Betriebssysteme 1

Foliensatz G, Kap. 7 (Teil 1: SKA 28–34)

Prof. Dr. Hans-Georg Eßer

Sommersemester 2022

v3.0 – 23.06.2021

28. Aktives vs. passives Warten

Nennen Sie je ein Beispiel für *aktives Warten* und *passives Warten* und erläutern Sie, warum aktives Warten in der Regel die schlechtere Wahl ist.

Beispiel in beiden Fällen:
Tastaturtreiber, Polling vs. Interrupt

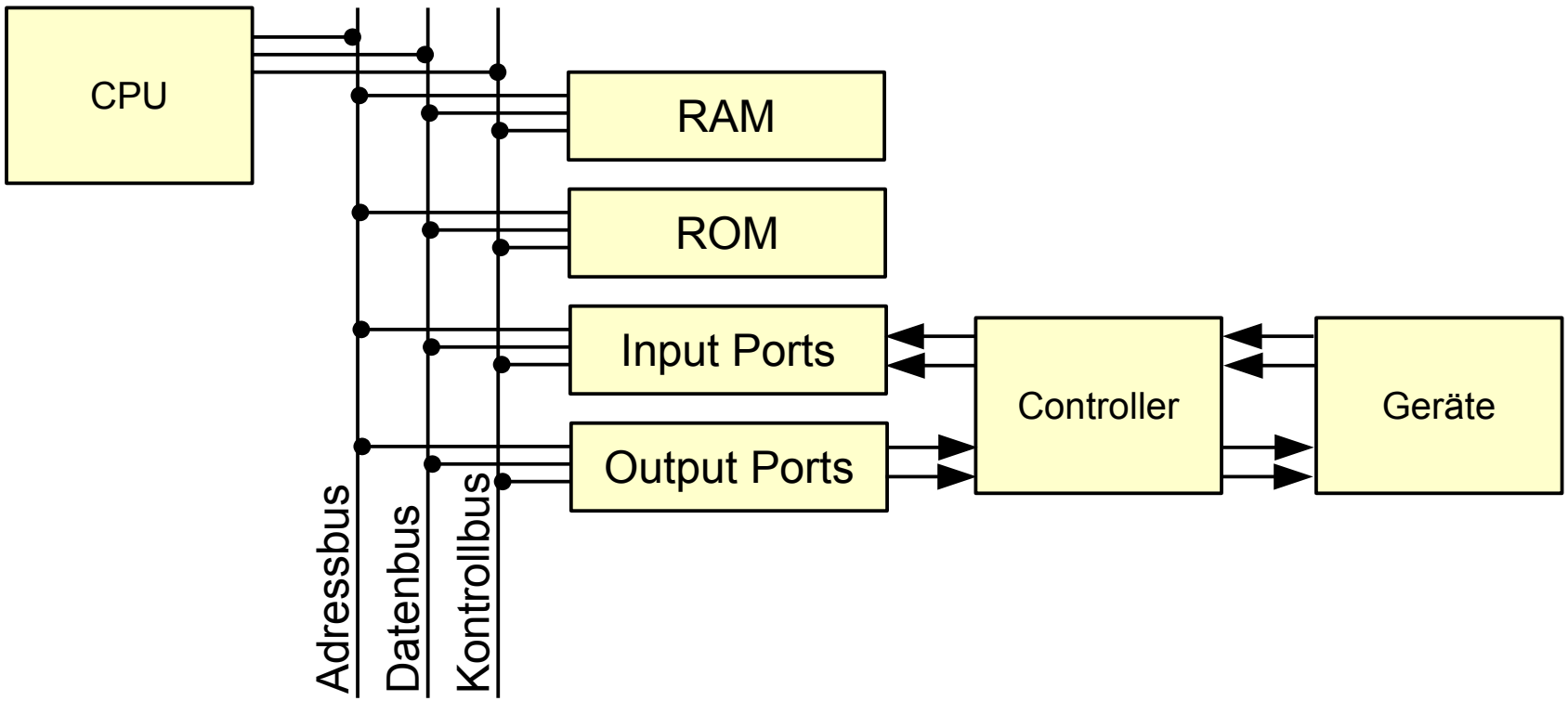
Tastatur am PC (1)

PS/2-Tastatur: IBM Model M

Bild: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IBM_Model_M.png

Tastatur am PC (2)

- Klassisch: Kommunikation über **Ports**



Tastatur am PC (3)

- PS/2-Keyboard-Controller hat zwei solche Ports

```
#define    KBD_DATA_PORT        0x60
#define    KBD_STATUS_PORT      0x64
```

- Kommunikation über Assembler-Befehle

`inb` (liest Wert aus Port, speichert in Reg.),
`outb` (schreibt Reg.-Inhalt auf Port)

Tastatur am PC (4)

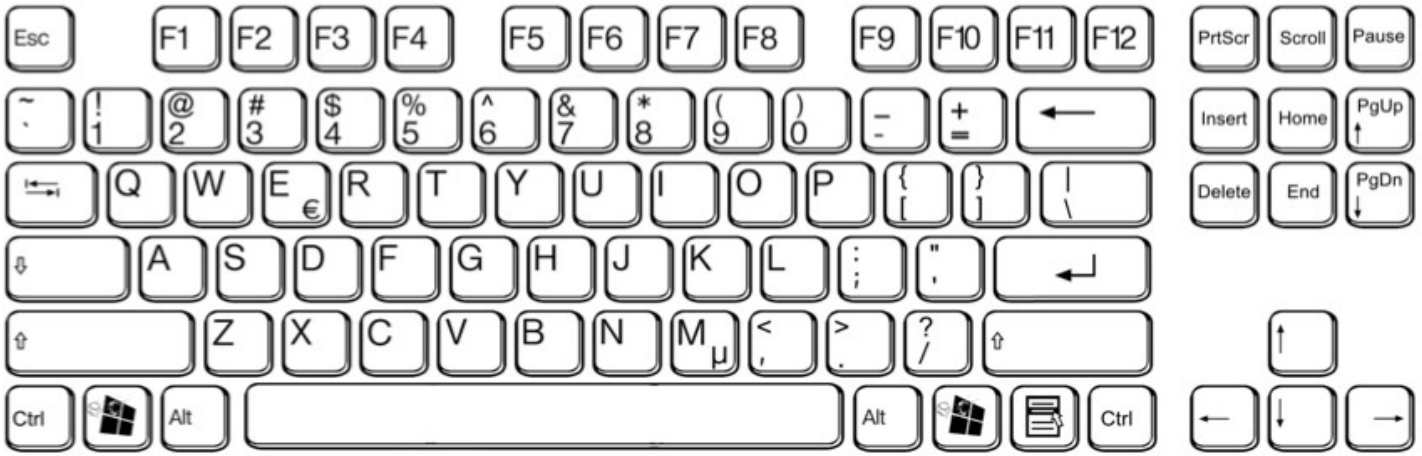
- „Events“ (Tastendruck oder Loslassen) generieren Scancodes
- Beispiel, Taste „A“:
  - Drücken = Scancode 30
  - Loslassen = Scancode 30 + 128 = 158
- Scancodes über Datenport (`0x60`) des Keyboard-Controllers auslesen:

```
char scancode = inb (KBD_DATA_PORT);
```

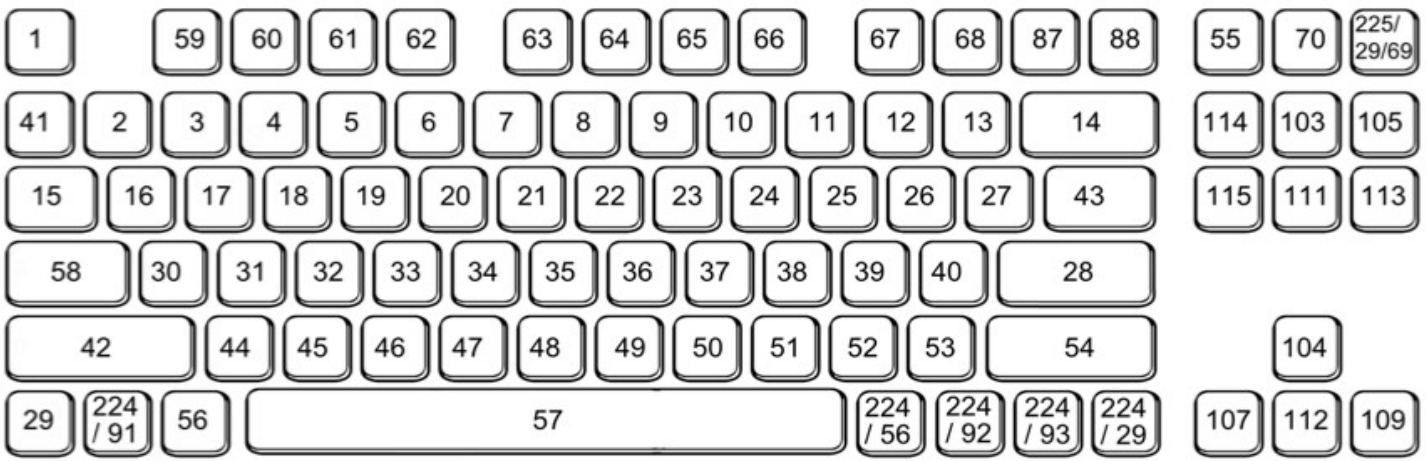
- Statusport verrät, ob Event vorliegt

Tastatur am PC (5)

Belegung
(US-englisch)



Scancodes
(„key press“)



Tastatur am PC (6) – **Polling = aktives Warten**

```
do forever {
  // warte auf Event
  while (inb (KBD_STATUS_PORT) != NEW_EVENT) ;

  // lies Scancode
  scancode = inb (KBD_DATA_PORT);

  if (scancode < 128) {
    // nur keypress event verarbeiten
    ascii = lookup_table (scancode);
    printf ("Zeichen %d eingegeben\n", ascii);
  }
}
```

Interrupt-Bearbeitung

- Interrupt tritt auf
- Laufender Prozess wird (nach aktuellem Befehl) unterbrochen, BS übernimmt Kontrolle
- BS speichert Daten des Prozesses (wie bei Prozesswechsel → Scheduler)
- BS ruft Interrupt-Handler auf
- Danach (evtl.): Prozess-Fortsetzung (evtl. ein anderer Prozess)

Interrupt-Handler für Tastatur

```
void keyboard_handler() {
  // lies Scancode
  scancode = inb (KBD_DATA_PORT);

  if (scancode < 128) {
    // nur keypress event verarbeiten
    ascii = lookup_table (scancode);
    printf ("Zeichen %d eingegeben\n", ascii);
  }
}
```

- Kein Code mehr, der auf Tastendruck wartet
- Handler muss in Tabelle eingetragen werden, Interrupts aktiviert werden

29. Temperatursensor

Sie konzipieren für ein Embedded-System, das in einem mobilen, Akku-betriebenen Temperatursensor für den Außenbereich arbeitet, die Steuerungselektronik. Das Gerät soll alle 10 Minuten die Temperatur messen und via WLAN an einen Server funken. Die Hauptplatine besitzt einen Timer-Chip, den Sie auf einen 10-Minuten-Rhythmus programmieren können, und Sie haben herausgefunden, dass die Code-Zeile

```
for (long int i = 0; i< 3627458763L; i++) z = i;
```

auch genau zehn Minuten Zeit benötigt.

Um zwischen zwei Messungen je zehn Minuten zu warten, können Sie also zwischen zwei möglichen Implementierungen wählen. Welche wählen Sie und warum?

30. Kernel Mode

Warum laufen Interrupt-Handler im Kernel Mode und nicht im User Mode?

User Mode vs. Kernel Mode (1)

Anwendungen laufen im nicht-privilegierten User Mode

Beispiel: Intel

- Ring 0 = Betriebssystem (Kernel Mode)
  → Vollzugriff auf die Hardware
- Ring 3 = Anwendung (User Mode)

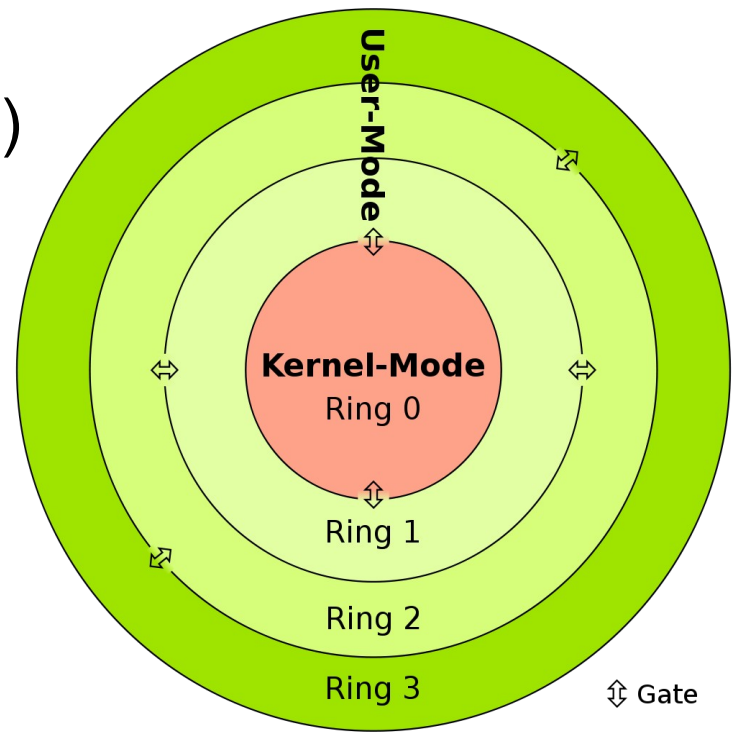


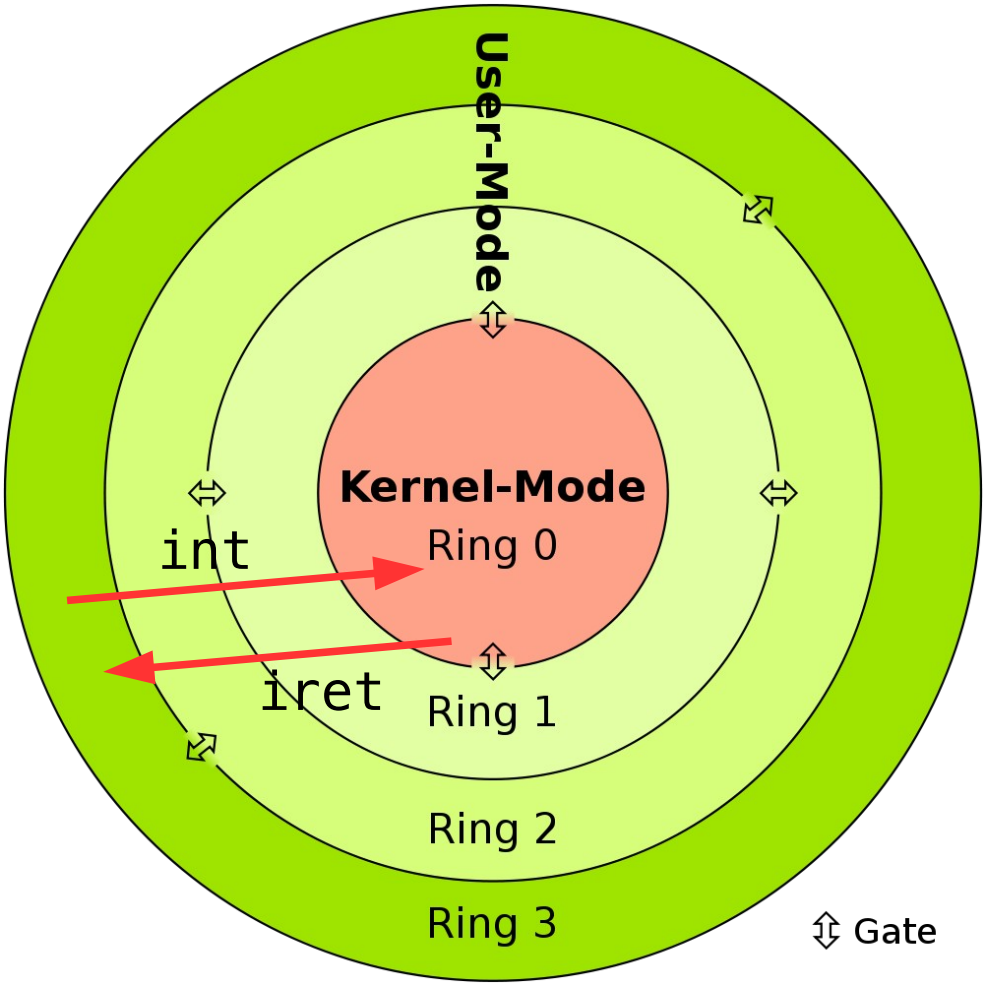
Bild: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CPU_ring_scheme.svg (Autor: http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Sven; GNU Free Documentation License)

User Mode vs. Kernel Mode (2)

- Problem:
  - Daten und Code des Betriebssystems sollen vor Zugriff durch Anwendungen geschützt sein,

    aber:
  - Anwendungen müssen Betriebssystem-Funktionen nutzen, um z. B. auf Datenträger zuzugreifen.
- System Calls: kontrollierter Übergang vom User Mode in den Kernel Mode (int 0x80, syscall etc.)
- Interrupt-Handler: Hardware-Zugriff braucht auch Kernel-Mode

User Mode vs. Kernel Mode (3)



31. Interrupt Handler vs. Signal Handler

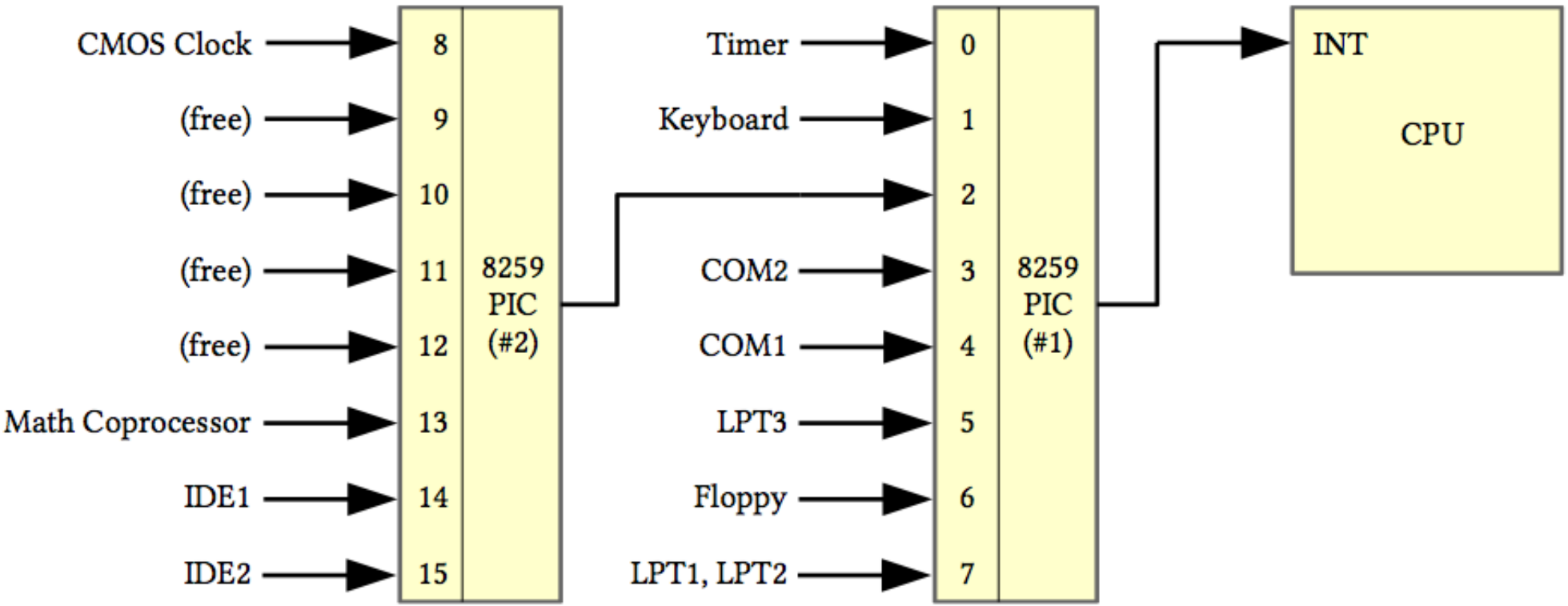
Nennen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den in diesem Kapitel beschriebenen Interrupt Handlern und den in Kapitel 5.5.3.2 beschriebenen Signal Handlern.

32. PIC-Kaskade

Warum ist in klassischen PCs beim Kaskadieren von zwei PICs (Programmable Interrupt Controllers) eine Umprogrammierung der an die CPU gemeldeten Interrupt-Nummern notwendig?

PIC-Kaskade (1)

Klassischer PIC (**Programmable Interrupt Controller**) Intel 8259 hat acht Eingänge → Kaskadierung von zwei PICs



PIC-Kaskade (2)

Intel 8259 ist programmierbar

Bildquellen:
IDE Controller: http://www.ebay.de/usr/sm-pc,
8259A: http://www.brokenthorn.com/Resources/OSDevPic.html,
i386: http://www.cpu-world.com/CPUs/80386/Intel-A80386DX-25%20IV.htm

CPU

PIC 1

PIC 2

erzeugt Faults (Nr. 0–31)

0 = Division by Zero
1 = Debug
2 = Non-maskable Interrupt
3 = Breakpoint
…

0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7

programmiertes Mapping gibt höhere Nummer weiter

0 1 2 3 4 5 6 … … 30 31 | 32 33 34 35 36 37 38 39 | 40 41 42 43 44 45 46 47

Interrupt-Nummern (aus Sicht des Prozessors und des Betriebssystems)

33. Mehrfach-Interrupts

Fassen Sie kurz die Vor- und Nachteile der drei Interrupt-Behandlungsmodelle A (Interrupts gesperrrt, während Handler läuft), B (jeder Interrupt unterbricht den laufenden Handler) und C (Priorisierung der Interrupts) zusammen.

Mehrfach-Interrupts (1)

Drei Möglichkeiten

- Während Abarbeitung eines Interrupts alle weiteren ausschließen (`DI`, disable interrupts)
  → Interrupt-Warteschlange
- Während Abarbeitung andere Interrupts zulassen
- Interrupt-Prioritäten: Nur Interrupts mit höherer Priorität unterbrechen solche mit niedrigerer

Mehrfach-Interrupts (2)

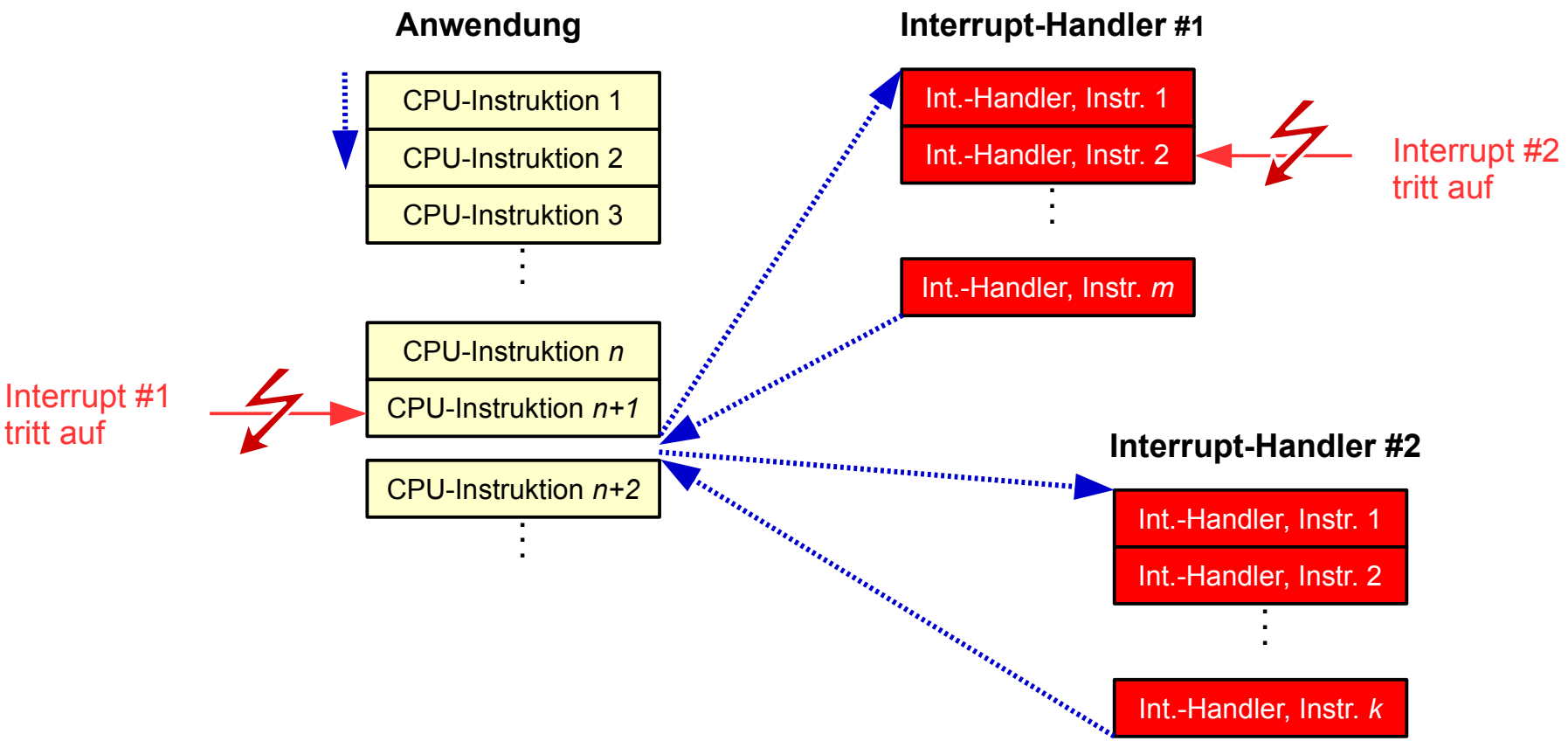
Variante 1

- Alle Interrupts „gleichwertig“, keine Prioritäten
- zu Beginn einer Int.-Routine alle Interrupts abschalten

  → kein Interrupt unterbricht einen anderen

Mehrfach-Interrupts (3)

Variante 1



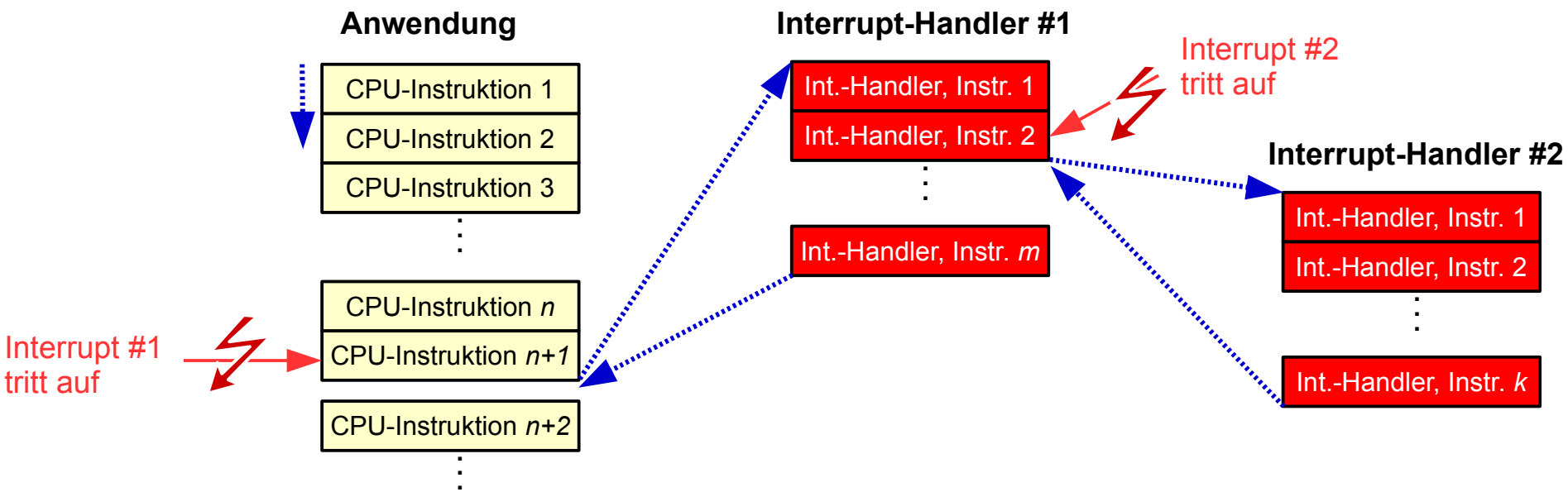
Mehrfach-Interrupts (4)

Variante 2

- Interrupt-Handler können unterbrochen werden
- Rücksprung in vorherigen Interrupt-Handler
- Zustand sichern!

Mehrfach-Interrupts (5)

Variante 2



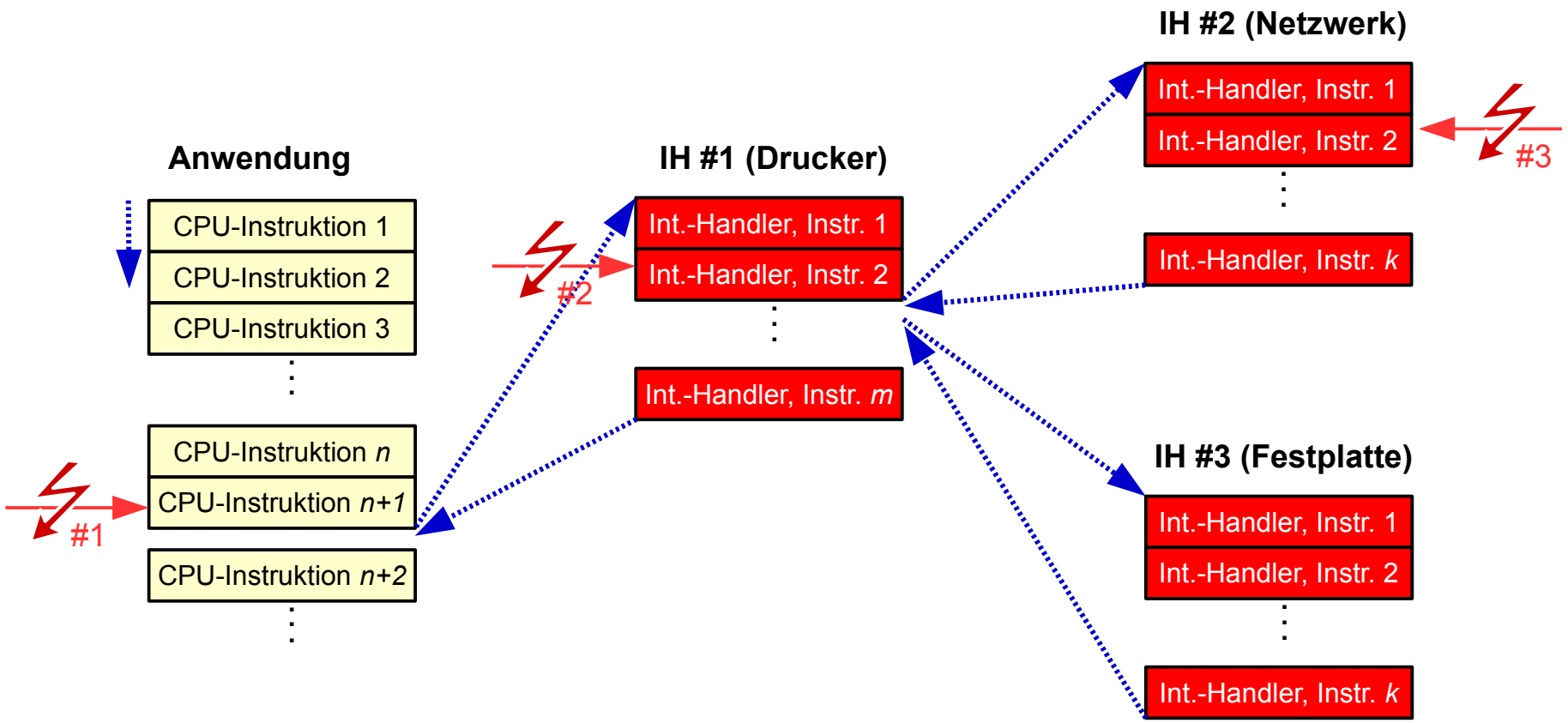
Mehrfach-Interrupts (6)

Variante 3

- Interrupts haben Prioritäten, z. B.
  Netzwerkkarte > Drucker
- Interrupt mit hoher Priorität unterbricht Interrupt mit niedrigerer Priorität

Mehrfach-Interrupts (7)

Variante 3



Mehrfach-Interrupts (8)

- Problem bei gesperrten Interrupts: Behandlung muss schnell erfolgen
- Lösung: Aufteilung des Interrupt-Handlers in zwei Komponenten → **SKA 34**

34. Top half und bottom half

Welchen Vorteil bietet die Aufteilung eines Interrupt-Handlers in eine *top half* und eine *bottom half*, wie es viele Betriebssysteme erlauben?

top half

- Interrupt handler
- startet sofort, erledigt zeitkritische Dinge
- bestätigt (der Hardware) den Erhalt des Interrupts, setzt Gerät zurück etc.
- erzeugt bottom half
- Alles andere → bottom half

bottom half

- längere Berechnungen, die zur Interrupt-Verar-beitung gehören

  – dabei sind Interrupts zugelassen
- Tasklet ist kein Prozess, läuft direkt im Kernel