19.2 Dokumentation

Unterschiedliche Zielgruppen benötigen unterschiedliche Informationen über ein Software-System.

Benutzer: Bedienungsanleitung.

- Wie installiere ich das Programm?
- Wie rufe ich es auf? Wie beende ich es?
- Welche Menues gibt es?
- Wie hilft mir das Programm, meine Vorstellungen zu verwirklichen?
- Wie mache ich einen Fehler rückgängig?
- Was mache ich, wenn ich nicht mehr weiter weiß?

Entwickler: Beschreibung der Programmierschnittstelle (API).

- Welche Pakete gibt es?
- Welche Klassen gibt es, und wofür sind sie gut?
- Welche Methoden stellen die Klassen bereit ...
    - ... wie ruft man sie auf?
    - ... was bewirken sie?
    - ... welche Exceptions werfen sie?
- Welche Variablen gibt es?
- Welche Konstruktoren gibt es?

Programmierer: Kommentierter Programm-Code.

- Wozu sind Pakete/Klassen/Methoden gut und ...
- wie sind sie implementiert?
- Welche anderen Pakete/Klassen/Methoden benutzen sie?
- Welcher Algorithmus wurde zugrunde gelegt?
- Wie sieht der Kontroll-Fluss aus?
- Wozu werden die lokalen Variablen verwendet?
- Was bewirken einzelne Programm-Abschnitte?

- Zur Kommentierung von Programm-Code habt Ihr in den Übungen reichlich Gelegenheit :-)
- Zum professionellen Schreiben von Bedienungsanleitungen **sollten** Benutzer, Psychologen, Didaktiker hinzugezogen werden (schön wärs ... :-(
- Zur (halb-) automatischen Erstellung von API-Dokumentationen aus Java-Programm-Paketen gibt es das Hilfsprogramm `javadoc`.
- Der Aufruf:

```
> javadoc -d doc a a.b a.c
```

erzeugt im Verzeichnis `doc` die Unterverzeichnisse `a`, `a/b` und `a/c` für die Pakete `a`, `a.b` und `a.c` und legt darin HTML-Seiten für die Klassen an.

- Zusätzlich werden verschiedene Indices zum schnelleren Auffinden von Klassen oder Methoden angelegt.
- Achtung: Eine sinnvolle Beschreibung für Klassen, Variablen oder Methoden kann natürlich nicht automatisch generiert werden :-(
- Dazu dienen spezielle Kommentare im Programm-Text...

Ein Beispiel ...

```
package a;
/**
 * Die einzige Klasse des Pakets a.
 */
public class A {
/**
 * Eine statische Beispiel-Methode. Sie legt ein A-Objekt
 * an, um es auf die Standard-Ausgabe zu schreiben.
 */
public static void main(String[] args) {
   System.out.println(new A());
} // end of main()
} // end of class A
```

- `javadoc`-Kommentare beginnen mit `/**` und enden mit `*/`
- einzelne `*` am Anfang einer Zeile werden überlesen;
- die Erklärung bezieht sich stets auf das Programm-Stück unmittelbar dahinter.
- Der erste Satz sollte eine knappe Zusammenfassung darstellen.

  Er endet beim ersten “`. `” bzw. am Beginn der ersten Zeile, die mit einem Schlüsselwort beginnt.
- Einige (wenige) Schlüsselworte gestatten es, besondere wichtige Informationen hervorzuheben.

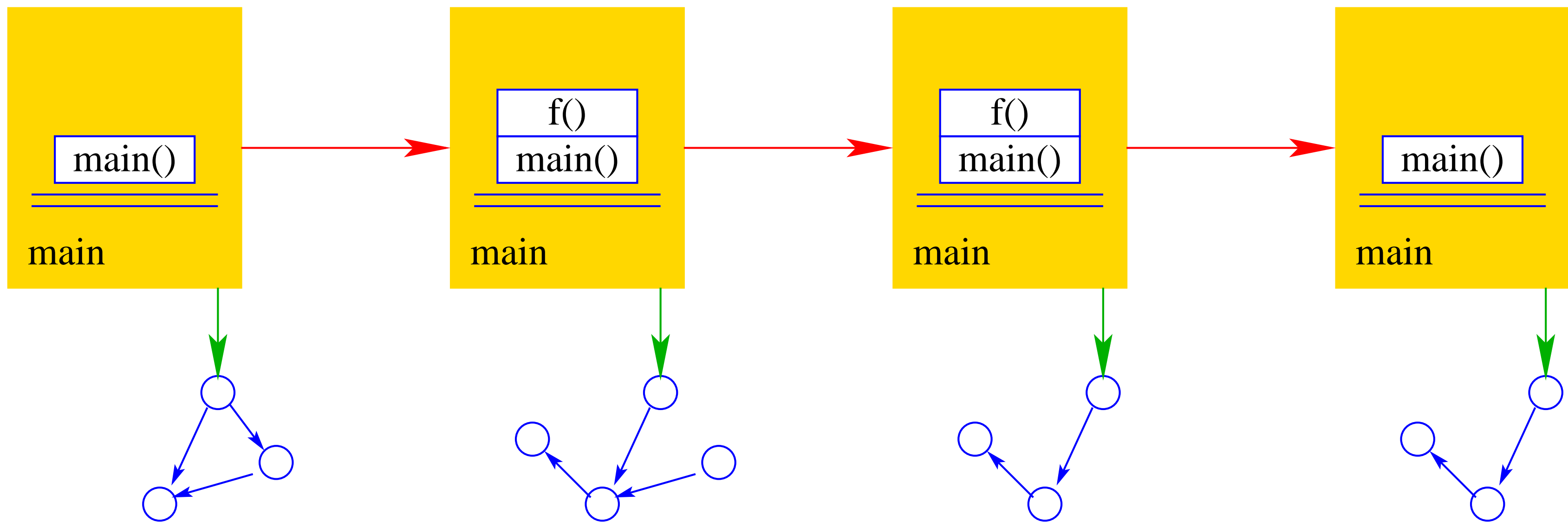
```
package a;
/**
 * Die einzige Klasse des Pakets a.
 * @author    Helmut Seidl
 * @see       a
 */
public class A {
/**
 * Eine statische Beispiel-Methode. Sie legt ein A-Objekt
 * an, um es auf die Standard-Ausgabe zu schreiben.
 * @param     args    wird komplett ignoriert.
 */
public static void main(String[] args) {
   System.out.println(new A());
} // end of main()
} // end of class A
```

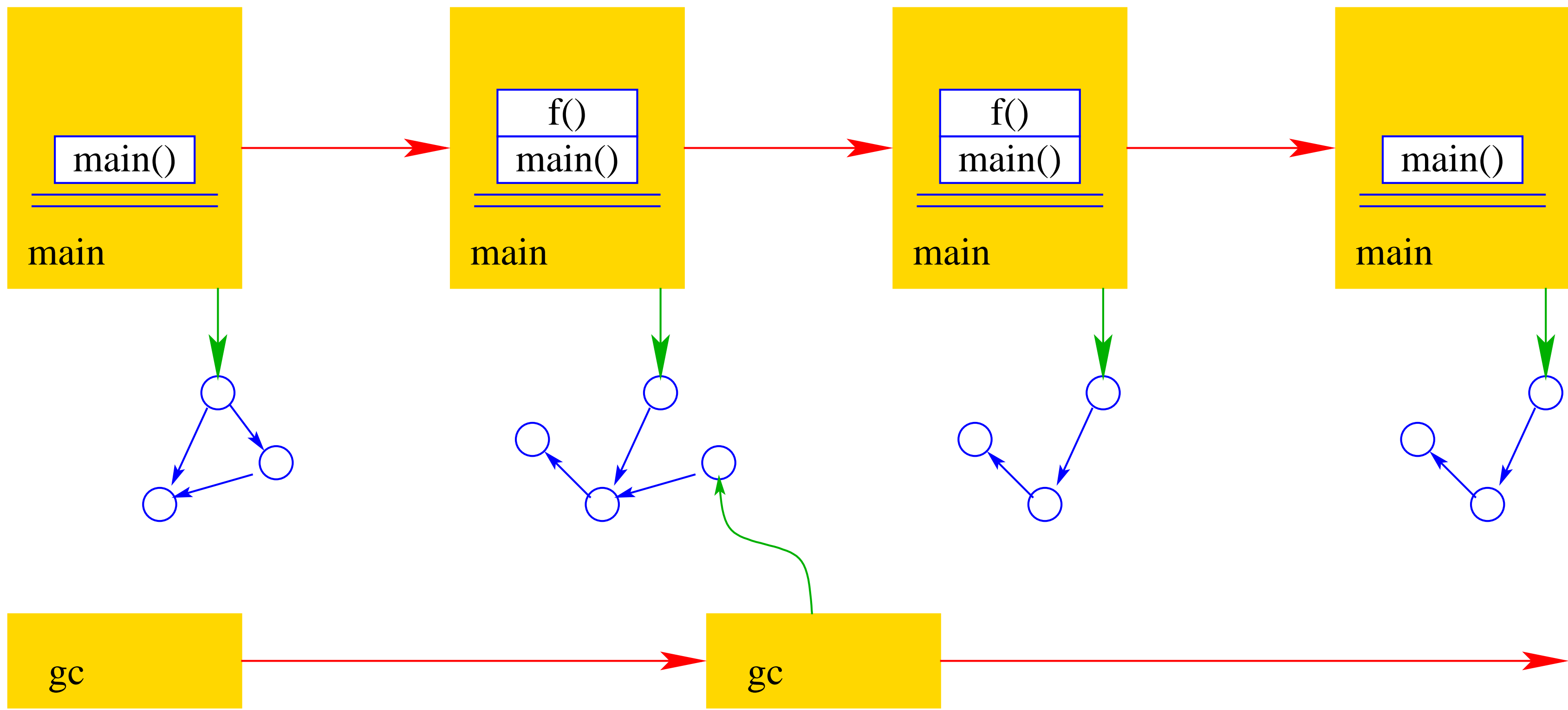
- Schlüsselworte beginnen mit “`@`”.
- Der zugehörige Textabschnitt geht bis zum nächsten Schlüsselwort bzw. bis zum Ende des Kommentars.
- `@author` kennzeichnet den Author.
- `@see` gibt eine Referenz an.

  Ist die Referenz als Element der Doku bekannt, wird ein Link generiert ...
- `@param` erwartet einen Parameter-Namen, gefolgt von einer Erläuterung. Analog erwartet ...
- `@return` eine Erläuterung des Rückgabewertes;
- `@exception` eine möglicherweise geworfene Exception zusammen mit einer Erläuterung.

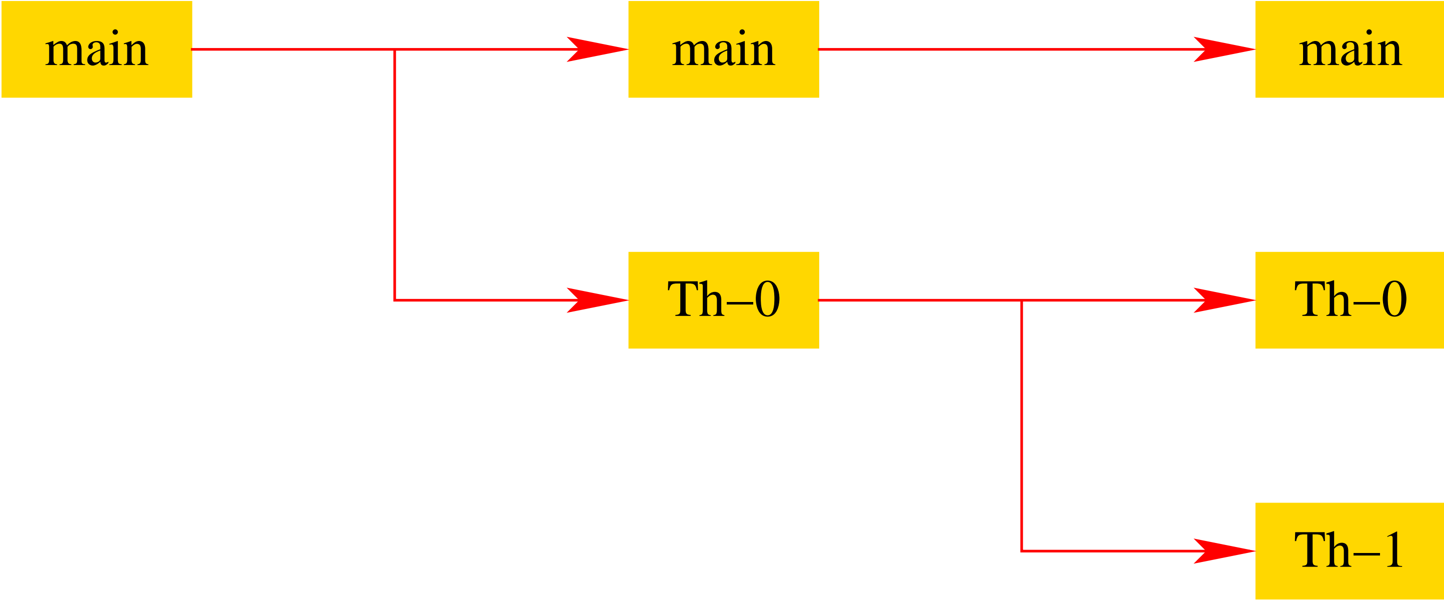
20 Threads

- Die Ausführung eines Java-Programms besteht in Wahrheit nicht aus einem, sondern mehreren parallel laufenden Threads.
- Ein Thread ist ein sequentieller Ausführungs-Strang.
- Der Aufruf eines Programms startet einen Thread `main`, der die Methode `main()` des Programms ausführt.
- Ein weiterer Thread, den das Laufzeitsystem parallel startet, ist die Garbage Collection.
- Die Garbage Collection soll mittlerweile nicht mehr erreichbare Objekte beseitigen und den von ihnen belegten Speicherplatz der weiteren Programm-Ausführung zur Verfügung stellen.


main()
main
f()
main()
main
f()
main()
main
main()
main


main()
main
f()
main()
main
f()
main()
main
main()
main
gc
gc

- Mehrere Threads sind auch nützlich, um
  - ... mehrere Eingabe-Quellen zu überwachen (z.B. Mouse-Klicks und Tastatur-Eingaben) ↑Graphik;
  - ... während der Blockierung einer Aufgabe etwas anderes Sinnvolles erledigen zu können;
  - ... die Rechenkraft mehrerer Prozessoren auszunutzen.
- Neue Threads können deshalb vom Programm selbst erzeugt und gestartet werden.
- Dazu stellt Java die Klasse `Thread` und das Interface `Runnable` bereit.


main
main
main
Th–0
Th–0
Th–1

Beispiel:

```
public class MyThread extends Thread {
   public void hello(String s) {
      System.out.println(s);
   }
   public void run() {
      hello("I'm running ...");
   }  // end of run()
   public static void main(String[] args) {
      MyThread t = new MyThread();
      t.start();
      System.out.println("Thread has been started ...");
   }  // end of main()
}     // end of class MyThread
```

- Neue Threads werden für Objekte aus (Unter-) Klassen der Klasse `Thread` angelegt.
- Jede (konkrete) Unterklasse von `Thread` muss die abstrakte Objekt-Methode `public void run();` implementieren.
- Ist t ein `Thread`-Objekt, dann bewirkt der Aufruf `t.start();` das folgende:
  1. ein neuer Thread wird initialisiert;
  2. die (parallele) Ausführung der Objekt-Methode `run()` für t wird angestoßen;
  3. die eigene Programm-Ausführung wird hinter dem Aufruf fortgesetzt.

Beispiel:

```
public class MyRunnable implements Runnable {
   public void hello(String s) {
      System.out.println(s);
   }
   public void run() {
      hello("I'm running ...");
   }  // end of run()
   public static void main(String[] args) {
      Thread t = new Thread(new MyRunnable());
      t.start();
      System.out.println("Thread has been started ...");
   }  // end of main()
}     // end of class MyRunnable
```

- Auch das Interface `Runnable` verlangt die Implementierung einer Objekt-Methode `public void run();`
- `public Thread(Runnable obj);` legt für ein `Runnable`-Objekt obj ein `Thread`-Objekt an.
- Ist `t` das `Thread`-Objekt für das `Runnable` obj, dann bewirkt der Aufruf `t.start();` das folgende:
  1. ein neuer Thread wird initialisiert;
  2. die (parallele) Ausführung der Objekt-Methode `run()` für obj wird angestoßen;
  3. die eigene Programm-Ausführung wird hinter dem Aufruf fortgesetzt.

Mögliche Ausführungen:

```
Thread has been started ...
I'm running ...
```

... oder:

```
I'm running ...
Thread has been started ...
```

- Ein Thread kann nur eine Operation ausführen, wenn ihm ein Prozessor (CPU) zur Ausführung zugeteilt worden ist.
- Im Allgemeinen gibt es mehr Threads als CPUs.
- Der Scheduler verwaltet die verfügbaren CPUs und teilt sie den Threads zu.
- Bei verschiedenen Programm-Läufen kann diese Zuteilung verschieden aussehen!!!
- Es gibt verschiedene Politiken, nach denen sich Scheduler richten können ↑Betriebssysteme.

1. Zeitscheiben-Verfahren:

- Ein Thread erhält eine CPU nur für eine bestimmte Zeitspanne (Time Slice), in der er rechnen darf.
- Danach wird er unterbrochen. Dann darf ein anderer.

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

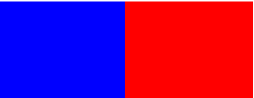
Thread-3:

Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:



Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

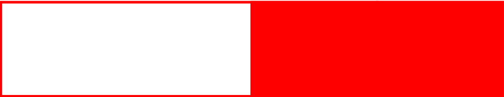
Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

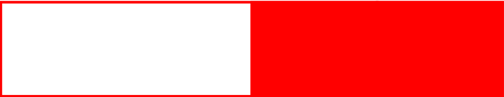
Thread-1:

Thread-2: 

Thread-3:

Scheduler

Thread-1:

Thread-2: 

Scheduler

Thread-3:

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

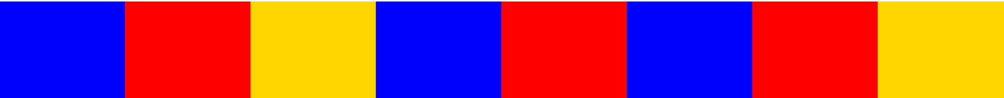
Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

Scheduler

Thread-3:



Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

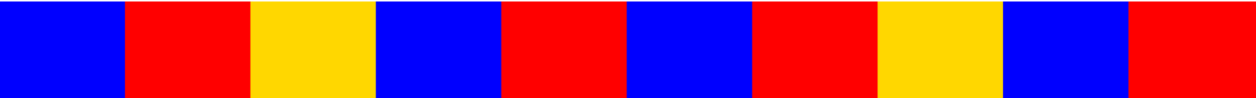
Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

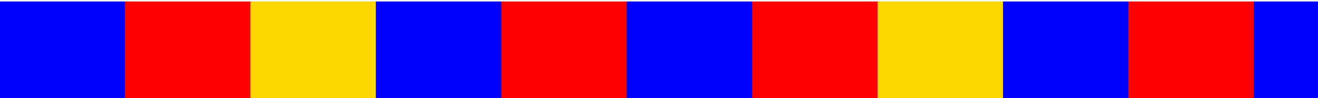


Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

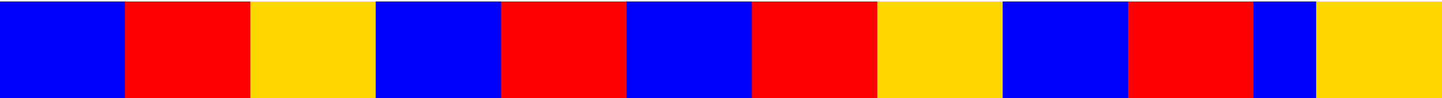


Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

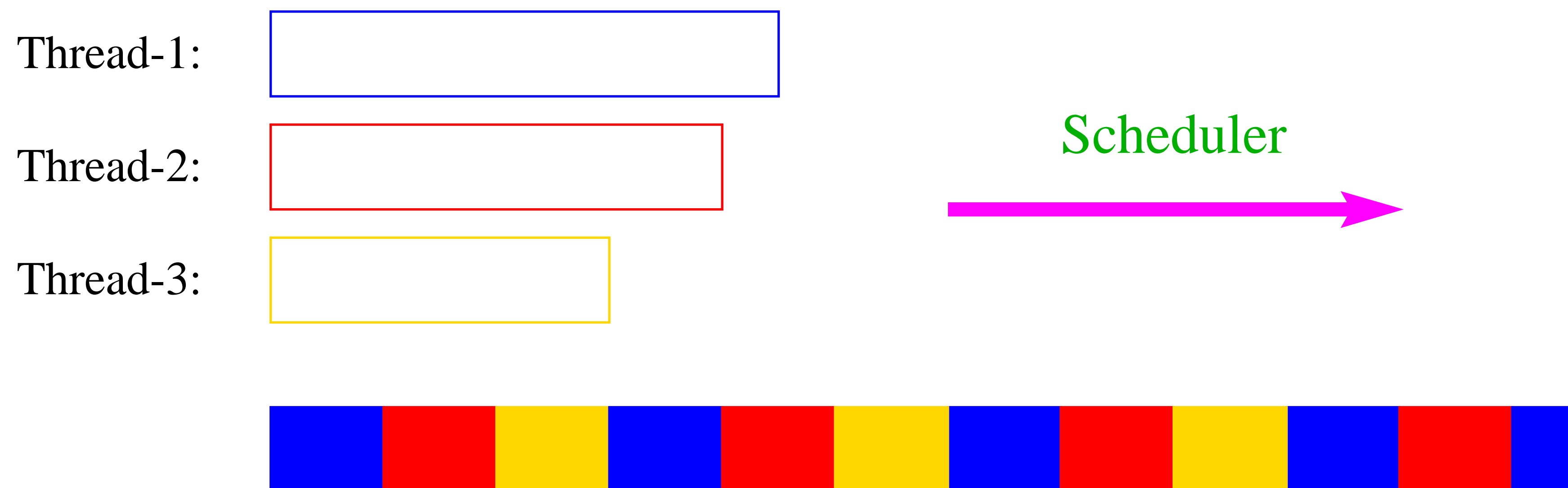


Achtung:

Eine andere Programm-Ausführung mag dagegen liefern:

Achtung:

Eine andere Programm-Ausführung mag dagegen liefern:



- Ein Zeitscheiben-Scheduler versucht, jeden Thread fair zu behandeln, d.h. ab und zu Rechenzeit zuzuordnen – egal, welche Threads sonst noch Rechenzeit beanspruchen.
- Kein Thread hat jedoch Anspruch auf einen bestimmten Time-Slice.
- Für den Programmierer sieht es so aus, als ob sämtliche Threads “echt” parallel ausgeführt werden, d.h. jeder über eine eigene CPU verfügt :-)

2. Naives Verfahren:

- Erhält ein Thread eine CPU, darf er laufen, so lange er will ...
- Gibt er die CPU wieder frei, darf ein anderer Thread arbeiten ...

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

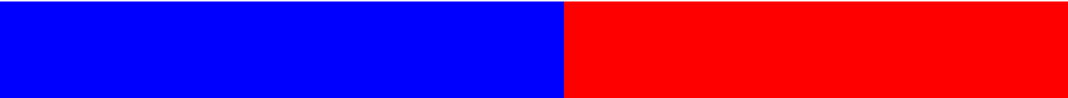
Scheduler

Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler



Thread-1:

Thread-2:

Thread-3:

Scheduler

Beispiel:

```
public class Start extends Thread {
public void run() {
   System.out.println("I'm running ...");
   while(true) ;
}
public static void main(String[] args) {
   (new Start()).start();
   (new Start()).start();
   (new Start()).start();
   System.out.println("main is running ...");
   while(true) ;
}
}  // end of class Start
```

... liefert als Ausgabe (bei naivem Scheduling und einer CPU) :

```
main is running ...
```

... liefert als Ausgabe (bei naivem Scheduling und einer CPU) :

```
main is running ...
```

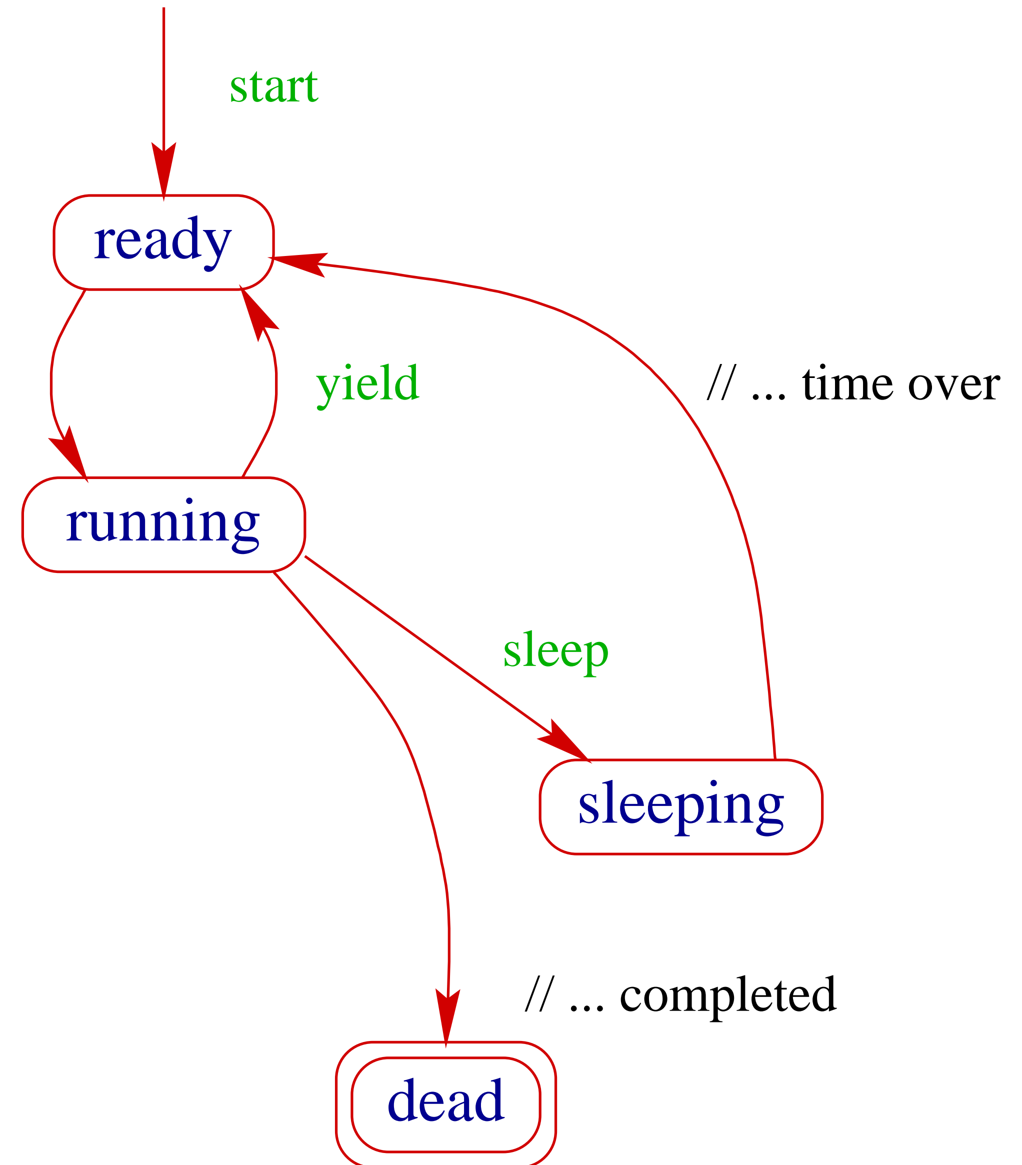
- Weil `main` nie fertig wird, erhalten die anderen Threads keine Chance, sie verhungern.
- Faires Scheduling mit einem Zeitscheiben-Verfahren würde z.B. liefern:

```
I'm running ...
main is running ...
I'm running ...
I'm running ...
```

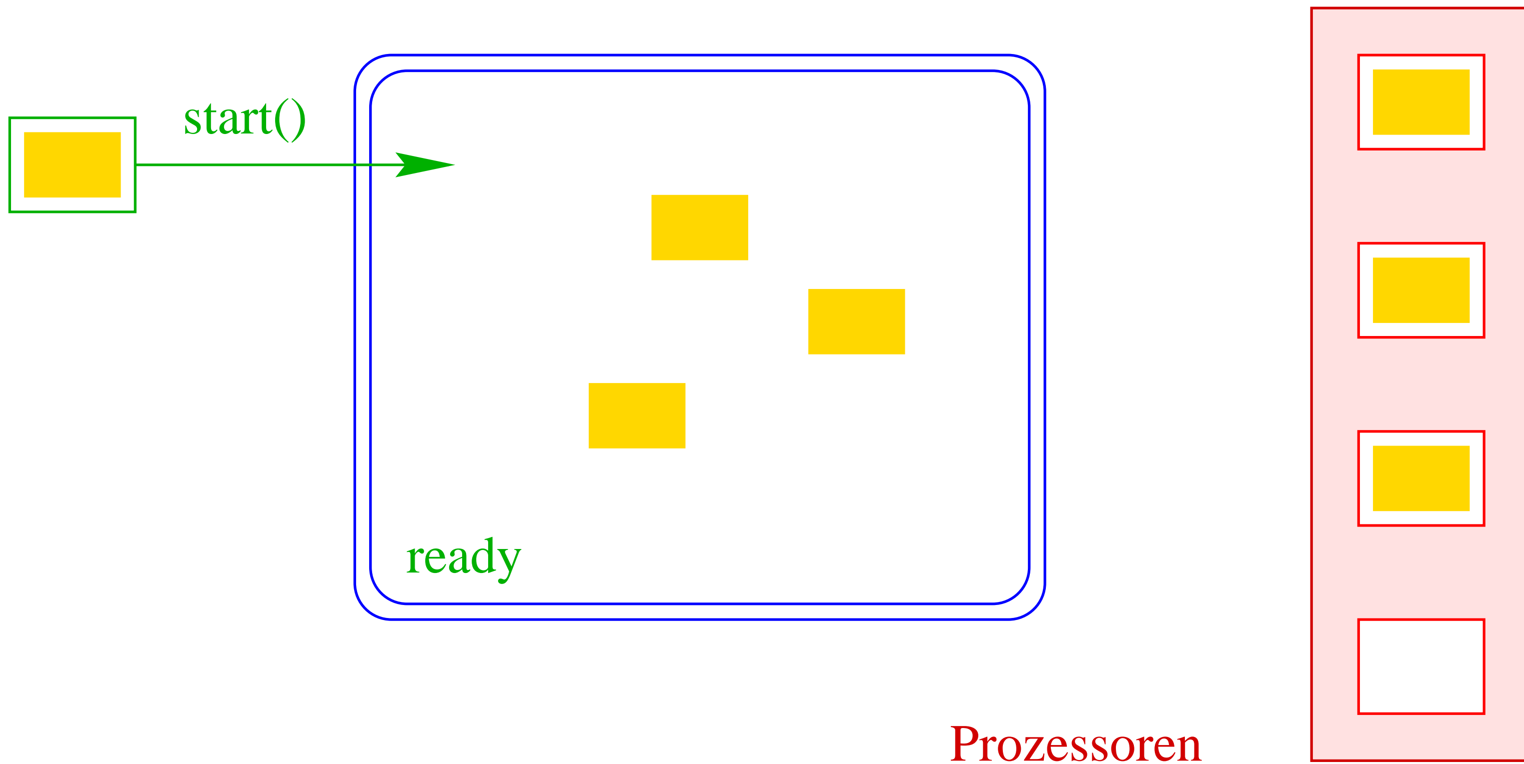
- Java legt nicht fest, wie intelligent der Scheduler ist.
- Die aktuelle Implementierung unterstützt faires Scheduling :-)
- Programme sollten aber für jeden Scheduler das gleiche Verhalten zeigen. Das heißt:
- ... Threads, die aktuell nichts sinnvolles zu tun haben, z.B. weil sie auf Verstreichen der Zeit oder besseres Wetter warten, sollten stets ihre CPU anderen Threads zur Verfügung stellen.
- ... Selbst wenn Threads etwas Vernünftiges tun, sollten sie ab und zu andere Threads laufen lassen.

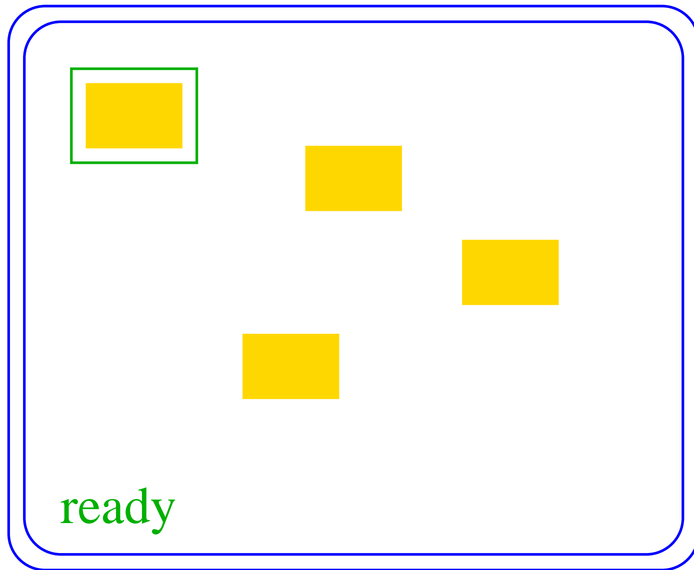
  (Achtung: Wechsel des Threads ist teuer!!!)
- Dazu verfügt jeder Thread über einen Zustand, der bei der Vergabe von Rechenzeit beücksichtigt wird.

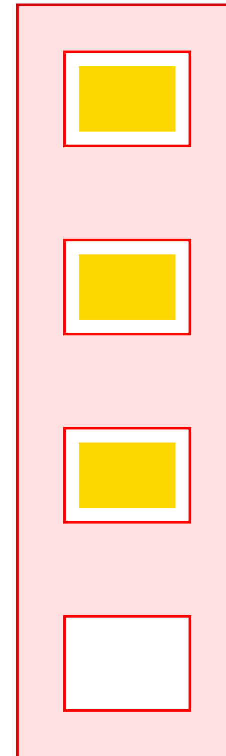
Einige Thread-Zustände:



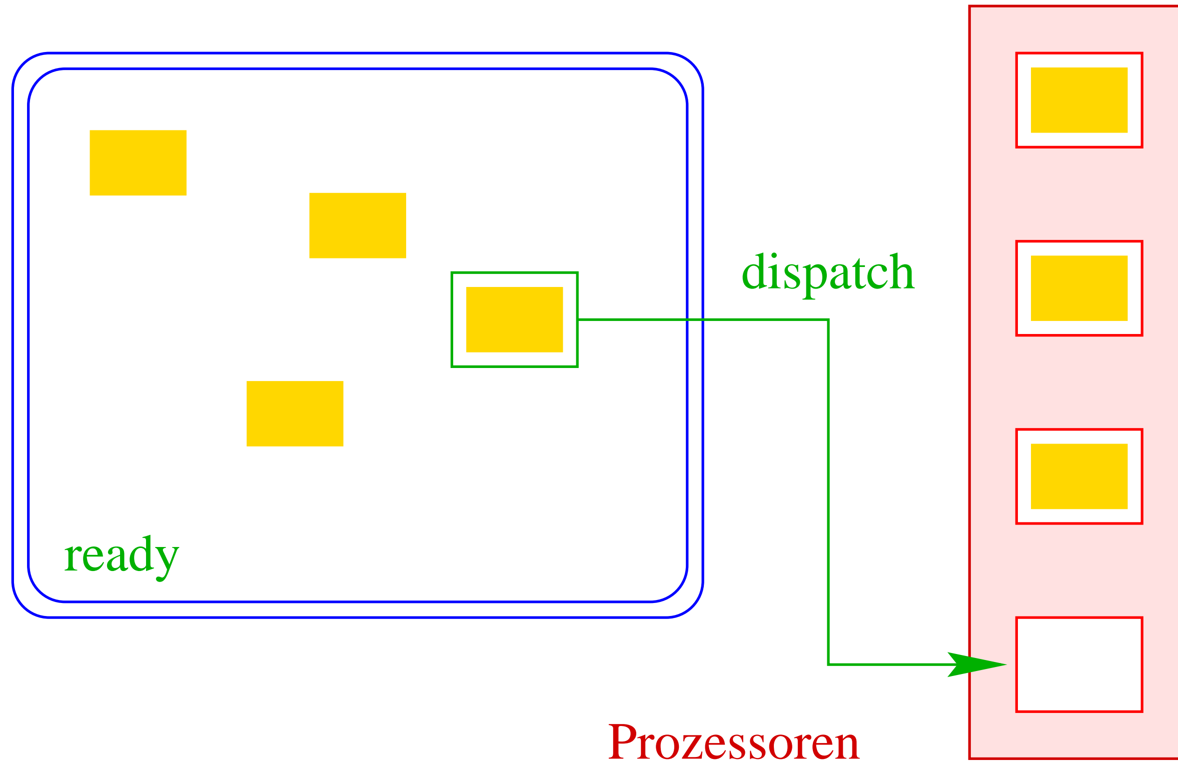
- `public void start();` legt einen neuen Thread an, setzt den Zustand auf ready und übergibt damit den Thread dem Scheduler zur Ausführung.
- Der Scheduler ordnet den Threads, die im Zustand ready sind, Prozessoren zu ("dispatching"). Aktuell laufende Threads haben den Zustand running.
- `public static void yield();` setzt den aktuellen Zustand zurück auf ready und unterbricht damit die aktuelle Programm-Ausführung. Andere ausführbare Threads erhalten die Gelegenheit zur Ausführung.
- `public static void sleep(int msec) throws InterruptedException;` legt den aktuellen Thread für `msec` Millisekunden schlafen, indem der Thread in den Zustand sleeping wechselt.

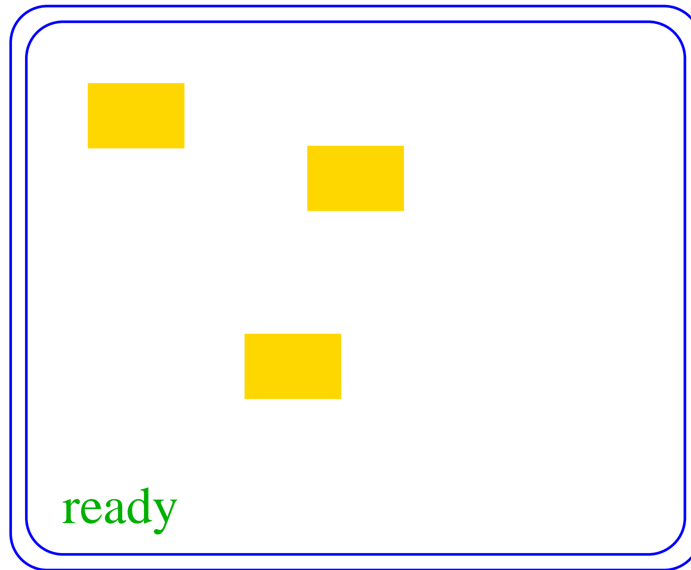

start()
ready
Prozessoren

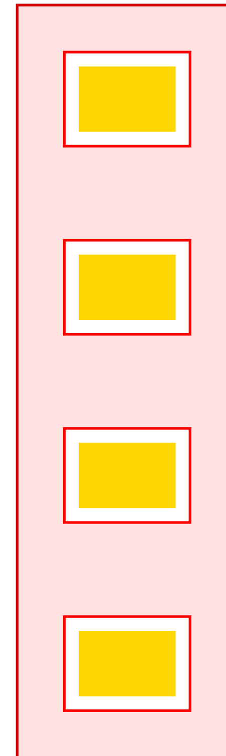




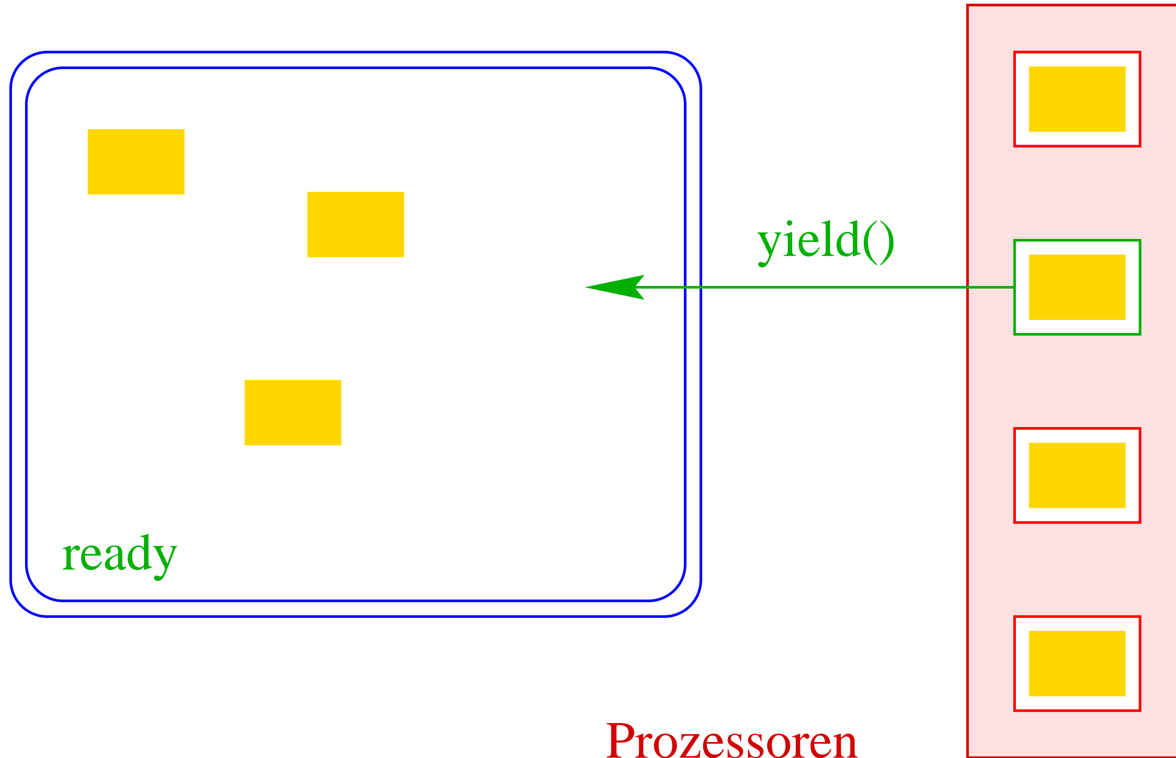
Prozessoren

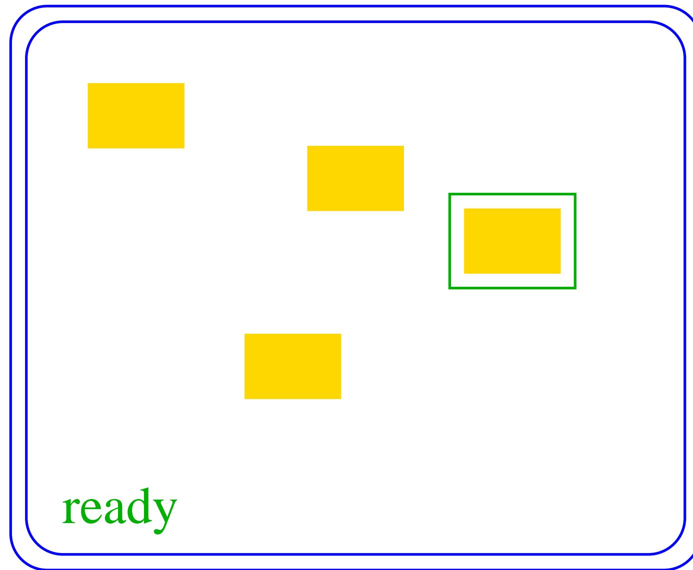

dispatch
ready
Prozessoren

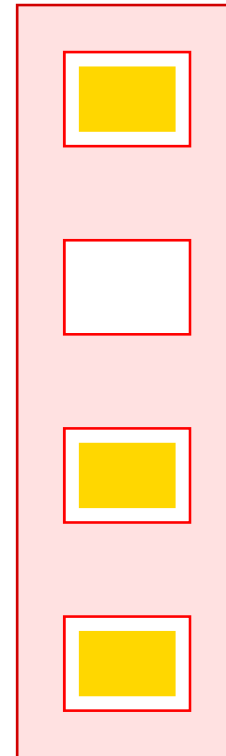




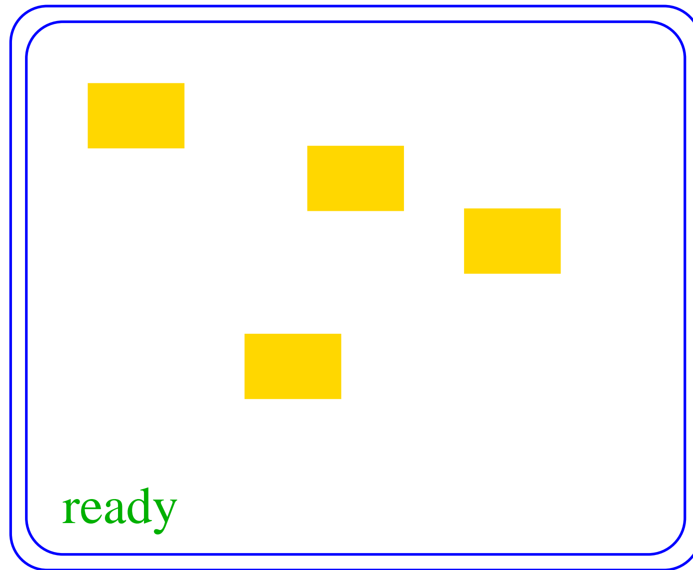
Prozessoren

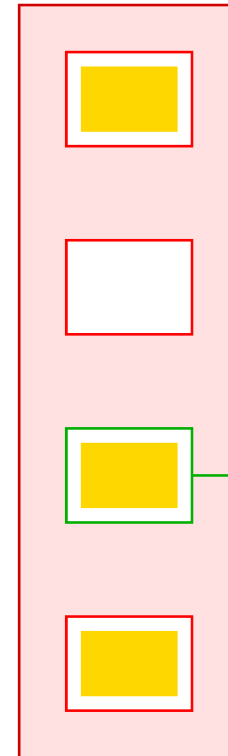

yield()
ready
Prozessoren



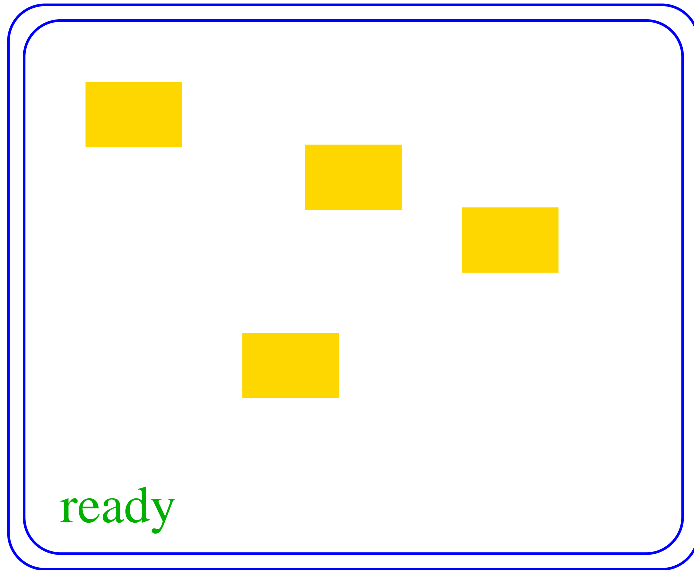


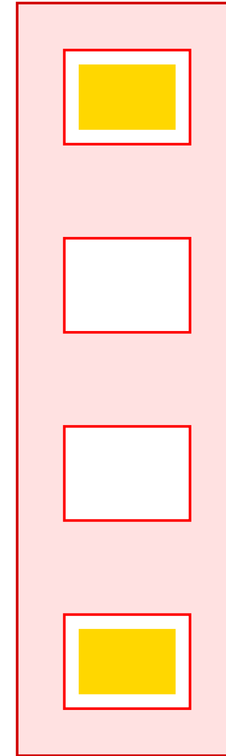
Prozessoren


ready


Prozessoren

complete


ready


Prozessoren