Kapitel 1: Der Prozess

1: Der Prozess

PXC

Der Prozess

Programm während der Ausführung.

- Wird ein Programm aufgerufen, dann wird es in den Hauptspeicher geladen und gestartet.
- Das ablaufende Programm wird als Prozess bezeichnet.
- Ein Programm kann mehrmals gleichzeitig gestartet werden. (Beispiel: Benutzer öffnet mehrere Terminals)
- **Resultat: Mehrere verschiedene Prozesse.**

```
$ ps
21876 pts/1    00:00:01 bash
26451 pts/1    00:00:06 emacs
30387 pts/1    00:00:05 emacs
30587 pts/1    00:00:00 ps
```

Der Prozesskontext

Bei Prozessen gibt es drei Arten von Kontextinformationen:

1. Benutzerkontext: Daten des Prozesses im zugewiesenen Adressraum (virtueller Speicher)

2. Hardwarekontext: CPU-Register und CPU-Cache

3. Systemkontext: Metadaten die das Betriebssystem über einen Prozess speichert
   - Prozess-ID (PID)
   - Laufzeit
   - Zugriffsrechte
   - Prioritäten
   - Geöffnete Dateien
   - Zugeordnete Geräte
   - ...

Prozesse

- Jeder Prozess hat seinen eigenen Prozesskontext, der von den Kontexten der anderen Prozesse meist unabhängig ist.
- Gibt ein Prozess den Prozessor ab, wird sein Kontext, also der Inhalt der CPU-Register, zwischengespeichert.
- Erhält der Prozess wieder den Zugriff auf die CPU, wird der Inhalt des Kontext wiederhergestellt und die Register werden mit den zuvor gespeicherten Daten geladen.
- Prozessmanagement und Prozessinteraktion ermöglichen (präemptives) Multitasking.

Prozesserzeugung

- Ein Computer-System muss in der Lage sein Prozesse zu erzeugen.
- Ereignisse die einen Prozess erzeugen:
  - Initialisierung des Systems
  - (Eltern-)Prozesse können (Kind-)Prozesse starten.
  - Bei interaktiven Systemen können Anwender Prozesse starten.
  - Initiierung einer Stapelverarbeitung (Großrechner).
- Prozesse werden mittels Systemcalls erzeugt.
- Es wird zwischen Vordergrund- und Hintergrundprozessen unterschieden.
- Hintergrundprozesse werden auch Daemons oder Services genannt.

Prozessbeendigung

Prozesse terminieren aufgrund der folgenden Bedingungen:

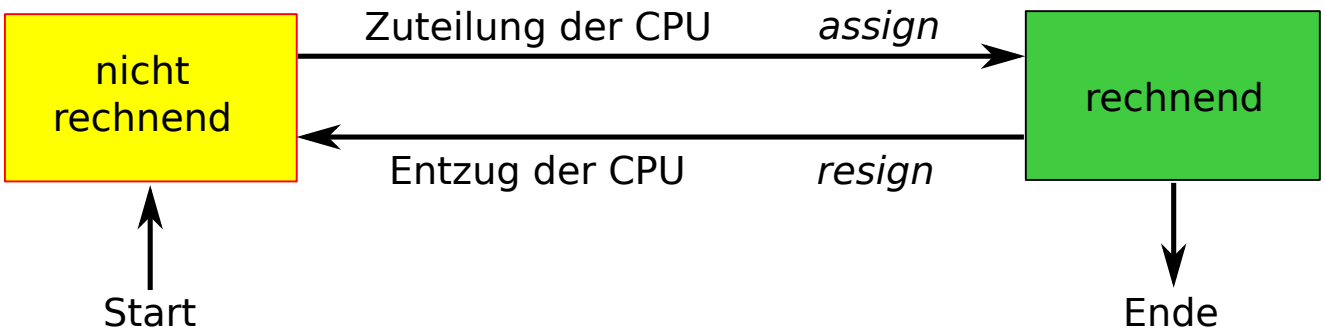
- Normales Beenden (freiwillig)
  Aufrufen der `exit()`-Methode
- Beenden aufgrund eines Fehlers (freiwillig)
  ```
  rm -f foo.c; gcc -c foo.c
  ```
- Beenden aufgrund eines schwerwiegenden Fehlers (unfreiwillig)
  ```
  dst=NULL; memcpy(dst, src, 9001);
  ```
- Beenden durch einen anderen Prozess (unfreiwillig)
  ```
  killall foo
  ```

1.1: Prozesszustände

- Ein Prozess wird zu Beginn der Programmausführung erzeugt und bei der Terminierung des Programms beendet.
- Die Ausführung eines Prozesses kann zur Erzeugung bzw. Beendigung weiterer Prozesse führen.
- Jeder Prozess befindet sich zu jedem Zeitpunkt in einem Zustand.
- Wie viele unterschiedliche Zustände es gibt, hängt vom Prozessmodell des Betriebssystems ab.

Frage: Wie viele Zustände benötigt ein minimales Prozessmodell?

Das 2-Zustands-Prozessmodell

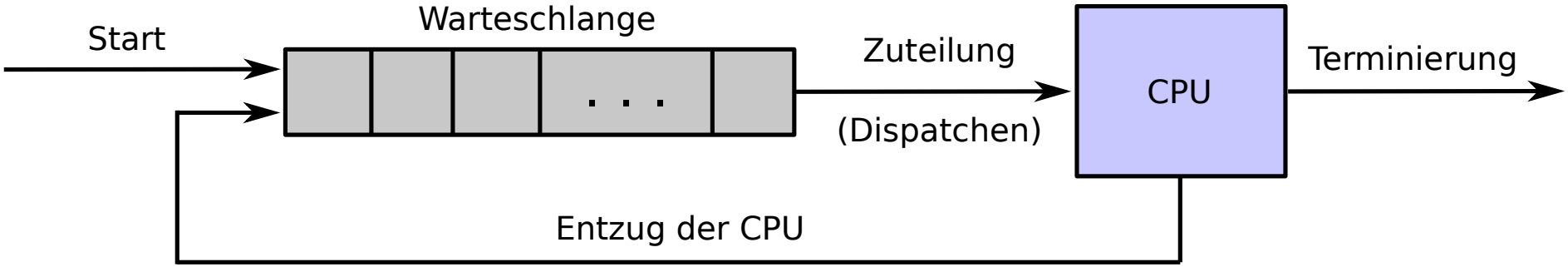


- Prinzipiell genügen zwei Prozesszustände
  - Rechnend: Einem Prozess wurde die CPU zugeteilt.
  - Nicht rechnend: Der Prozess wartet auf die Zuteilung der CPU.

- **Kontextwechsel**: Das Betriebssystem tauscht den rechnend Prozess durch einen nicht rechnend Prozess aus.

  Frage: Wie lässt sich ein Kontextwechsel umsetzen?

Das 2-Zustands-Prozessmodell: Implementierung



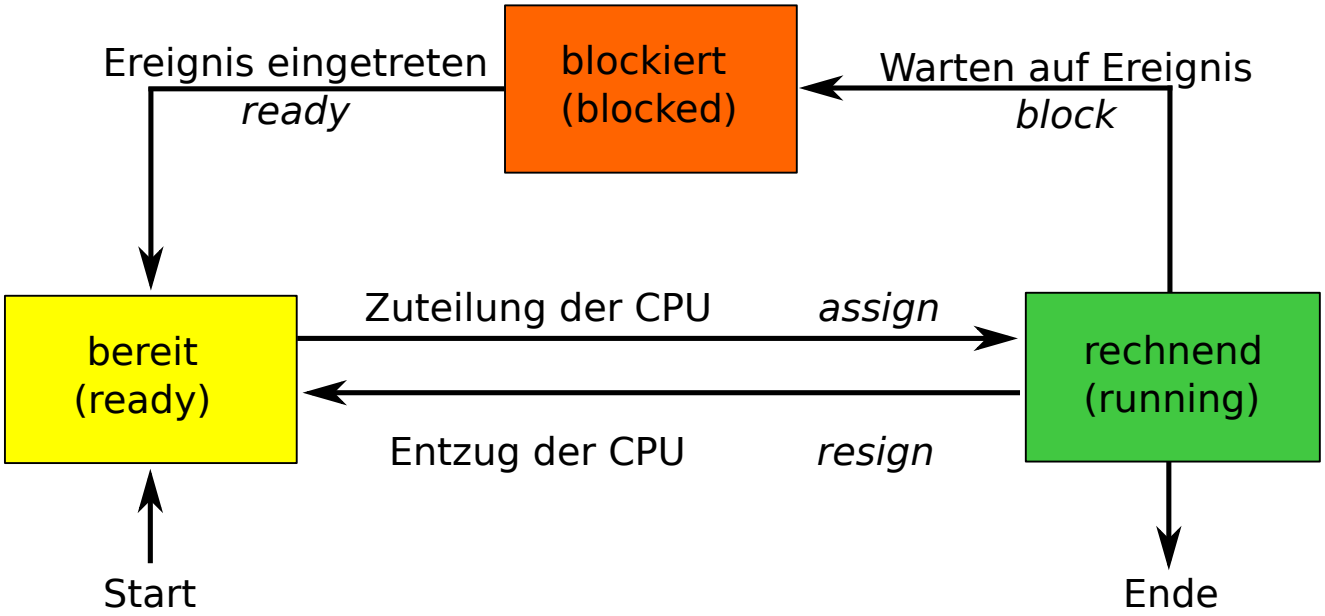
- Prozesse im Zustand nicht rechnend werden in einer Warteschlange *geparkt*.
- Der Scheduler bestimmt die Reihenfolge, in der die Prozesse Zugriff auf die CPU erhalten.
- Der Scheduler implementiert ein **Scheduling-Verfahren**.
- Der Dispatcher setzt die Zustandsübergänge (Kontextwechsel) um.

Das 2-Zustands-Prozessmodell: Diskussion

- Das 2-Zustands-Prozessmodell geht davon aus, dass alle Prozesse immer zur Ausführung bereit sind.
- Dies ist aber nur bei sehr wenigen System der Fall.
- In der Regel können Prozesse blockieren.
  - Warten auf I/O (Benutzereingabe, Netzwerkpakete, . . .)
  - Ressource ist von einem anderen Prozess belegt (Speicher, Drucker, . . .)
- Der Zustand nicht rechnend wird daher in zwei Zustände aufgeteilt.
  - bereit (ready)
  - blockiert (blocked)

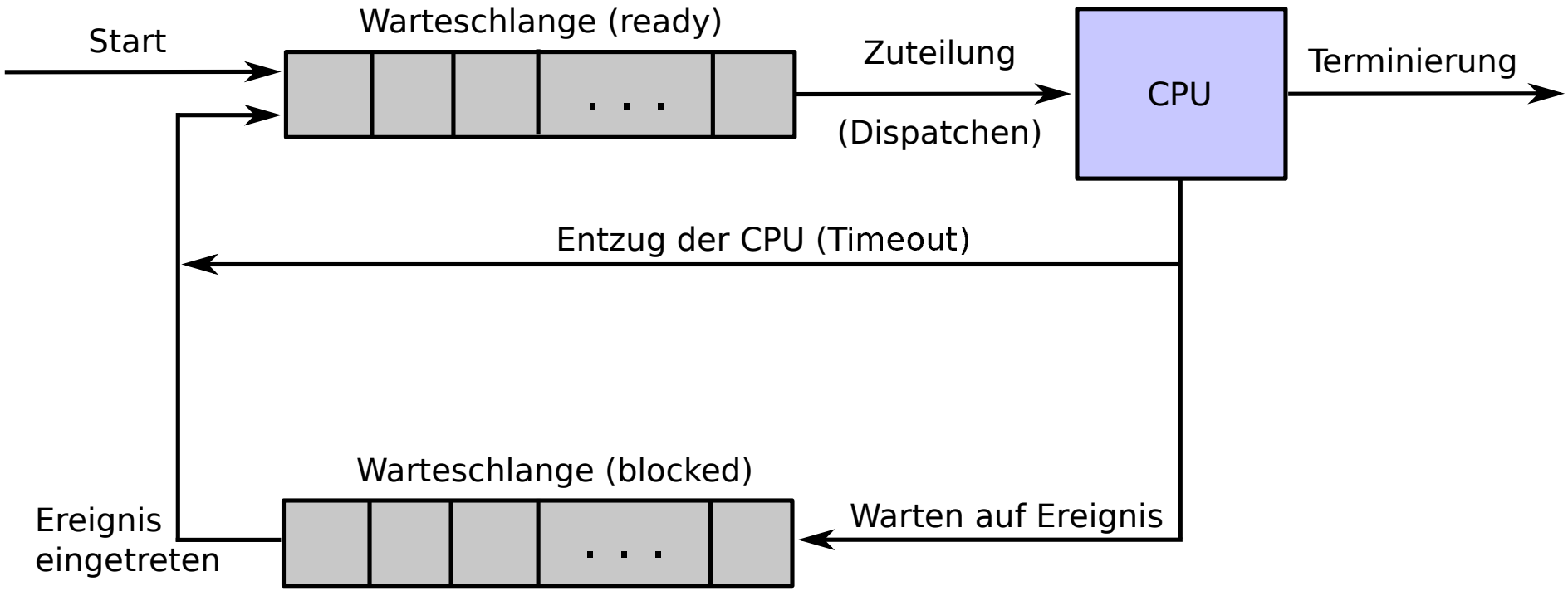
$\Longrightarrow$ 3-Zustands-Prozessmodell

3-Zustands-Prozessmodell

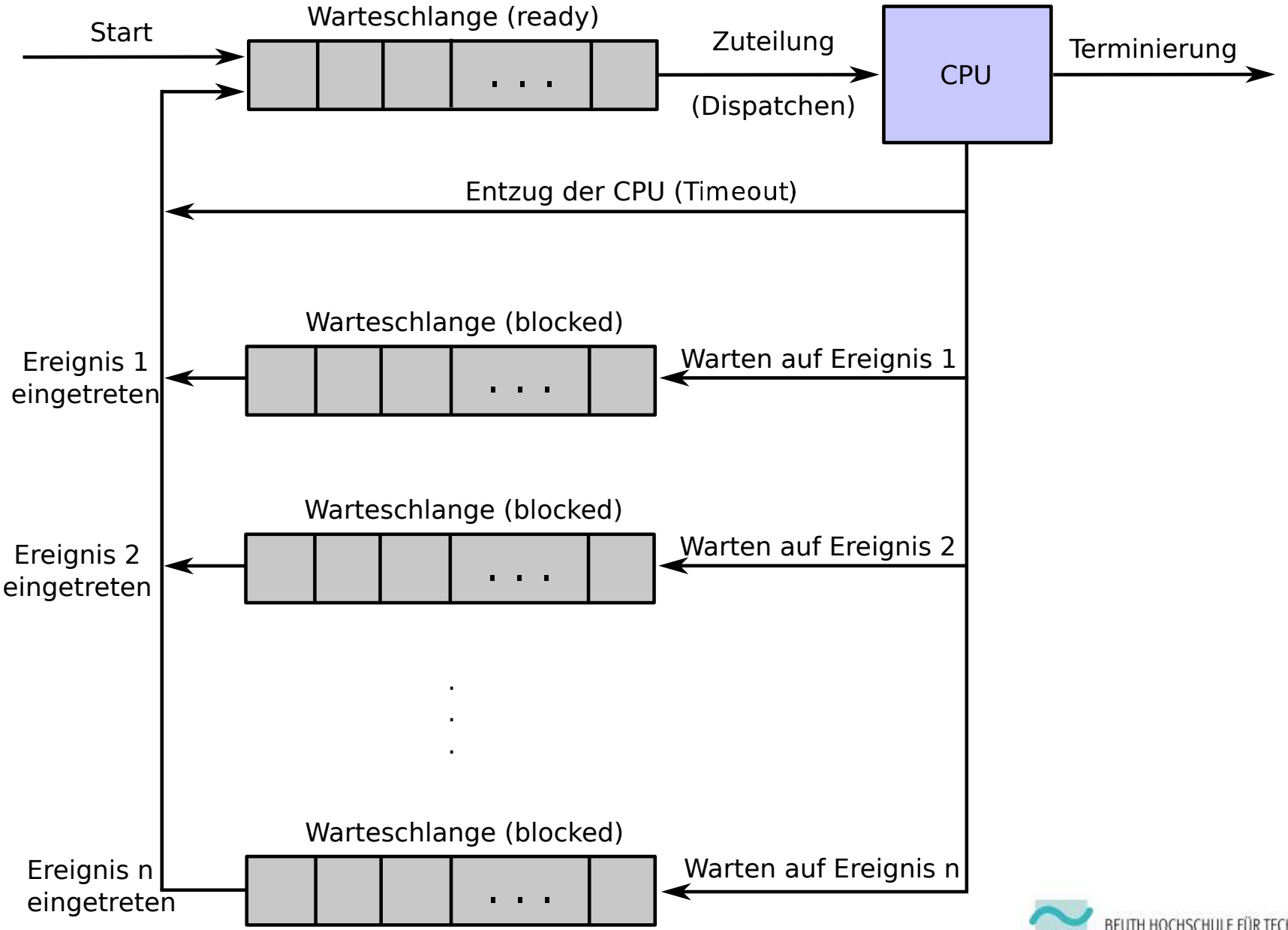


- Block: Der rechnende Prozess wartet auf eine Nachricht oder ein Ereignis und wechselt in den Zustand blockiert.
- Assign: Der Scheduler teilt dem Prozess die CPU zu.
- Resign: Der Scheduler entzieht dem Prozess die CPU.
- Ready: Es tritt ein Ereignis ein das den Prozess reaktiviert.

3-Zustands-Prozessmodell: Implementierung (1/2)



3-Zustands-Prozessmodell: Implementierung (2/2)

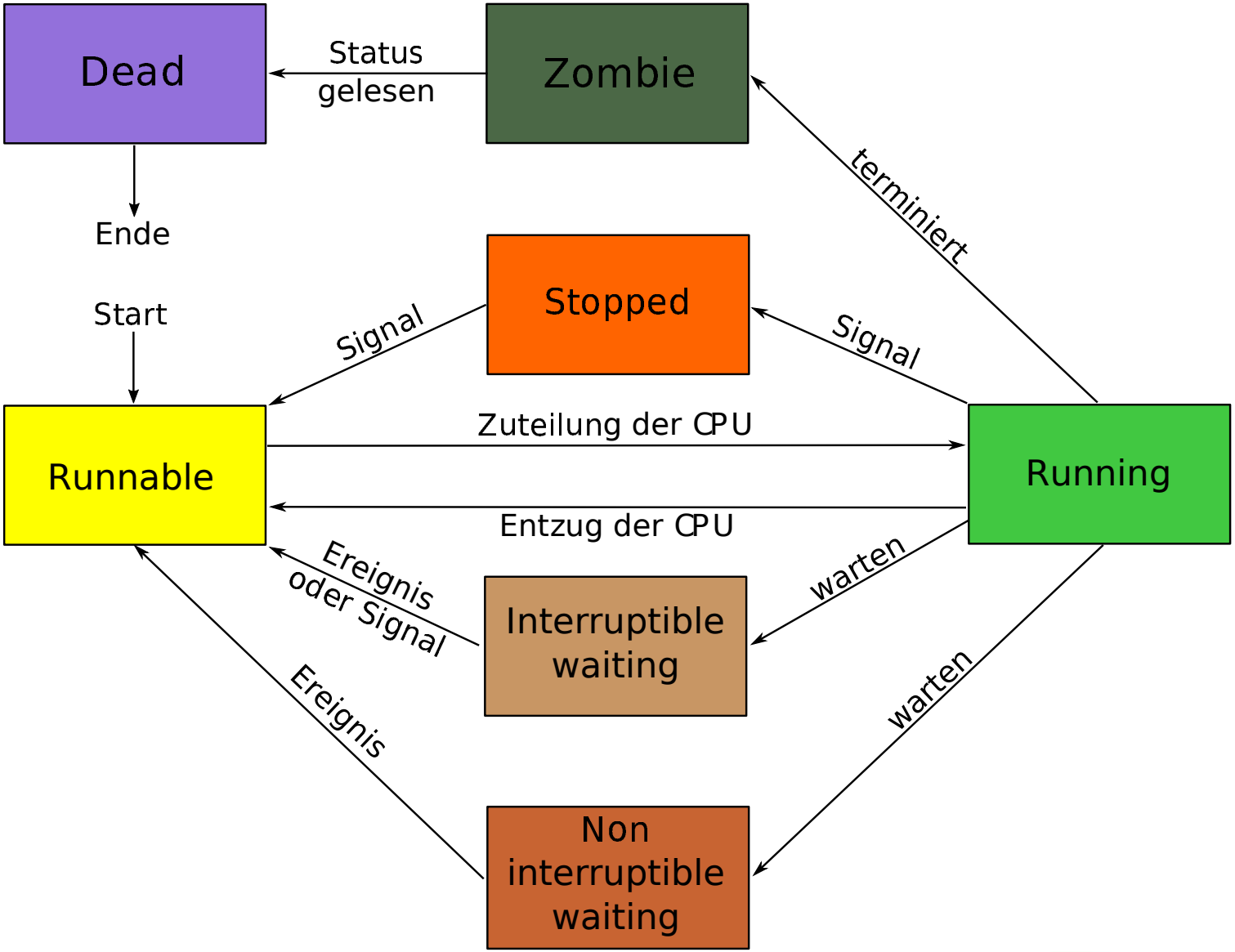


Prozesszustände unter Linux

- D: Uninterruptible sleep (usually IO)
- R: Running or runnable (on run queue)
- S: Interruptible sleep (waiting for an event to complete)
- T: Stopped by job control signal
- X: Dead (should never be seen)
- Z: Defunct (ßombie") process, terminated but not killed by its parent

Quelle: Manpage von ps

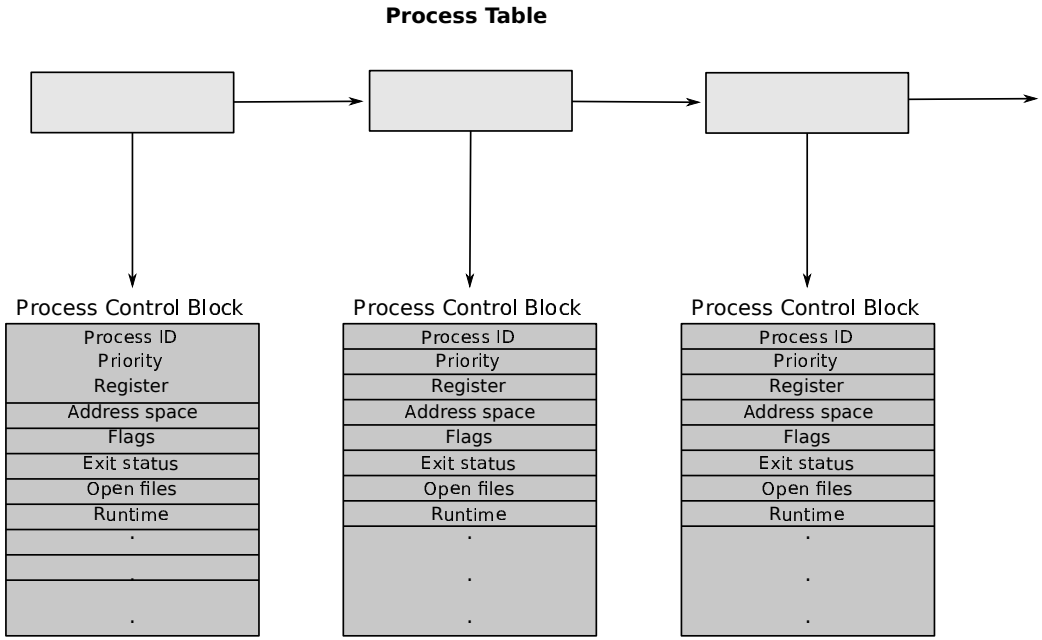
Linux Prozessmodell



Prozessverwaltung

- Das Betriebssystem verwaltet Prozesse
- Dazu muss es quasi alles über den Prozess wissen
  - Prozesszustand (D, R, S, T, X oder Z)
  - Reservierte Speicherbereiche
  - Geöffnete Dateien und Netzwerkverbindungen
  - ...
- Wird ein Prozess angehalten, muss er zu einem späteren Zeitpunkt in dem Zustand, in dem er gestoppt wurde, wieder aktiviert werden.
- Daher müssen der Zustand eines Prozesses für die Dauer der Unterbrechung zwischengespeichert werden.

Prozesskontrollblock (1/2)



- Prozesstabelle: Liste im Kernel die zu jedem Prozess einen Zeiger auf dessen Prozesskontrollblock hat.
- Prozesskontrollblock (PCB): Enthält den kompletten Zustand eines Prozesses mit Ausnahme des Inhalts des Adressraums.

Prozesskontrollblock (2/2)

Im Prozesskontrollblock jedes Prozesses befinden sich die folgenden Kontextinformationen:

- Die eindeutige Prozessidentifikation (PID)
- Der aktuelle Prozesszustand
- Inhalt der Prozessorregister (Befehlszähler, Stack Pointer, usw.)
- Eine Liste mit zugeordneten Bereichen im Hauptspeicher
- Vom Prozess geöffnete Daten und zugeordnete Peripheriegeräte
- Verwaltungs-/Schedulinginformationen (Priorität, Laufzeit, usw.)

Zustandsübergänge

- Für einen Zustandsübergang eines Prozesses wird der PCB des betreffenden Prozesses aus der alten Zustandsliste entfernt und in die neue Zustandsliste eingefügt.
- Für Prozesse im Zustand rechnend existiert keine eigene Liste, aber ein PCB-Eintrag in der Prozesstabelle.
- Beim Übergang eines Prozesses in den Zustand rechnend wird der Kontext des Prozessors aus dem PCB geladen.
- Beim Übergang aus dem Zustand rechnend in einen anderen Zustand werden die Registerinhalte des Prozessors in den PCB gesichert (gerettet).

Zusammenfassung

Nach diesem Kapitel sollten Sie . . .

- . . . verstanden haben was ein Prozess ist.
- . . . das 3-Zustands-Prozessmodell kennen.
- . . . das Linux-Prozessmodell kennen.
- . . . wissen was ein Prozesskontrollblock ist.
- . . . verstanden haben wie unter Linux der Zustandsübergang eines Prozesses funktioniert.