Übung zu Betriebssysteme

Aufgabe 5: Zeitscheibenscheduling

Wintersemester 2020/21

Bernhard Heinloth & Christian Eichler

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

Kooperative Ablaufplanung

```
int i = 0;
while (true){
    Secure section;
    kout << i++ << endl;
    scheduler.resume();
}
```

Unterbrechende Ablaufplanung

```
int i = 0;
while (true){
    Secure section;
    kout << i++ << endl;
```

ϟ Scheduler Interrupt

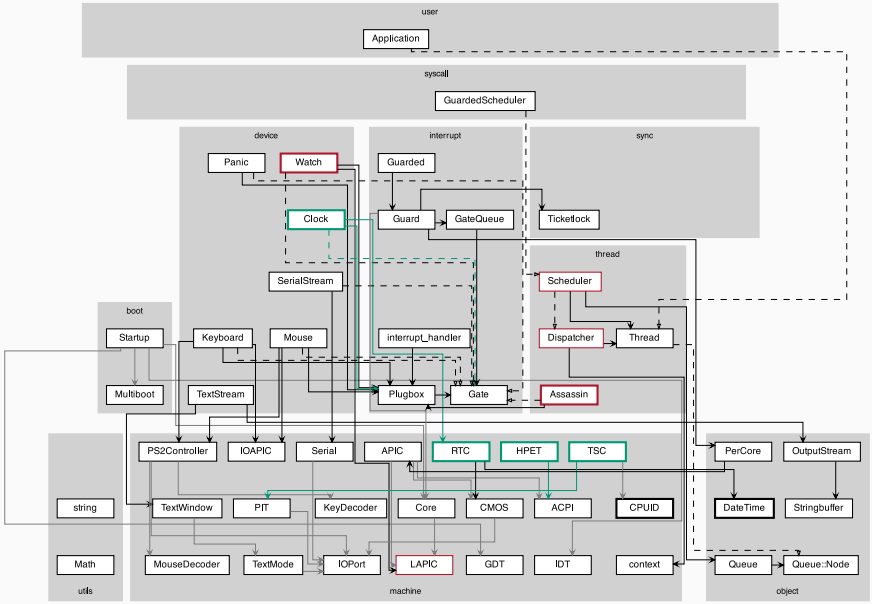
```
}
```

Lernziele

- Präemptiven Schedulings durch Timer-Interrupts
- Schutz kritischer Abschnitte im Betriebssystem

Umsetzung

- Konfiguration des LAPIC Timers
- Umbau der Anwendungen auf präemptives Scheduling
- Interprozessorbenachrichtgung in MPStuBS
- *Optional:* TSC, RTC und/oder HPET


user
Application
syscall
GuardedScheduler
device
interrupt
sync
Panic
Watch
Guarded
Clock
Guard
GateQueue
Ticketlock
thread
SerialStream
Scheduler
boot
Startup
Keyboard
Mouse
interrupt_handler
Dispatcher
Thread
Multiboot
TextStream
Plugbox
Gate
Assassin
PS2Controller
IOAPIC
Serial
APIC
RTC
HPET
TSC
PerCore
OutputStream
string
TextWindow
PIT
KeyDecoder
Core
CMOS
ACPI
CPUID
DateTime
Stringbuffer
Math
MouseDecoder
TextMode
IOPort
LAPIC
GDT
IDT
context
Queue
Queue::Node
utils
machine
object

Watch

windup stellt das Unterbrechungsintervall ein
(z.B. alle 1000 Mikrosekunden)

activate setzt den Timer und aktiviert Interrupts

prologue fordert Epilog an
(und kann zu Testzwecken eine Ausgabe tätigen)

epilogue wechselt die Anwendung mittels `scheduler.resume()`

LAPIC-Timer einstellen

1. LAPIC-Timer kalibrieren

- unter Verwendung des PIT
  (mittels `PIT::set` Wartezeit einstellen und in `PIT::waitForTimeout` warten)
- in der Funktion `LAPIC::Timer::ticks`
  (Funktion gibt die Anzahl der Ticks in einer **Milli**sekunde zurück)
- benötigt zur Konfiguration die ebenfalls noch zu implementierende Funktion `LAPIC::Timer::set`
- Hilfsstrukturen in `lapic_timer.cc` & `lapic_registers.h`

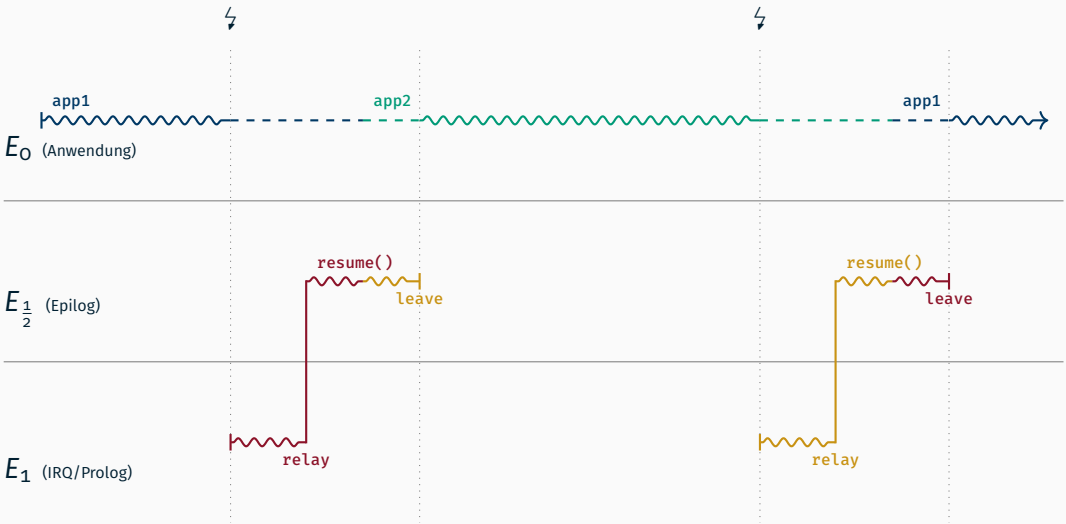
LAPIC-Timer einstellen

2. Initialen Wert und Vorteiler korrekt setzen

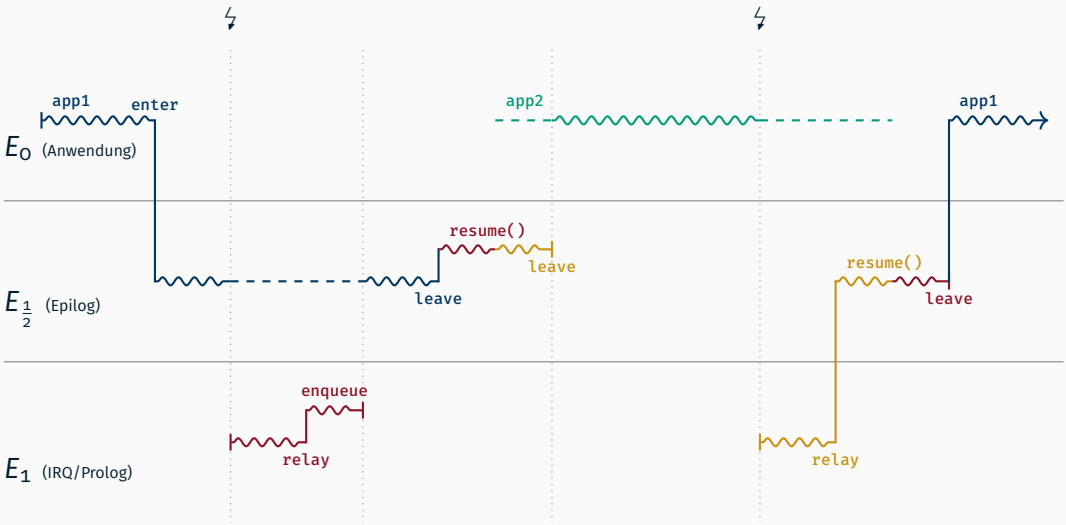
- Interrupt soll alle n Mikrosekunden ausgelöst werden
- Startwertzähler $\mathit{initial} = \frac{n \cdot \texttt{LAPIC::Timer::ticks()}}{\mathit{Vorteiler} \cdot 1000}$ berechnen, dabei gilt $\mathit{Vorteiler} = 2^x$ mit $x \in \{0, \ldots, 7\}$
- Möglichst kleiner Vorteiler, aber kein Überlauf (32 bit!)
- **Beispiel:** `watch.windup(5000000);`

n	5 000 000 µs = 5 s
`LAPIC::Timer::ticks`	1 000 000 ms^{-1}
Vorteiler	$2 = 2^1$
initial	2 500 000 000 ✓

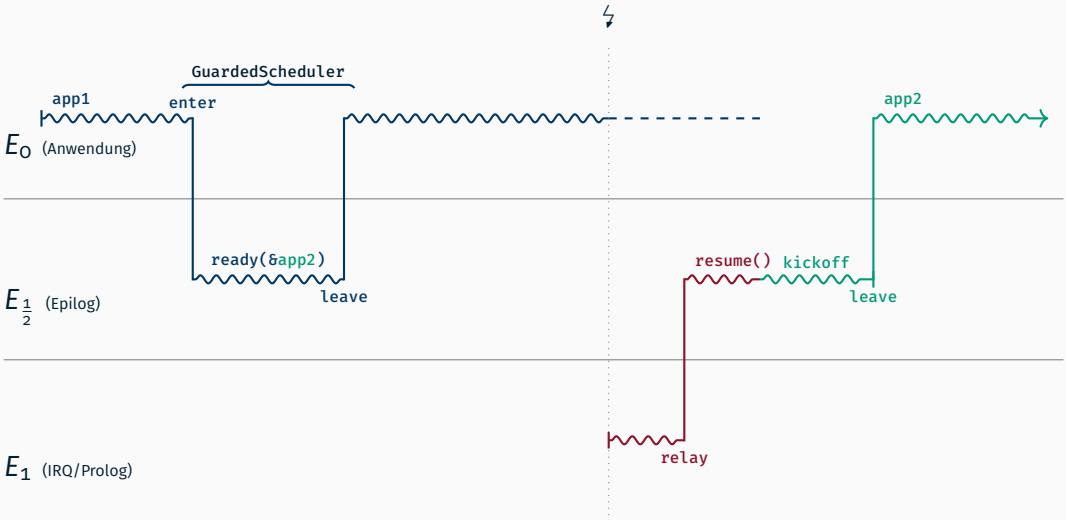
Ablaufbeispiel (Standardfall)



Ablaufbeispiel bei Faden in Systemebene



Ablaufbeispiel mit neuem Thread



Besonderheiten

Anwendungsfaden beenden

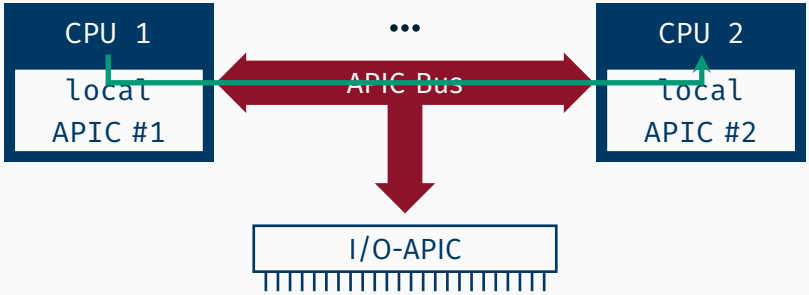
Präemptives Beenden mittels `Scheduler::kill(Thread&)`

OOStuBS *keine Änderung:* aus der Ready-Liste entfernen
bzw. Kill-Flag setzen und bei `resume` prüfen

MPStuBS der Anwendungsfaden kann gerade auf einer anderen CPU laufen

- Kill-Flag setzen (wie gehabt)
- falls er nicht in der Ready-Liste ist, läuft er wohl gerade auf einer anderen CPU
- diese andere CPU muss benachrichtigt werden
  → Inter Processor Interrupt (IPI)
- die angesprochene CPU muss dann das Kill-Flag des aktuellen Prozesses prüfen

Inter Processor Interrupt




```
destination = APIC::getLAPICID(cpu);

LAPIC::IPI::send(destination, vector);
```

Empfänger

Interrupt

Der Teufel steckt im Detail

Was kann hier schon schief gehen?

```
lock[Core::getID()] = true;
```

Viel - diese Zeile wird nicht atomar ausgeführt:

```
; Array lock an Adresse 0x2000
call <Core::getID()>
```

↯ Scheduler Interrupt

```
mov [rax+0x2000], 0x1
```

Was passiert nun, wenn der Anwendungsfaden anschließend auf einer anderen CPU eingeplant wird?

Fragen über Fragen

- Kann nun eine fehlerhafte Anwendung unser Betriebssystem blockieren?
- Ist unser implementiertes Schedulingverfahren *fair*?
- Unter welchen Umständen wäre es effizienter, den Timer abzuschalten (Stichwort *tickless*)?
- Sollen wir beim IPI in `Scheduler::kill` auf Antwort warten?