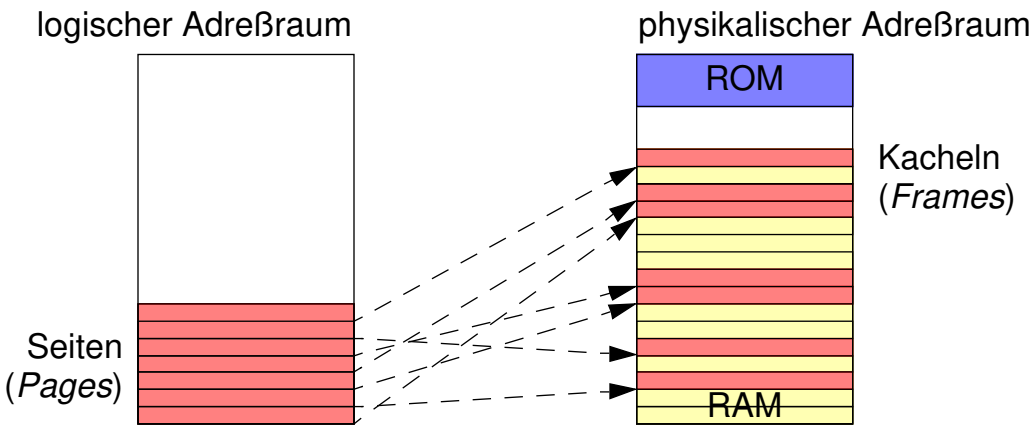
- Verschieben von Segmenten
  - ◆ Erzeugen von weniger aber größeren Lücken
  - ◆ Verringern des Verschnitts
  - ◆ aufwendige Operation, abhängig von der Größe der verschobenen Segmente



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

E.3 Seitenadressierung (*Paging*)

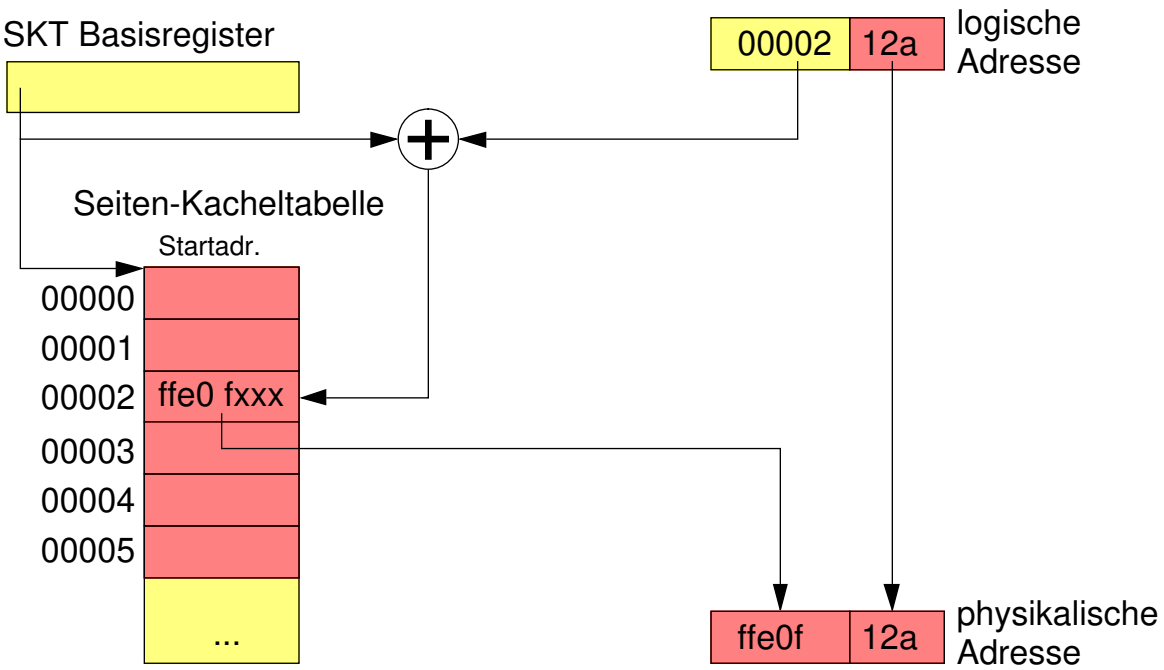
- Einteilung des logischen Adreßraums in gleichgroße Seiten, die an beliebigen Stellen im physikalischen Adreßraum liegen können
  - ◆ Lösung des Fragmentierungsproblem
  - ◆ keine Kompaktifizierung mehr nötig
  - ◆ Vereinfacht Speicherbelegung



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

1 MMU mit Seiten-Kacheltabelle

- Tabelle setzt Seiten in Kacheln um



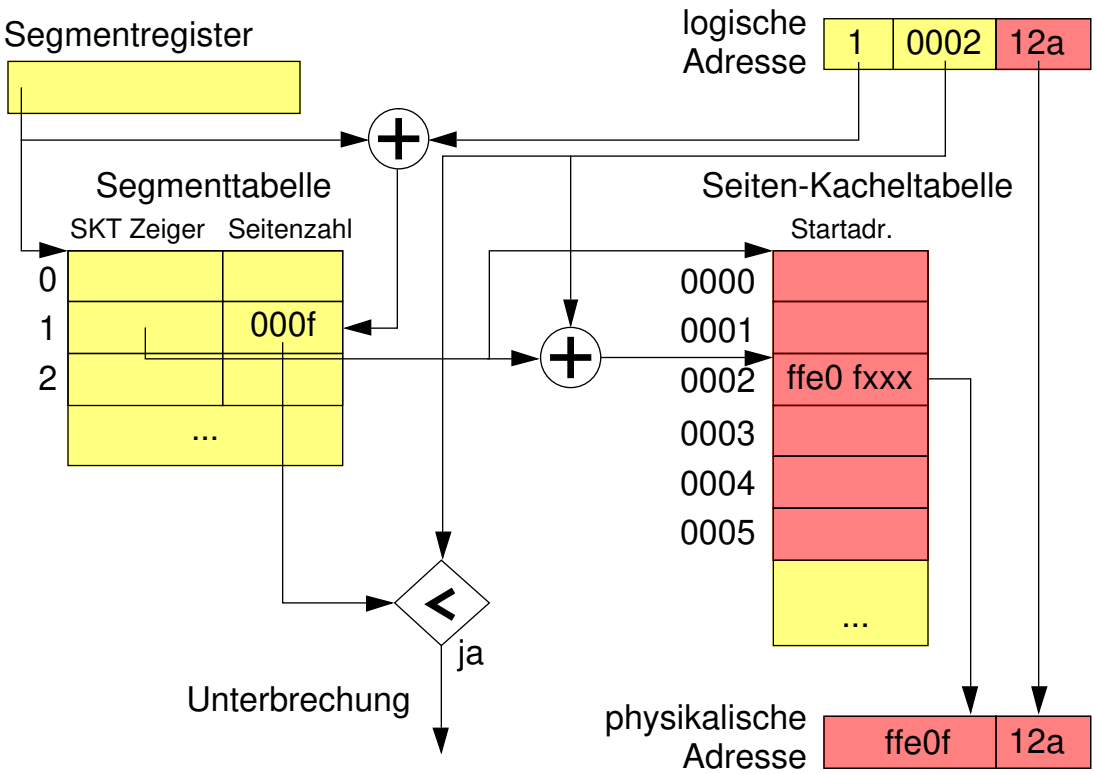
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 MMU mit Seiten-Kacheltabelle (2)

- ▲ Seitenadressierung erzeugt internen Verschnitt
  - ◆ letzte Seite eventuell nicht vollständig genutzt
- ■ Seitengröße
  - ◆ kleine Seiten verringern internen Verschnitt, vergrößern aber die Seiten-Kacheltabelle (und umgekehrt)
  - ◆ übliche Größen: 512 Bytes — 8192 Bytes
- ▲ große Tabelle, die im Speicher gehalten werden muß
- ▲ viele implizite Speicherzugriffe nötig
- ▲ nur ein „Segment“ pro Kontext
- ★ Kombination mit Segmentierung

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

2 Segmentierung und Seitenadressierung

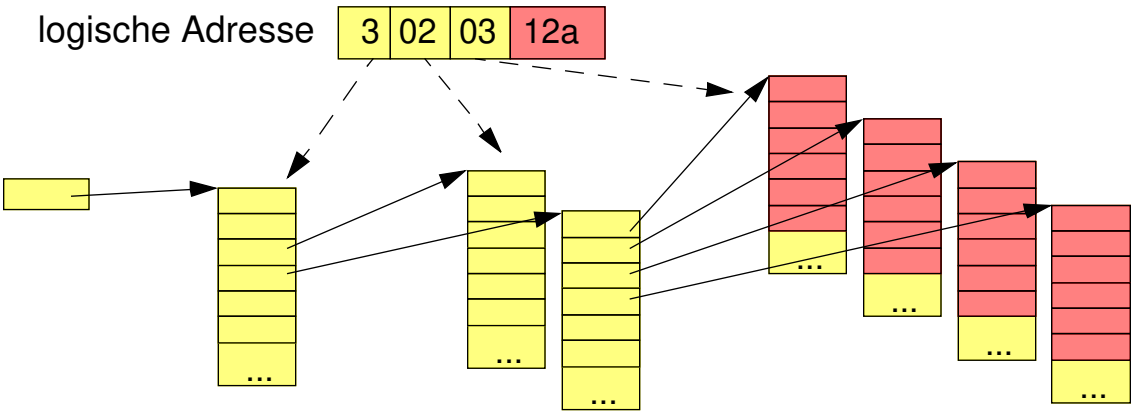


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Segmentierung und Seitenadressierung (2)

- ▲ noch mehr implizite Speicherzugriffe
- ▲ große Tabellen im Speicher
- ★ Mehrstufige Seitenadressierung mit Ein- und Auslagerung

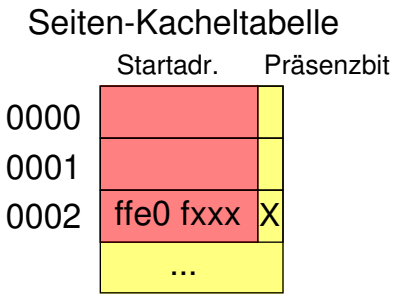
3 Mehrstufige Seitenadressierung



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

3 Mehrstufige Seitenadressierung (2)

- Ein- und Auslagerung von Seiten



  - ◆ Ist das Präsenzbit gesetzt, bleibt alles wie bisher.
  - ◆ Ist das Präsenzbit gelöscht, wird eine Unterbrechung ausgelöst (*Page fault*).
  - ◆ Die Unterbrechungsbehandlung kann nun für das Laden der Seite vom Hintergrundspeicher sorgen und den Speicherzugriff danach wiederholen (benötigt HW Support in der CPU).

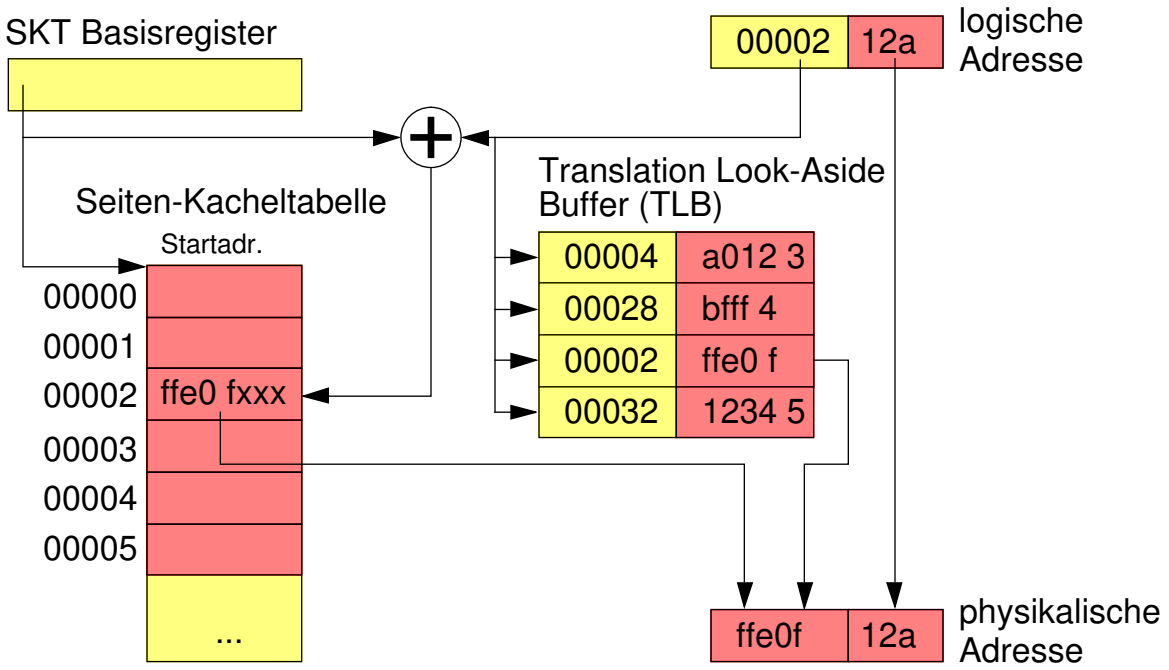
- Präsenzbit auch für jeden Eintrag in den höheren Stufen
  - ◆ Tabellen sind aus- und einlagerbar

- ▲ Noch mehr implizite Speicherzugriffe

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

4 Translation Look-Aside Buffer

- Schneller Registersatz wird konsultiert bevor auf die SKT zugegriffen wird



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

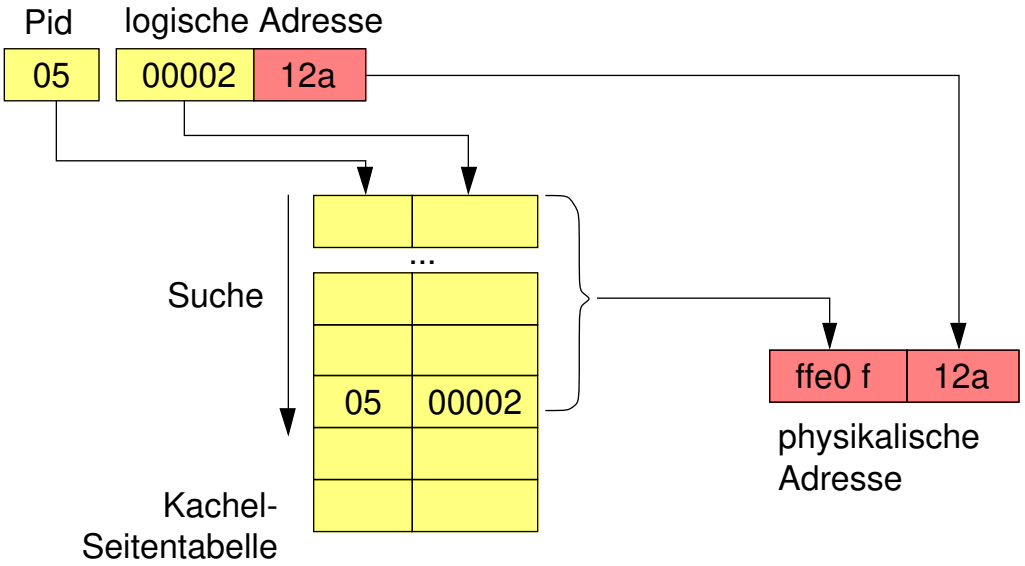
4 Translation Look-Aside Buffer (2)

- Schneller Zugriff auf Seitenabbildung, falls Information im voll-assoziativen Speicher des TLB
  - ◆ keine impliziten Speicherzugriffe nötig
- Bei Kontextwechseln muß TLB gelöscht werden (*Flush*)
- Bei Zugriffen auf eine nicht im TLB enthaltene Seite wird die entsprechende Zugriffsinformation in den TLB eingetragen
  - ◆ Ein alter Eintrag muß zur Ersetzung ausgesucht werden
- TLB Größe
  - ◆ Pentium: Daten TLB = 64, Code TLB = 32, Seitengröße 4K
  - ◆ Sparc V9: Daten TLB = 64, Code TLB = 64, Seitengröße 8K
  - ◆ Größere TLBs bei den üblichen Taktraten zur Zeit nicht möglich

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

5 Invertierte Seiten-Kacheltabelle

- Zum Umsetzen der Adressen nur Abbildung der belegten Kacheln nötig
  - ◆ eine Tabelle, die zu jeder Kachel die Seitenabbildung hält



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

5 Invertierte Seiten-Kacheltabelle (2)

- Vorteile
  - wenig Platz zur Speicherung der Abbildung notwendig
  - Tabelle kann immer im Hauptspeicher gehalten werden
- Nachteile
  - prozeßlokale SKT zusätzlich nötig für Seiten, die ausgelagert sind
    - diese können aber ausgelagert werden
  - Suche in der KST ist aufwendig
    - Einsatz von Assoziativspeichern und Hashfunktionen

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

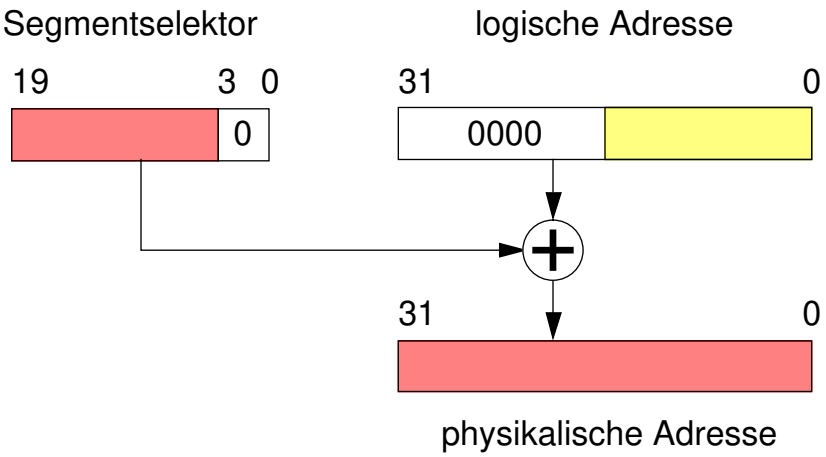
E.4 Fallstudie: Pentium

- Physikalische Adresse
  - 32 bit breit
- Segmente
  - CS – Codesegment: enthält Instruktionen
  - DS – Datensegment
  - SS – Stacksegment
  - ES, FS, GS – zusätzliche Segmente
  - Befehle beziehen sich auf eines oder mehrere der Segmente
- Segmentadressierung
  - Segmentselektor zur Auswahl eines Segments:
    16 bit bezeichnen das Segment

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

1 Real Mode Adressierung

- Adreßgenerierung im Real Mode
  - 16 bit breiter Segmentselektor wird als 20 bit breite Adresse interpretiert und auf die logische Adresse addiert



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

2 Protected Mode Adressierung

- Vier Betriebsmodi (Stufen von Privilegien)
  - Stufe 0: höchste Privilegien (privilegierte Befehle, etc.): BS Kern
  - Stufe 1: BS Treiber
  - Stufe 2: BS Erweiterungen
  - Stufe 3: Benutzerprogramme
  - Speicherverwaltung kann nur in Stufe 0 konfiguriert werden
- Segmentselektoren enthalten Privlegierungsstufe
  - Stufe des Codesegments entscheidet über Zugriffserlaubnis
- Segmentselektoren werden als Indizes interpretiert
  - Tabellen von Segmentdeskriptoren
    - Globale Deskriptor Tabelle
    - Lokale Deskriptor Tabelle

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

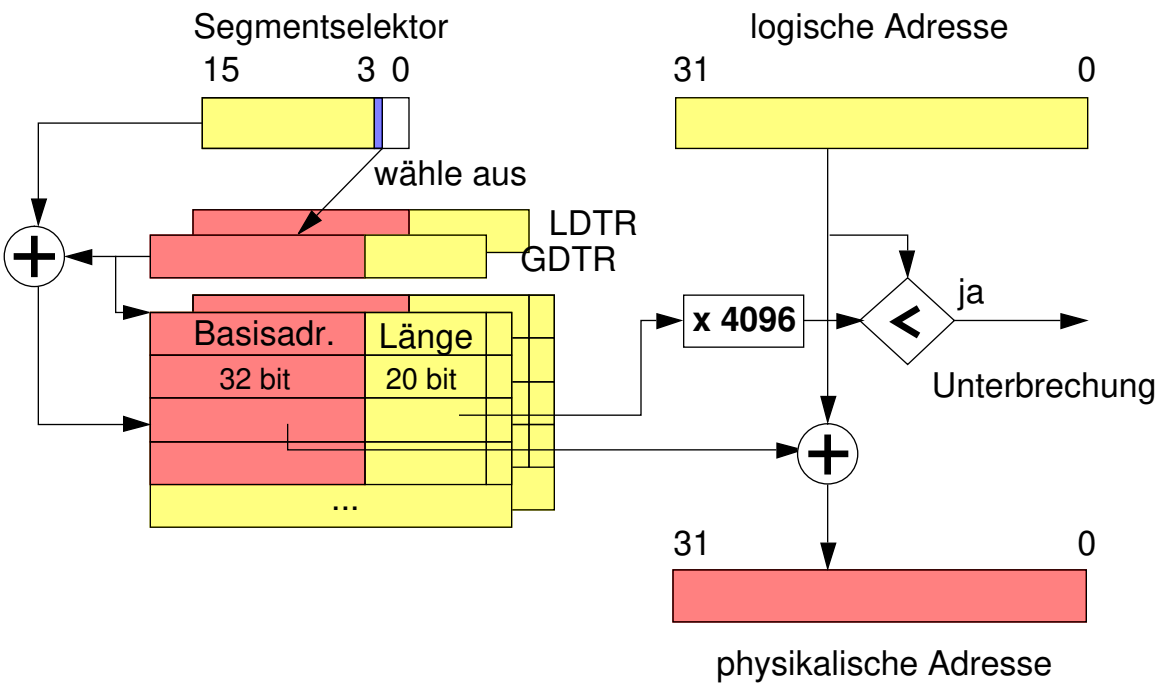
2 Protected Mode Adressierung (2)

- Deskriptortabelle
  - ◆ enthält bis zu 8192 Segmentdeskriptoren
    - physikalische Basisadresse
    - Längenangabe
    - Granularität (Angaben für Bytes oder Seiten)
    - Präsenzbit
    - Privilegierungsstufe
  - ◆ globale Deskriptortabelle für alle Prozesse zugänglich (Register GDTR)
  - ◆ lokale Deskriptortabelle pro Prozeß möglich
    (Register LDTR gehört zum Prozeßkontext)

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

3 Adreßberechnung bei Segmentierung

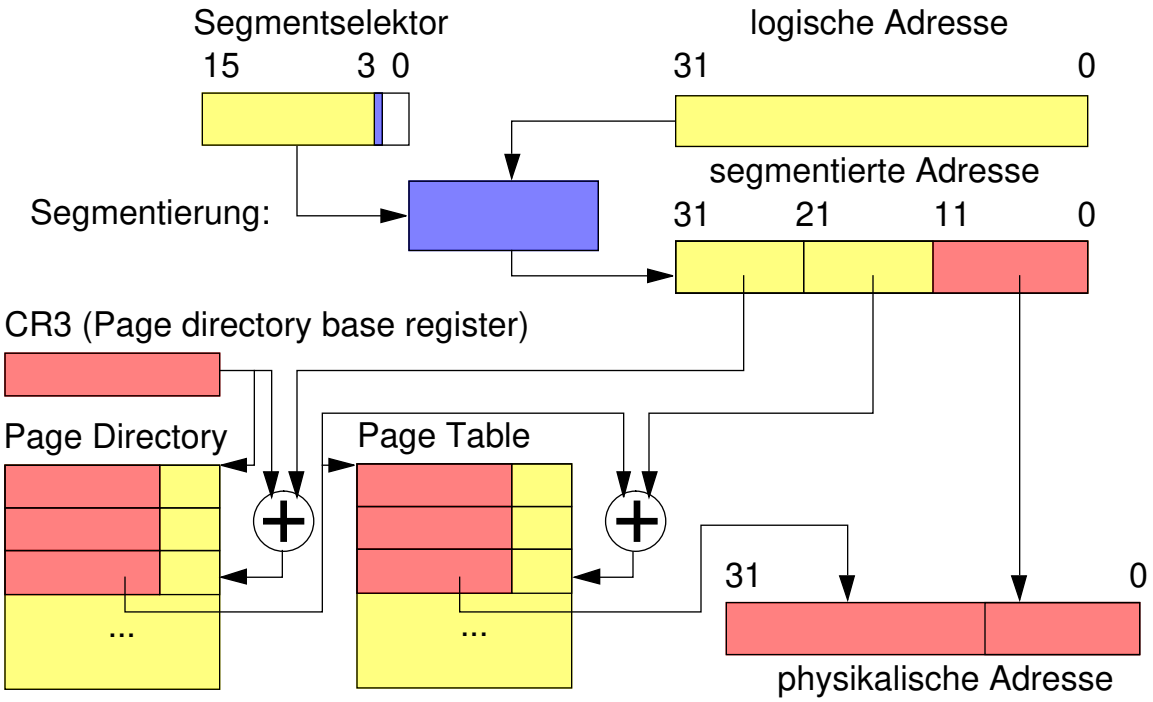
- Verwendung der Protected mode Adressierung



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

4 Adreßberechnung bei Paging

- Seitenadressierung wird der Segmentierung nachgeschaltet



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

4 Adreßberechnung bei Paging

- Zweistufige Seitenadressierung
  - Directory — Page table
  - Seitengröße fest auf 4096 Bytes
- Inhalt des Seitendeskriptor
  - Kacheladresse
  - Dirty Bit: Seite wurde beschrieben
  - Access Bit: Seite wurde gelesen oder geschrieben
  - Schreibschutz: Seite nur lesbar
  - Präsenzbit: Seite ausgelagert (31 Bits für BS-Informationen nutzbar)
  - Kontrolle des Prozessorcaches
- Getrennte TLBs für Codesegment und Datensegmente
  - 64 Einträge für Datenseiten; 32 Einträge für Codeseiten

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

E.5 Gemeinsamer Speicher (*Shared Memory*)

- Speicher, der mehreren Prozessen zur Verfügung steht
  - gemeinsame Segmente (gleiche Einträge in verschiedenen Segmenttabellen)
  - gemeinsame Seiten (gleiche Einträge in verschiedenen SKTs)
  - gemeinsame Seitenbereiche (gemeinsames Nutzen einer SKT bei mehrstufigen Tabellen)
- Gemeinsamer Speicher wird beispielsweise benutzt für
  - Kommunikation zwischen Prozessen
  - gemeinsame Befehlssegmente

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

E.5 Gemeinsamer Speicher (2)

- Systemaufrufe unter Solaris 2.5
  - Erzeugen bzw. Holen eines gemeinsamen Speichersegments

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

  - Einblenden und Ausblenden des Segments in den Speicher

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

  - Kontrolloperation

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


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