Betriebssysteme
Studiengang Informatik / SAT

Dipl.-Inf., Dipl.-Ing. (FH) Michael Wilhelm

Hochschule Harz

FB Automatisierung und Informatik

mwilhelm@hs-harz.de

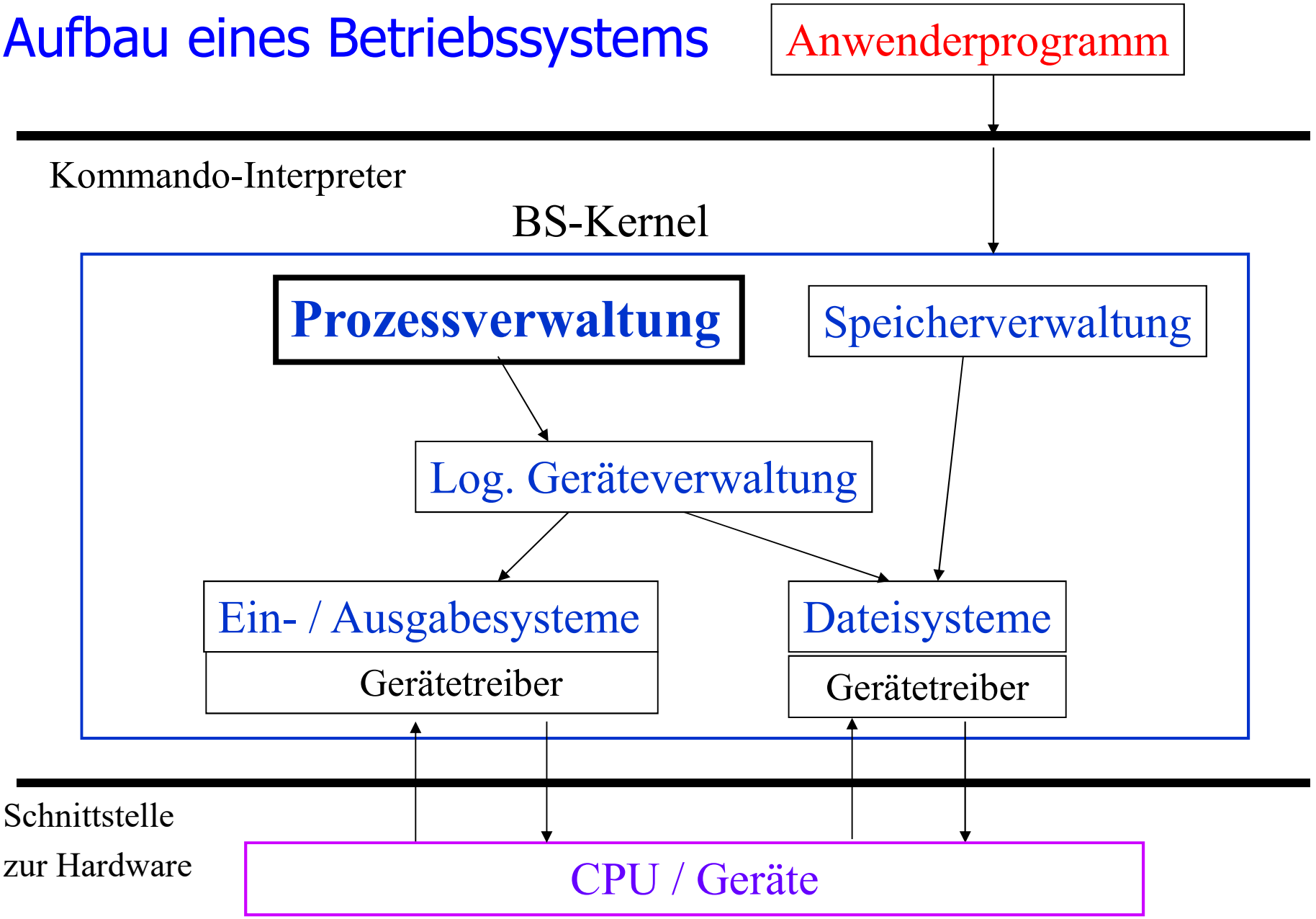
Raum 2.202

Tel. 03943 / 659 338

Gliederung

1. Einführung
2. Speicherverwaltung
3. Dateisysteme
4. **Prozesse, Thread**
5. Deadlocks

Aufbau eines Betriebssystems



Prozesse

- Prozessdefinition
- Prozess-Scheduling
- Multitasking
- Threads
- Synchronisationsprobleme
- Nachrichtenaustausch zwischen Prozessen

Prozesskonzept

Durch welche Ereignisse wird ein Prozess durch das BS gestartet?

- Initialisierung des Systems
- Systemaufruf zum Erzeugen eines Prozesses durch einen anderen Prozess
  - ⌫ Hintergrundprozesse
- Benutzeranfrage, einen neuen Prozess zu erzeugen
  - ⌫ cmd, start, Explorer, Ausführen, exec, fork
- Benutzeranfrage, einen neuen Prozess zu erzeugen
- Initiierung einer Stapelverarbeitung (Batch-Job)

Erzeugen eines Programms

Programm erzeugen

- Quellcode schreiben (Java, C, C++, C#, Delphi, VB, ...)
- Übersetzen
- Ergebnis Objektmodul / classmodul
- Hinzufügen von eigenen Objekten (Lib), Linker
- Hinzufügen von System-Objekten (Lib), Linker
- Ergebnis: Exe-Programm auf Platte

Prozesskonzept

Start eines Anwenderprogramms:

- Programm wird mit Kommando gestartet
- Adressiert über Laufwerk/Pfad/Namen der Datei
- Schafft Speicher für das Programm/Daten/Heap/Stack
- Lädt die Datei (Hauptspeicherbereiche)
- Aktualisiert die Prozess-Verwaltung
- Analysiert den PCB
- Setzt den Instruction-Pointer IP
- Startet das Programm

Prozesskonzept

Ende eines Anwenderprogramms:

- Normales Beenden
- Beenden auf Grund eines Fehlers (freiwillig)
- Beenden auf Grund eines schwerwiegenden Fehlers (unfreiwillig)
- Beenden durch einen anderen Prozess (unfreiwillig)

BS-Kommandos: exit, exitProzess

Prozesskonzept

Prozess:
Ein ausgeführter Programmabschnitt mit Programmdaten, Stack, Programmzähler, Speichertabellen, Stackpointer, Registern und Flags

Prozesse werden unterbrochen und ein anderer rechenbereiter Prozess wird aktiviert

Die Prozesstabelle beschreibt alle Prozesse

Prozessbaum: logischer Zusammenhang der Kindprozesse

Prozesstabelle in UNIX

1) Prozessverwaltung
   - Register
   - Programmzähler
   - Programmstatuswort
   - Stack-Zeiger
   - Prozesszustand
   - Prozesserzeugungszeitpunkt
   - verbrauchte Prozessorzeit
   - Prozessorzeit der Kinder
   - Zeitpunkt des Alarms
   - Zeiger auf Nachrichten
   - unbearbeitete Signale
   - Prozessnummer

2) Speicherverwaltung
   - Zeiger auf Codesegment
   - Zeiger auf Datensegment
   - Zeiger auf BSS-Segment, ...
   - Bitmaske für Signale

3) Dateiverwaltung
   - UMASK
   - Wurzelverzeichnis
   - Arbeitsverzeichnis
   - Deskriptoren, UID, GUI
   - Systemaufrufparameter

Prozess: Systemaufrufe

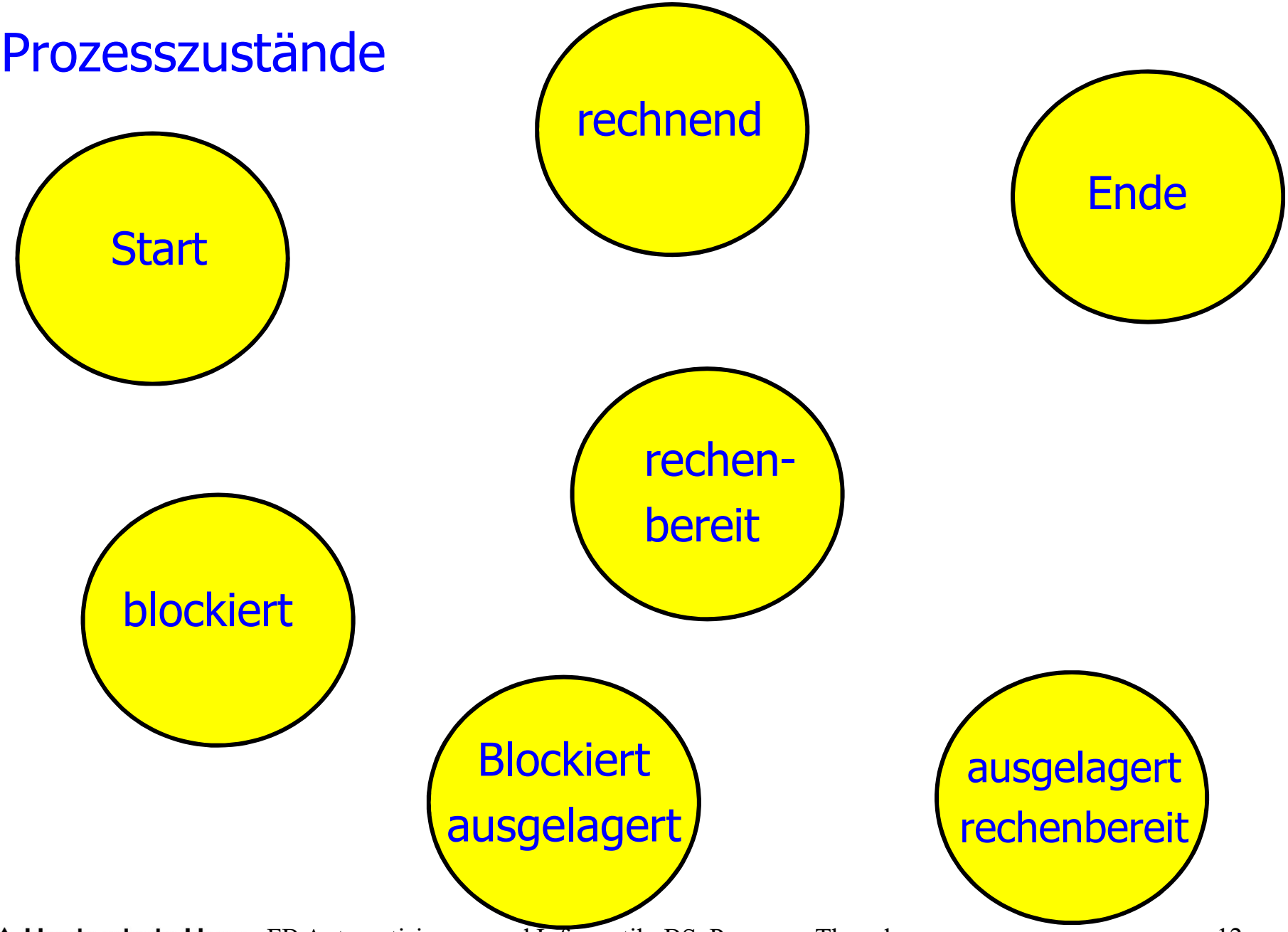
Ein Systemaufruf führt zu einem trap (Softwareunterbrechung), der mit einer höheren Berechtigung, Kernelzugriff, ausgeführt wird.

Auch der Aufruf einer Funktion des „application program interface“ (API) führt zu einem Trap

Beispiel:
Lesen von Daten aus einer Datei
der Aufrufer stellt Speicher zur Verfügung

```
count = read(file, buffer, nbytes);
```

Prozesszustände



Zustandsübergänge

1. Prozess wartet auf Eingabe, wird blockiert
2. Scheduler wählt einen anderen Prozess aus
3. Scheduler wählt diesen Prozess aus
4. Eingabe ist verfügbar

Betriebssystemmodul **Scheduler** wird unterhalb der Prozesse eingerichtet

Entkopplung z.B. von:

- Benutzerprozessen
- Plattenbehandlung
- Terminalprozess

Arten des Multitasking

- **Kooperatives oder non preemptives Multitasking**
  - Windows 3.1, Macintosh OS (bis 6)
  - freiwilliges Aufrufen des Dispatchers bei jedem Systemaufruf (API)
  - freiwillig Pause durch den Aufruf des Dispatchers dann kommt der Scheduler
  - fehlerhafte Programme können das ganze System blockieren
  - keine Echtzeitfähigkeit
- **Preemptives Multitasking**
  - Unterbrechung extern veranlasst (BS)
  - Betriebssystem benutzt geeignete Auswahlkriterien
  - Zeitgeber typisch 1 bis 20ms
  - Einsatz:
    - LINUX
    - Windows NT
    - Virtual DOS Machine (VDM)

Prozessscheduling

Gibt es mehr Bedarf an Betriebsmittel, als vorhanden ist, so muss der Zugriff koordiniert werden

Fall 1: Prozessorverteilung auf einer Einprozessormaschine

Zielkriterien:

- Auslastung der CPU (CPU effizient benutzen)
- Durchsatz Zahl der Jobs / Zeit
- Faire Behandlung Jeder Benutzer gleiche CPU-Zeit
- Ausführungszeit Ausführungszeit pro Job minimal
- Wartezeit Wartezeit pro Job minmal
- Antwortzeit Antwortzeit pro Job minimal

Verfahren und Beurteilung:

1. Verfahren: kurze Prozesse werden bevorzugt.
2. Verfahren: Auslastung,. Ausführungszeit erhöht
3. Verfahren: Auslastung,. Ausführungszeit verringert

Prozessscheduling, preemptives Scheduling

- Round Robin (RR)

Einfachste Strategie: Alle gleichberechtigt, Nacheinander, Unterbrechung nach Intervall

Implementation: Liste aller Prozesse
Werden nacheinander aufgerufen
Alle Prozesse sind gleich wichtig !

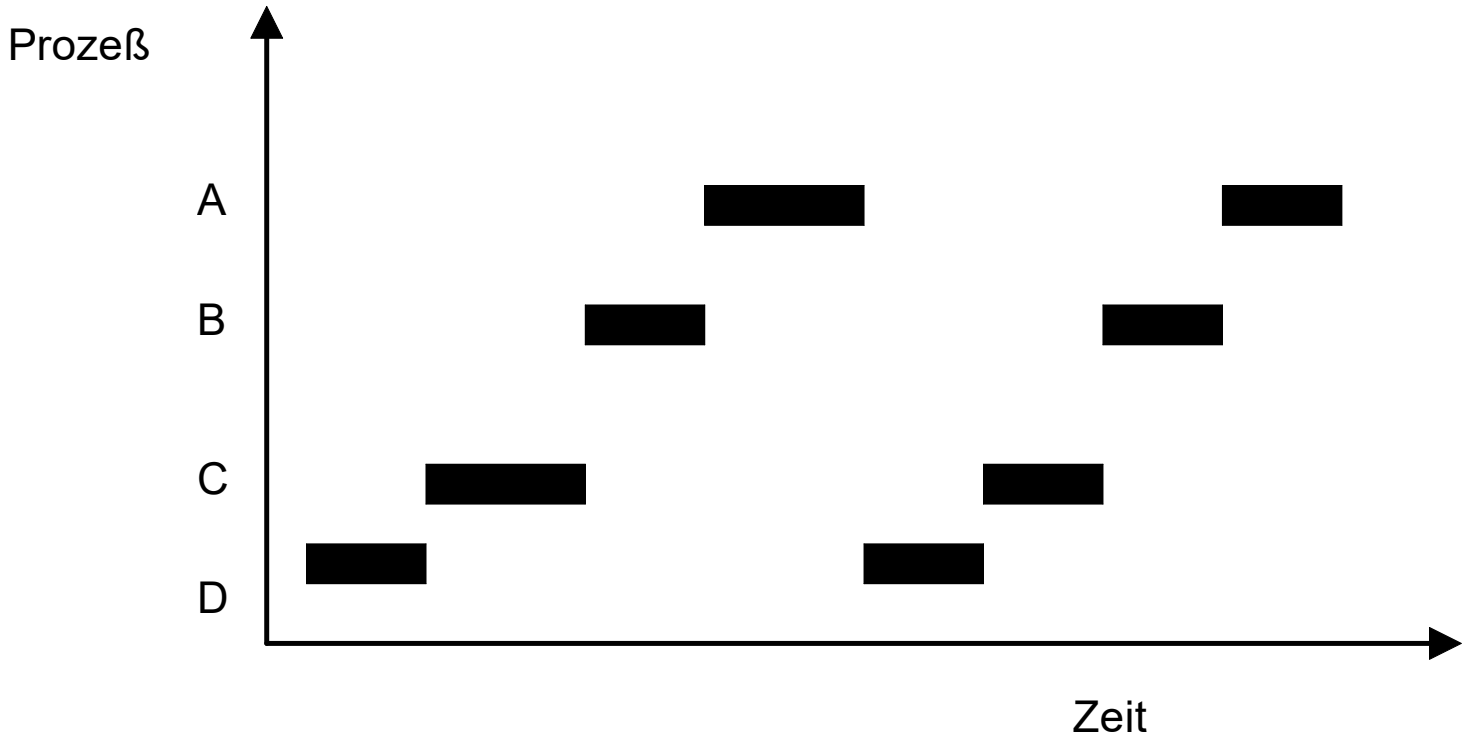
Die Antwortzeiten sind proportional zu den Bedienzeiten

Interessanter Punkt: Länge des Zeitscheibenintervalls
Umschaltung kostet Prozessorzeit

Zeitintervall zu klein → höhere Verwaltung, Eff. Durchsatz der CPU wird kleiner
Wartezeit wird größer

Zeitintervall zu groß → geringere Verwaltung, Eff. Durchsatz der CPU wird größer
Antwortzeit wird im Mehrbenutzerbetrieb wird größer

Programmwechsel beim preemptiven Multitasking



Prozessscheduling, Preemptives Scheduling

- Priority Scheduling (PS)

Einstufige Warteschlange.

Aus der Priorität der Prozesse wird die Position in der Warteschlange bestimmt.

Dynamischer Prozess

Verhungern ?.

Abhilfe:

Nach jedem Zyklus wird die Priorität des aktuellen Prozesses verringert

Prozesse mit niedrigen Prioritäten erhalten nach einer Zeitspanne Δt höhere Prioritäten.

Prozessscheduling, Preemptives Scheduling

Dynamic Priority Round Robin (DPRR)

N-stufige Warteschlange.

- Alle Prozesse werden in Prioritätsklassen eingeteilt. Die Prozesse in der höchsten Prioritätsklasse erhalten die CPU.
- **Variante a:**

  Prozess läuft bis ein anderer Prozess eine höhere Priorität erhält
- **Variante b:**

  Prozess läuft bis ein anderer Prozess eine höhere Priorität erhält oder bis zu einem Zeitquantum
- Prioritäten können statisch oder dynamisch ermittelt werden.
- Unter Unix kann man die Priorität ändern (nice)
- **Variante c:**

  Alle Prozesse in einer Prioritätenklasse werden mit Round-Robin verwaltet. Problem des Verhungern.
- Die Priorität der Prozesse in der Vorstufe werden stetig erhöht. Ab einem Schwellenwert werden die Prozesse in die Hauptwarteschlange eingereiht.

Prozesse vs. Threads

- Ein Prozess ist ein Programm in Ausführung.
- Jeder Prozess hat eine Prozesstabelle
- Ein Prozess ist kein aktives Programm. Es stellt nur ein Verwaltungsobjekt dar. Ein Prozess beinhaltet aber einen Thread
- Aber: Jeder Prozess hat mindestens einen Thread (Task).
- Jede Thread kann weitere Threads erzeugen

Threads in Windows NT/XP/7/10

- Threads werden in Windows NT durch eine eigene Funktion realisiert, die parallel zur normalen Programmausführung arbeitet.
- Threads werden in Java durch eigene Klassen unterstützt. Der Aufwand zur Erzeugung ist dadurch minimal.
- Die Priorität der Threads ist vom Prozess übernommen bzw. highest, above normal, normal, below normal, idle
- Synchronisationsoperationen bzw. -objekte in Windows NT
  - Events
  - Mutex
  - Semaphore
  - Critical Sections

Threads in Java

Klassen abgeleiteten von der Klasse Thread:

- Ableiten von der Klasse Thread
- Implementiere die run() Methode (einzige Methode des Interface)
- Deklariere ein Thread Objekt als Attribut der Klasse
- Erzeuge ein Thread Objekt und rufe die Methode start() auf
- Beende das Thread Objekt durch Aufruf der Methode stop()

Thread-Beispiel: Deklaration

```
class TestThread extends Thread {

  public TestThread () {
    setPriority(Thread.MIN_PRIORITY);
  }

  public void run() {
    // Aktion
  }
}
```

1. Thread-Beispiel: Bestimmen der Summe

Aufgaben:

- Starten von drei Threads
- Jeder berechnet die Summe von 1 bis 100
- Methode getSumme() liefert die Summe
- Im Hauptdialogfenster wird die Summe angezeigt
- Summe von 1 bis 100 = 5050
- 5050 * 3 = 15150

$$s = \sum_{i=1}^{100} i$$

1. Thread-Beispiel: Bestimmen der Summe

```
public class Thread01 extends JFrame {

  ThreadSumme f1,f2, f3;
  show();
  f1 = new ThreadSumme(n);
  f2 = new ThreadSumme(n);
  f3 = new ThreadSumme(n);
  f1.start();
  f2.start();
  f3.start();
  int Summe = 0;
  Summe = f1.getSumme()+f2.getSumme()+f3.getSumme();
  label1.setText( Integer.toString(Summe) );
} // create
```

1. Thread-Beispiel: Bestimmen der Summe

```
class ThreadSumme extends Thread {
  private int _n;
  private int _Summe;

  public ThreadSumme (int n) {
      _n = n;
  }
  public void run() {
    _Summe = 0;
   for (int i=1; i<=_n; i++) {
     _Summe+=i;
     delay(5);
   }
 }
```

1. Thread-Beispiel: Bestimmen der Summe

Ergebnis:

- Die drei Threads werden gestartet
- Jeder berechnet die Summe von 1 bis 100 = 5050
- Die Summe mit der Methode getSumme() liefert nicht die korrekte Summe
- Problem:
- Die einzelnen Thread sind noch nicht fertig
- Korrekte Lösung in Thread02

2. Thread-Beispiel: Bestimmen der Summe

```
f1 = new ThreadSumme(n);
f2 = new ThreadSumme(n);
f3 = new ThreadSumme(n);
f1.start();
f2.start();
f3.start();
try {
  f1.join();
  f2.join();
  f3.join();
}
catch (InterruptedException e) {
}
int Summe = f1.getSumme()+f2.getSumme()+f3.getSumme();
label1.setText( "Summe: "+Integer.toString(Summe) );
} // create
```

2. Thread-Beispiel:

```
class ThreadSumme extends Thread {
  int nummer=0;
  JLabel myLabel;

  // Übergabe "globales JLabel"
  public ThreadSumme (JLabel label) {
     myLabel = label;
     myLabel.setText( "hallo" );
  } // create

   // Thread Methode
  public void run() {
    for (int i=1; i<=100; i++) {
      myLabel.setText( Integer.toString(i) );
      delay(50);
    }  // for
  } // run
}
```

3. Thread-Beispiel: Hochzählen in Threads

Aufgaben:

- Starten von zwei Threads
- Jeder zählt von 1 bis n
- Als Parameter im Konstruktor wird ein Verweis auf ein JLabel übergeben
- In der Run-Methode wird dieses Label aktualisiert

Thread03

3. Thread-Beispiel:

```
class ThreadSumme extends Thread {
  JLabel _myLabel;
 // Übergabe "globales JLabel"
 public ThreadSumme (JLabel label) {
    _myLabel = label;
    _myLabel.setText( "hallo" );
 }
  public void run() {
   for (int i=1; i<=100; i++) {
     _myLabel.setText( Integer.toString(i) );
     try {
       Thread.sleep(50);
     }
     catch (InterruptedException e) {
     }
   }
 }
```

4. Thread-Beispiel: Bestimmen der Summe

Aufgaben:

- Starten von vier Threads
- Jeder Thread läuft von 1 bis 10
- Bei jedem Durchlauf wird die zugeordnete Nummer zu einem globales Label addiert
- Dazu wird dieser Inhalt gelesen und in eine Zahl umgewandelt
- Dann zu dieser Summe die Nummer addiert und zurückgeschrieben
- Es sollte also die Summe zehnmal {1,2,3,4} geben = 10*10=100
- Reihenfolge beliebig

4. Thread-Beispiel:

```
ThreadSumme f1,f2, f3,f4;
   f1 = new ThreadSumme(1, label);
   f2 = new ThreadSumme(2, label);
   f3 = new ThreadSumme(3, label);
   f4 = new ThreadSumme(4, label);
   summe = 0;
   f1.run();
   f2.run();
   f3.run();
   f4.run();
```

```
class ThreadSumme extends Thread {
  long _nr=0;
  JLabel _mylabel;

  public ThreadSumme (long nr, JLabel label) {
     _mylabel = label;
     _nr = nr;
  }
  public void run() {
    String s;
    long summe;
    for (int i=1; i<=10; i++) {
      s = _mylabel.getText();
      summe = Long.valueOf(s).longValue();
      summe = summe + _nr;
      _mylabel.setText( Long.toString(summe)  );
    }
  }

}
```

4. Thread-Beispiel:

Ergebnis:

- Die vier Threads werden nicht gestartet
- Jede run-Methode wird sequentiell aufgerufen
- Damit ist die Summe immer korrekt
- Statt f1.run() muss f1.start() aufgerufen werden
- Siehe TestListe5.java

5. Thread-Beispiel:

```
public void run() {
   String s;
   long summe;
   int time;
   for (int i=0; i<10; i++) {
     s = mylabel.getText();
     summe = Long.valueOf(s).longValue();
       // Text, Summe geholt, dann gewartet
     time = (int) (Math.random()*30);
                Thread.sleep(time);
     summe = summe + nummer;
     mylabel.setText( Long.toString(summe)  );
     try {
      Thread.sleep(10);
     }
     catch (InterruptedException e) {
     }
   }
}
```

5. Thread-Beispiel:

Ergebnis:

- Die vier Threads werden gestartet
- Jede run-Methode wird parallel aufgerufen
- Die Summe ist fast nie korrekt, da nach dem Holen immer eine Wartezeit stattfindet.
- Problem: fehlende Synchronisation

Eigenschaften und Probleme von Threads

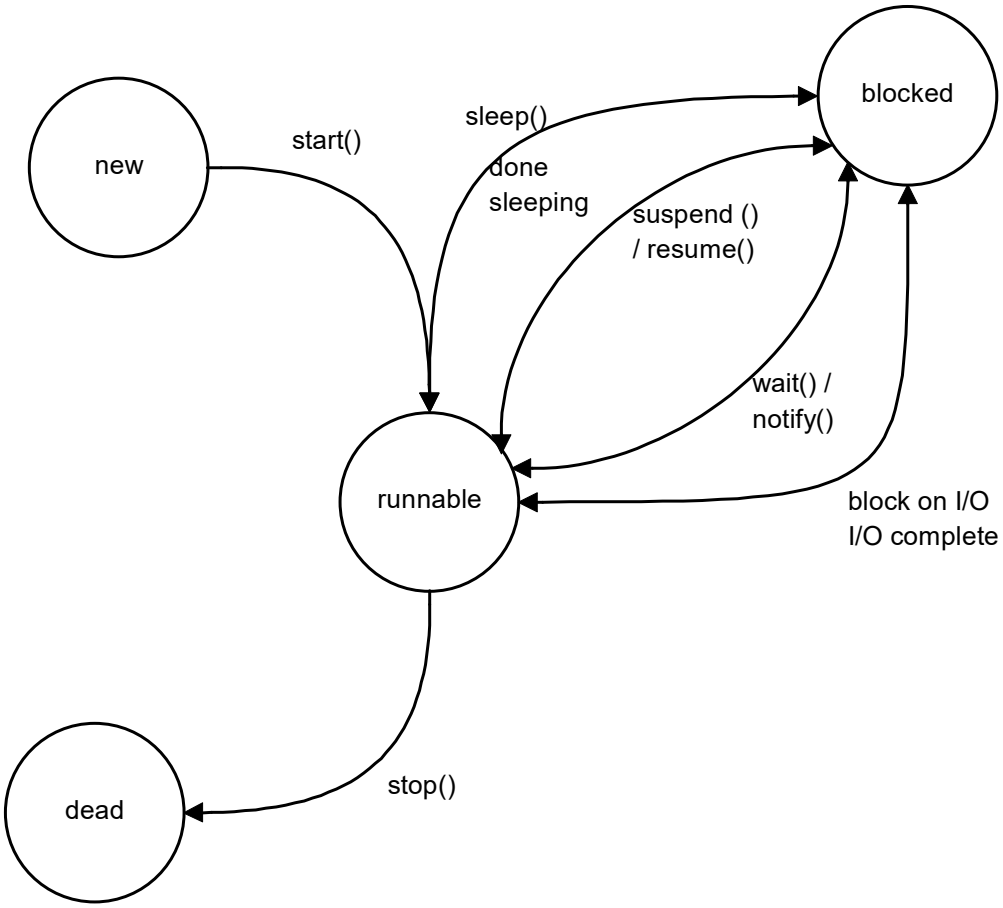
- Sicherheit (safety)
  - Threads nicht völlig unabhängig
  - Synchronisation
  - struktureller Ausschluss
- Lebendigkeit (lifeliness)
  - Mögliche Verklemmung, wenn man Semaphore benutzt
  - einzelne Aktivitäten sind nicht lebendig oder haben bereits aufgehört
- Nichtdeterminismus
  - die wiederholte Ausführung eines Programms braucht nicht den identischen Verlauf zu haben
  - Mangel and Vorhersagbarkeit, Transparenz
  - erschwert Fehlerbehebung
- Threads und Methodenaufruf?
  - nicht für request/reply Aufrufe geeignet (jeweils innerhalb eines Threads)
  - Callback-Funktionen erfordern, das der Thread immer aktiv ist
- Höherer Aufwand für
  - Thread-Erzeugung
  - Kontextwechsel
  - Synchronisationsaufwand

Eigenschaften von Threads

- Steuerung
  - *start* lässt einen Thread sein run-Methode als unabhängige Aktivität aufrufen.
  - *isAlive* gibt den Wert true zurück falls eine Thread gestartet aber noch nicht beendet wurde.
  - *stop* beendet einen Thread unwiderruflich.
  - *suspend* hält einen Thread vorübergehend an, so dass er normal weiterläuft, wenn ein anderer Thread „resume“ dieses Threads aufruft .
  - *sleep* hält einen Thread für die angegebene Zeit (in Millisekunden) an.
  - *join* hält den Aufrufer bis zur Beendigung des Zielthreads an.
  - *interrupt* bricht eine sleep-, wait- oder join-Methode durch eine InterruptedException ab.
- Prioritäten
  - Per Voreinstellung erhält jeder Thread dieselbe Priorität.
  - Mittels *Thread.setPriority* kann die Priorität zwischen Thread.MIN_PRIORITY und Thread.MAX_PRIORITY eingestellt werden.
  - Ein Prozess mit höherer Priorität unterbricht evt. einen Prozess mit niedrigerer Priorität
- Warten und Benachrichtigen
  - *wait* bewirkt das Anhalten des aktuellen Threads, eintragen in die interne Warteschleife und die Synchronisationssperre wird aufgehoben.
  - *notify* erreicht, dass - falls vorhanden - ein willkürlich ausgewählter Thread T aus der internen Warteschleife entfernt wird .
  - *notifyAll* informiert alle Threads in der internen Warteschlange.

Zustände der Threads

- new
- runnable
- blocked
- dead
  - run wurde beendet
  - stop wurde aufgerufen
- Sonderfall: runnable/Demon



Threads in Java

Thread mit einer abgeleiteten Klasse:

- Deklariere in der Klasse: implements Runnable
- Implementiere die run() Methode (einzige Methode des Interface)
- Deklariere ein Thread-Objekt als Attribut der Klasse
- Erzeuge ein Thread-Objekt und rufe die Methode start() auf
- Beende das Thread-Objekt durch Aufruf der Methode stop()

10. Thread-Beispiel: Zwei getrennte Summationen

Hauptfenster

1. Summe

2. Summe

10. Thread-Beispiel:

Main-Dialogfenster

```
    // Thread Variablen definieren
    EinzelListen f1,f2;
    // Threads erzeugen
    f1 = new EinzelListen(1);
    f2 = new EinzelListen(2);
    // Frames anzeigen
    f1.setVisible(true);
    f2.setVisible(true);
    // Threads starten
    f1.run();
    f2.run();
  } // create
```

10. Thread-Beispiel:

```
class EinzelListen extends JFrame implements Runnable {

  // Thread-Methode
  public void run() {
    for (int i=0; i<100; i++) {
      _label.setText( Integer.toString(i) );
        try {
          Thread.sleep(50);
        } catch (InterruptedException e) {
        }
    }
  }


} // EinzelListen
```

10. Thread-Beispiel:

Ergebnis:

- Die zwei Threads werden nicht gestartet (run)
- Jede run-Methode werden sequentiell aufgerufen
- Abhilfe: Methode start(), TestListe11.java

11. Thread-Beispiel: Externe Thread-Objekte

```
      // Thread Variablen definieren
EinzelListen f1,f2;
  // Threads erzeugen
f1 = new EinzelListen(1);
f2 = new EinzelListen(2);
   // Frames anzeigen
f1.show();
f2.show();
// Threads starten
Thread t1, t2;
t1 = new Thread(f1);    // Thread wird erzeugt
t2 = new Thread(f2);    // Thread wird erzeugt
t1.start();             // Thread wird gestartet
t2.start();             // Thread wird gestartet
```

12. Thread-Beispiel: Interne Thread-Objekte

```
public EinzelListen (int nr) {
   Thread t;

   t = new Thread(this);  // Thread wird erzeugt
   t.start();             // Thread wird gestartet
  } // create


  // Thread-Methode
  public void run() {
      // Aktion
}
```

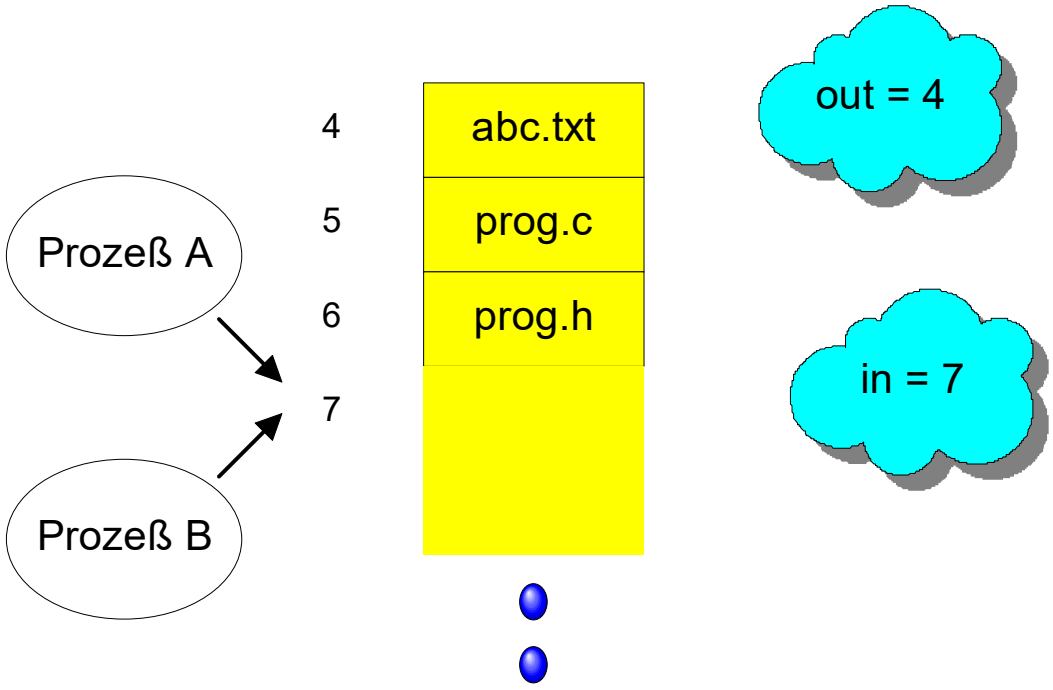
Zeitkritische Abläufe

Beispiel: Spooling von Dateien auf den Drucker

Spool-Verzeichnis mit beliebig vielen auszugebenden Dateien.

Die Variable *in*, gibt die Nummer des ersten freien Eintrags an

Die Variable *out*, gibt die Nummer der aktuell gedruckten Datei an.



Spooling Problem

Prozess A:

nr = hole freien Counter
speichert sie lokal (local_in := nr)
Druckerarray[nr] := A.LST
inkrementiert local_in
in := local_in

Prozess B:

nr = hole freien Counter
speichert sie lokal (local_in := nr)
Druckerarray[nr] := B.LST
inkrementiert local_in
in := local_in

Spooling Problem

Zwei Prozesse wollen eine zu druckende Datei eintragen:

Prozess A liest *in*, speichert sie lokal in local_in
Taskwechsel!
Prozess B liest *in*, speichert 7, trägt Datei B.LST ein,
inkrementiert, schreibt 8 nach *in*
Taskwechsel
Prozess A fährt fort, trägt Datei A.LST ein,
inkrementiert local_in, schreibt 8 nach *in*.

Problem: Der Platz für B.LST wird überschrieben, B.LST wird nie gedruckt!

Zeitkritische Abläufe

Beispiel 2: Kontobewegungen, gleiches Konto

Zeit-punkt	**Thread A (Einzahlung 100 €)**	**Kontostand**	**Thread B (Einzahlung 50 €)**
1		200 €	i = Kontostand
2	Prozesswechsel		
3	i = Kontostand		
4	Kontostand = i+100 €	300 €	
5	Prozesswechsel		
6		250 €	Kontostand = i+50 €

- **Problem: Verlust einer Buchung**

Lösung für Buchungsproblem

Zeit-punkt	**Thread A (Einzahlung 100 €)**	**Kontostand**	**Thread B (Einzahlung 50 €)**	**Sync. Objekt**
1	Warte auf Sync Ob-jekt	200 €	Warte auf Sync Objekt	
3			Sync start	mit thread B
4			i = Kontostand	mit thread B
5			Kontostand = i + 50 €	mit thread B
6		250 €	sync stop	verfügbar
7	Sync start			
8	i = Kontostand			mit thread A
9	Kontostand =i+100 €	350 €		mit thread A
10	Sync. stop			verfügbar

Kritische Bereiche

- **Wechselseitiger Ausschluss** muss zu manchen Zeitpunkten garantiert werden.
- Falls es erreicht werden kann, dass zu keiner Zeit zwei Prozesse in einem **kritischen Bereich** sind, können sie nebeneinander laufen.
- Betriebsmittelverwaltung ist Aufgabe des Betriebssystems!
- Eine gute Lösung, auch für parallele Programme ist:
  - Nur ein Prozess darf sich zu jedem Zeitpunkt in seinem kritischen Bereich befinden.
  - Es dürfen keine Annahmen über die Ausführungsgeschwindigkeit oder die Anzahl der Prozessoren gemacht werden.
  - Kein Prozess, der sich nicht in seinem kritischen Bereich befindet, darf andere Prozesse blockieren.
  - Kein Prozess soll unendlich lange warten müssen, bis er in seinen kritischen Bereich eintreten kann.

Realisierung der Synchronisation

- Semaphore (Up / Down)
- Ereigniszähler (Advance, Await)
- Nachrichtenaustausch (Send, Receive)
- Monitore (Datenschutz)
  - ⌫ in Java verfügbar durch „synchronized“

Kritische Bereich in Java

- Eine Methode kann als synchronized gekennzeichnet werden, wodurch das zugehörige Objekt gegen weitere Zugriffe anderer Threads gesperrt ist, falls diese dieselbe Methode oder eine andere Methode des Objekts aufrufen (welche ebenfalls als synchronized gekennzeichnet ist).

```
class Konto {
    // der Kontostand ist zugriffsgeschützt
    private double _Kontostand;

    //Konstruktor legt den Saldo des Kontos fest (nicht synchronized)
    public Konto(double initSaldo) {
     _Kontostand =initSaldo;
    }
```

Synchronisation in Java

```
//Bestimmung des Saldo (muß synchronized sein)
public synchronized double getSaldo() {
   return _Kontostand;
}
//Einzahlung vornehmen (muss synchronized sein)
public synchronized double Einzahlung(double Betrag) {
 _Kontostand += Betrag;  // 3 Assembler-Anweisungen
 return _Kontostand;
}
//Auszahlung vornehmen (muss synchronized sein)
public synchronized double Auszahlung (double Betrag) {
 _Kontostand -= Betrag;
  return _Kontostand;
}  }
```

Realisierung der Synchronisation

- Semaphore (Up / Down)
- Ereigniszähler (Advance, Await)
- Nachrichtenaustausch (Send, Receive)
- Monitore (Datenschutz)
  - ⌫ in Java verfügbar durch „synchronized“

Semaphore

Entwickelt 1965 von E. W. Dijkstra.

Der Schwerpunkt liegt hier im Schlafen und Wecken von Prozessen,

um so unnötige Prozessorvergeudung zu verhindern.

Prinzip:

- Einführung einer Integervariablen - Semaphor.
- Operation DOWN
  - Fall Semaphor > 0,
    - Semaphor wird um eins erniedrigt
    - Prozess startet
  - Fall Semaphor <= 0, Prozess wird schlafen gelegt
- Operation UP (Semaphor wird um eins erhöht),
  - Falls Semaphor=1, dann wird ein Prozess aufgeweckt (Sind Prozesse vorhanden?)
  - Falls Semaphor>1, dann passiert nichts

Semaphore

Prinzipieller Ablauf:

- DOWN(P1)
- kritischer Bereich
- UP(P1)

sem1 = 0	
P1	P2

While (true) do
  DOWN(sem1);
 	
  criticalSection()
  UP(sem1);
  noncriticalSection();
end
	While (true) do
	  DOWN(sem1);
	
	  criticalSection()
	  UP(sem1);
	  noncriticalSection();
	end

Semaphore

Ablauf:

- Das Semaphor p muss mit 1 initialisiert werden

sem1 = 1	
P1	P2

While (true) do
DOWN(sem1);
 	
CriticalSection()
UP(sem1);
noncriticalSection();
end
	While (true) do
	DOWN(sem1);
	
	CriticalSection()
	UP(sem1);
	noncriticalSection();
	end

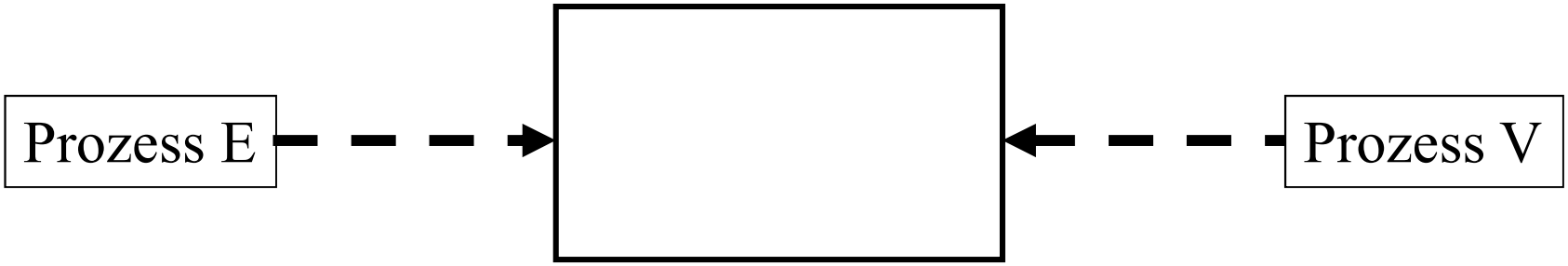
Erzeuger - Verbraucher - Problem

Zwei Prozesse tauschen über einen gemeinsamen Puffer Daten aus:

- Prozess E (Erzeuger) erzeugt Daten und speichert sie im Puffer ab
- Prozess V (Verbraucher) verbraucht die Daten, in dem er sie aus dem Puffer abholt.
- Geschwindigkeiten der Prozesse
  - Verbraucher ist zu schnell
  - Erzeuger ist zu schnell
- Verwendung von zwei Semaphoren
  - Erzeuger-Semaphor
  - Verbraucher-Semaphor

Erzeuger - Verbraucher - Problem

Zwei Prozesse tauschen über einen gemeinsamen Puffer Daten aus:



Erzeuger - Verbraucher - Problem

Semaphor leer = 1; // Durchreiche ist am Anfang leer
Semaphor voll = 0;	

P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> Down(leer) <fülle Puffer> Up(voll) end	While (true) do Down(voll) <leere Puffer> Up(leer) <verarbeite Daten> end

Down(leer), down(voll), up(leer) up(voll)

Erzeuger - Verbraucher - Problem

Semaphor leer = 0 Semaphor voll = 0;	
P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> <fülle Puffer> end	While (true) do <leere Puffer> <verarbeite Daten> end

Erzeuger - Verbraucher - Problem

Semaphor leer = 1; Semaphor voll = 0;	
P Erzeuger	P Verbraucher

While (true) do
  <Erzeuge Daten>
  DOWN(leer);
  <fülle Puffer>
  UP(voll);
end
	While (true) do
	  DOWN(voll);
	  <leere Puffer>
	  UP(leer);
	  <verarbeite Daten>
	end

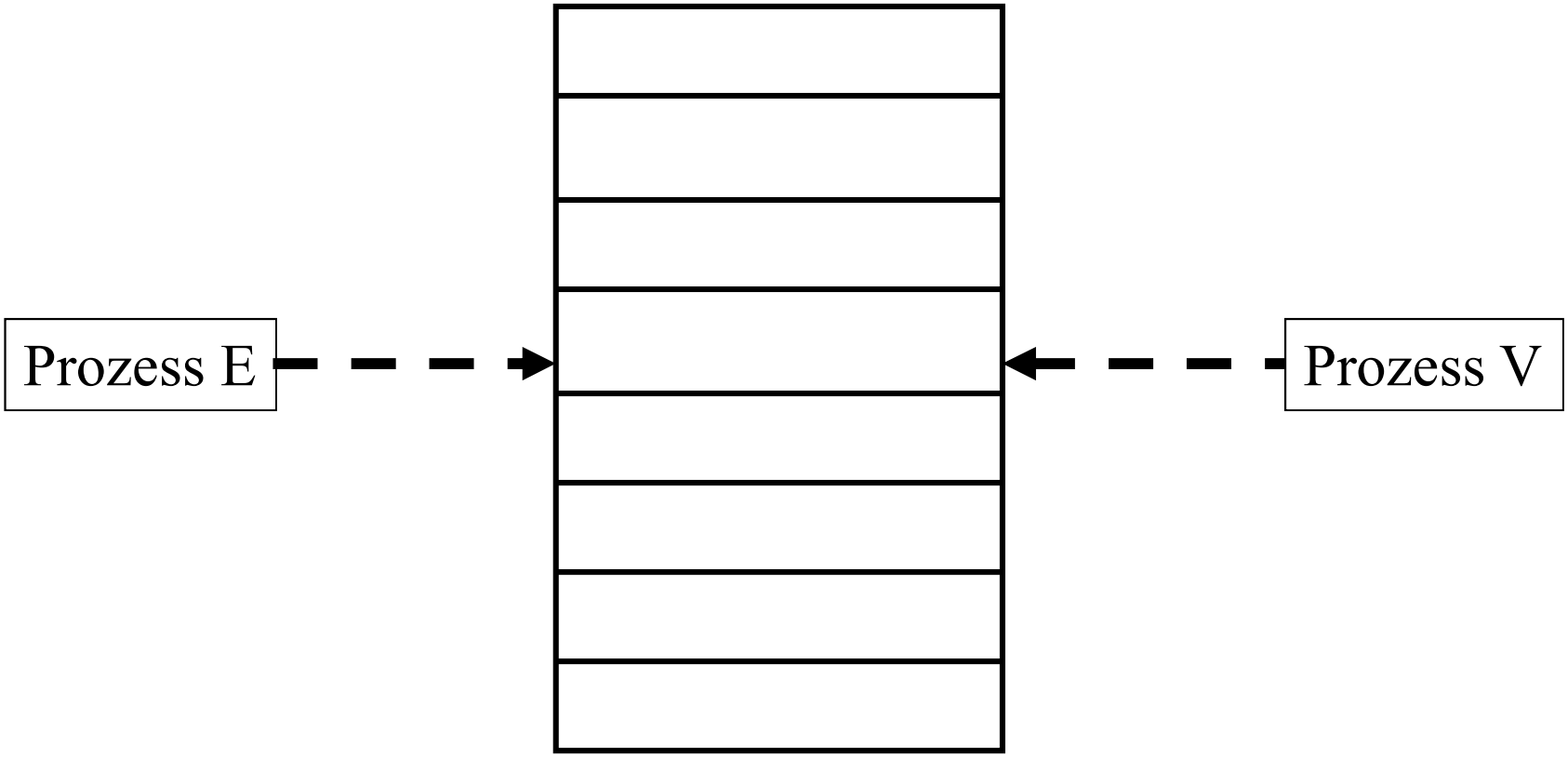
Bounded-Buffer - Problem

Zwei Prozesse tauschen über einen gemeinsamen Puffer (n-Datensätze) Daten aus:

- Prozess E (Erzeuger) erzeugt Daten und speichert sie im Puffer ab
- Prozess V (Verbraucher) verbraucht die Daten, in dem er sie aus dem Puffer abholt.
- Geschwindigkeiten der Prozesse
  - Verbraucher ist zu schnell
  - Erzeuger ist zu schnell
- Verwendung von zwei Semaphoren
  - Erzeuger-Semaphor
  - Verbraucher-Semaphor

Bounded Buffers - Problem

Zwei Prozesse tauschen über einen gemeinsamen Puffer Daten aus:



Bounded-Buffer - Problem

Semaphor leer = n; Semaphor belegt = 0;	
P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> down(leer) <in den Puffer schreiben> up(voll) End	While (true) do down(voll) <aus dem Puffer lesen> up(leer) <verarbeite Daten> end

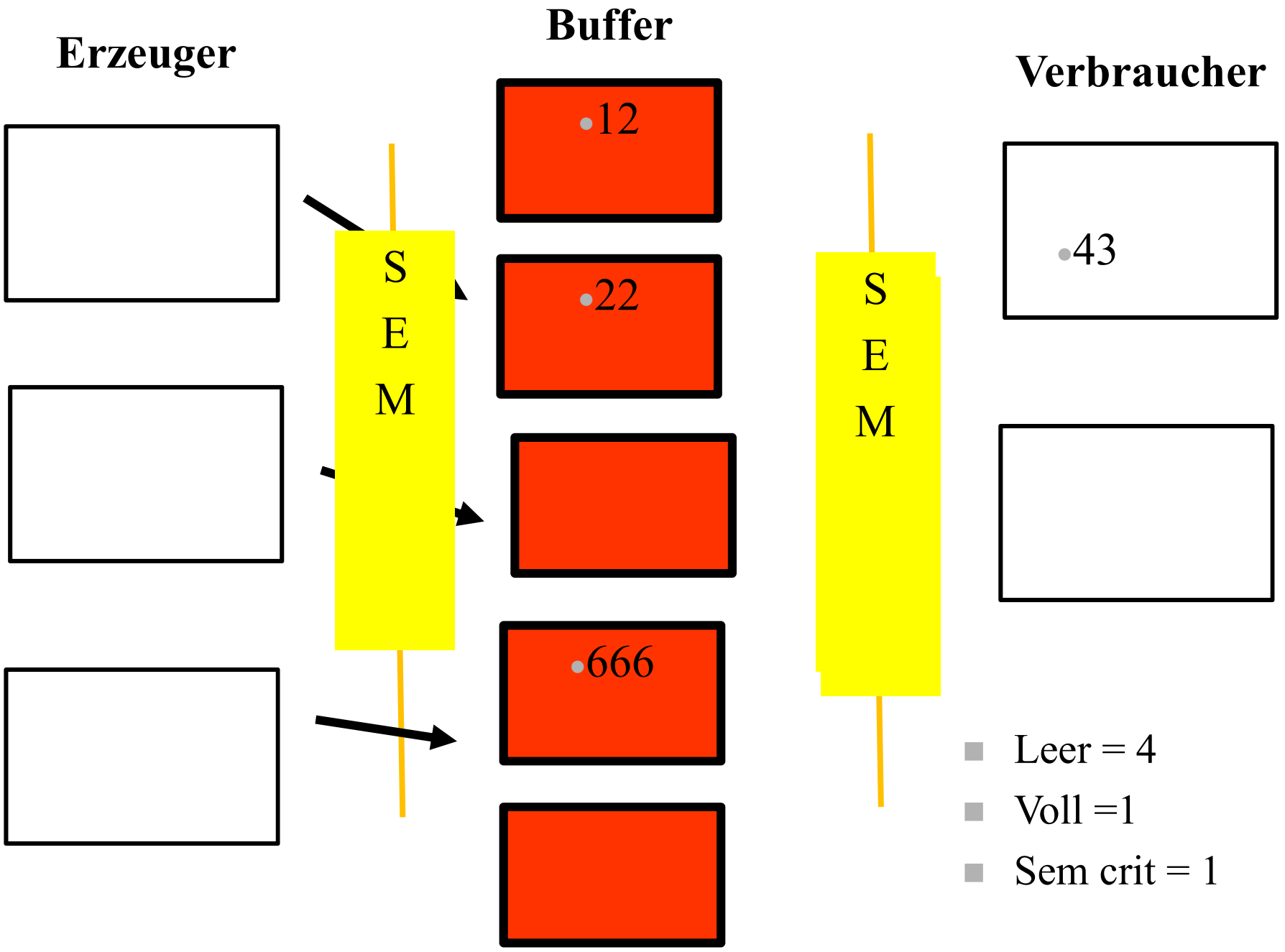
- n Buffer
- semaphor leer=n
- semaphor voll=0
- Wenn ein Prozess im Buffer ist, darf kein anderer in den Buffer reingehen.

Bounded-Buffer - Problem

Semaphor leer = n; Semaphor voll = 0; Semaphor crit=1;	
P Erzeuger	P Verbraucher

While (true) do
<Erzeuge Daten>
down(leer)
down(crit)
<in den Puffer schreiben>
up(voll)
up(crit)
End
	While (true) do
	down(voll)
	down(crit)
	<aus dem Puffer lesen>
	up(leer) // sleep
	up(crit)
	<verarbeite Daten>
	end

5 Buffer leer=5 voll=0 crit=1
Erzeuger schreibt einen Datensatz b[0]=22
leer=4 voll=1 crit=0



- Leer = 4
- Voll =1
- Sem crit = 1

Bounded-Buffer - Problem

Semaphor frei = n; // n Pufferplätze
Semaphor belegt = 0;	

P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> DOWN(frei); <in den Puffer schreiben> UP(belegt); End	While (true) do DOWN(belegt); <aus dem Puffer lesen> UP(frei); <verarbeite Daten> end

Bounded-Buffer - Problem

Semaphor kritisch = 1; // steuert den Zugriff auf den Puffer
Semaphor frei = n; // n Pufferplätze
Semaphor belegt = 0;	

P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> DOWN(kritisch); DOWN(frei); <in den Puffer schreiben> UP(kritisch); UP(belegt); End	While (true) do DOWN(kritisch); DOWN(belegt); <aus dem Puffer lesen> UP(kritisch); UP(frei); <verarbeite Daten> end

Semaphor leer = 5 oder n; Semaphor voll = 0; Semaphor crit=0;	
P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> down(crit) down(leer) <in den Puffer schreiben> up(voll) up(crit) End	While (true) do down(crit) down(voll) wartet der verbraucher <aus dem Puffer lesen> up(leer) up(crit) <verarbeite Daten> end

Liste: b1=leer, b2=leer, b3=leer, b4=leer, b5=leer

down(crit) up(crit)

Bounded-Buffer - Problem

Semaphor kritisch = 1; // steuert den Zugriff auf den Puffer
Semaphor frei = n; // n Pufferplätze
Semaphor belegt = 0;	

P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> DOWN(frei); <in den Puffer schreiben> UP(belegt); End	While (true) do DOWN(belegt); <aus dem Puffer lesen> UP(frei); <verarbeite Daten> end

Bounded-Buffer - Problem

Semaphor kritisch = 1; // steuert den Zugriff auf den Puffer
Semaphor frei = 0; // n Pufferplätze
Semaphor belegt = 5;	

P Erzeuger	P Verbraucher
While (true) do <Erzeuge Daten> DOWN(frei); DOWN(kritisch); <in den Puffer schreiben> UP(kritisch); UP(belegt); End	While (true) do DOWN(belegt); DOWN(kritisch); warten <aus dem Puffer lesen> UP(kritisch); UP(frei); <verarbeite Daten> end

Semaphore in Java: Beispielimplementierung

```
class Counter extends Threads {
        private int count;
        public int getQueueLength;
        public Counter(int initialCount) {
          count = initialCount;
        }
        public void synchronized  acquire() throws InterruptedException {
              getQueueLength++;    // Interne Warteschlange
             if (count = = 0 )          wait();
             count --;
              getQueueLength--;
        }
         public void synchronized  release() throws InterruptedException {
              count ++;
             notify();
        }
```

Semaphore in Java

- Semaphore sind ab dem JDK 1, 5 in Java implementiert.
- Package: import java.util.concurrent.Semaphore;
- Konstruktor: Semaphore(int permits, boolean fair);

Wichtige Methoden:

- Methoden Down:
- public void acquire() throws InterruptedException;
- public void acquire(int permits) throws InterruptedException;
  public boolean tryAcquire(int permits);
- public getQueueLength(); public int availablePermits();
- Methoden Up:
- public void release() throws InterruptedException;
- public void release(int permits) throws InterruptedException;

Semaphore in Java

Beispiel:

```
import java.util.concurrent.Semaphore;
 Semaphore sem = new Semaphore(1,true);

void P1(Semaphore sem){
  While (true) {
      Erzeuge Daten();
      sem.acquire();  // Down();
      criticalSection()
      sem.release();  // Up();
      noncriticalSection();
  }
}
```

```
void P2(Semaphore sem){
  While (true) {
      sem.acquire();  // Down();
      criticalSection()
      Hole_daten();
      sem.release();  // Up();
      noncriticalSection();
  }
}
```

Beenden eines Threads

- **Methode stop ist deprecated**
- **Alternative: globale Variable**
- **Alternative: Methode interrupted()**

Threads: globale Variable

```
Class MyThread extends Thread {
        private static boolean _bWeiter=true;
        public run() {
            while ( _bWeiter ) {
                    // Aktion
            }
            // Aufräumen
        }
}
```

Variante 1:

```
MyThread.setWeiter(false);
```

Variante2:

```
t1.setWeiter(false);
```

Threads: globale Variable

```
void starteThread() {
    MyThread t1 = new MyThread();
    MyThread t2 = new MyThread();
}
```

Variante 1:

```
    MyThread.setWeiter(false);      // Alle Threads werden gestoppt
```

Variante2:

```
    t1.setWeiter(false);            // t1 wird gestoppt
```

Threads: Methode interrupted()

```
Class MyThread extends Thread {

 public void run() {
      while (  !this. isInterrupted()    )
          try {
            Thread.sleep(300);
          }
          catch (InterruptedException e) {
             this.interrupt();  //
             System.out.println("Ende in der catch-Anweisung");
          }
          // eigene Aktion
     }  // while
     System.out.println("NACH DER SCHLEIFE");
} // run

} // myThread
```

Threads: Methode interrupted()

```
Class MyThread extends Thread {

 public void run() {
      while (  ! isInterrupted()  && MyThread.bWeiter   )     // _bWeiter ist eine stat. Variable
          try {
            Thread.sleep(300);
          }
          catch (InterruptedException e) {
             this.interrupt();  //
             System.out.println("Ende in der catch-Anweisung");
          }
          // eigene Aktion
     }  // while
     System.out.println("NACH DER SCHLEIFE");
} // run

} // myThread
```

Threads: Methode interrupted()

```
void starteThread() {
    MyThread [] t = new MyThread[10];
    t[0] = new myThread();
    t[1] = new myThread();
}

void stopThread(int nr) {
    t[nr].interrupted();       // Nur ein Thread wird gestoppt
}
```