Betriebssysteme (BS)

VL 9.4 – Fadenverwaltung – Linux

Volkmar Sieh / **Daniel Lohmann**

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen Nürnberg

WS 20 – 11. Januar 2021

`https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS20/V_BS`

Agenda

- Einordnung
- Betriebssystemfäden
- Motivation
- Kooperativer Fadenwechsel
- Präemptiver Fadenwechsel
- Ablaufplanung
  - Grundbegriffe und Klassifizierung
  - unter Windows
  - unter Linux
- Zusammenfassung

Linux Scheduler: Historie

- Kernel < 2.2: Ring-Warteschlange mit Round Robin
  - kein SMP Support
  - keine Echtzeitprioritäten
- Kernel ≥ 2.2: Erster SMP-Support
  - Einführung von *scheduling classes*
- Kernel ≥ 2.4: O(n) Scheduler
  - Mehr Fairness durch Scheduler-Epochen
  - Miese Leistung auf SMP-Systemen
- Kernel ≥ 2.5: O(1) Scheduler
  - Effiziente Epochenverwaltung durch *active* und *expired* Listen
  - Per-Core *runqueues* mit Lastausgleich
  - Viele Heuristiken zur Bevorzugung interaktiver Anwendungen
- Kernel ≥ 2.6.23: *Completely Fair Scheduler (CFS)*
  - Schlanker Scheduler, der die Rechenzeit "ideal fair" verteilt
  - Hierarchisches Scheduling durch *scheduler groups*

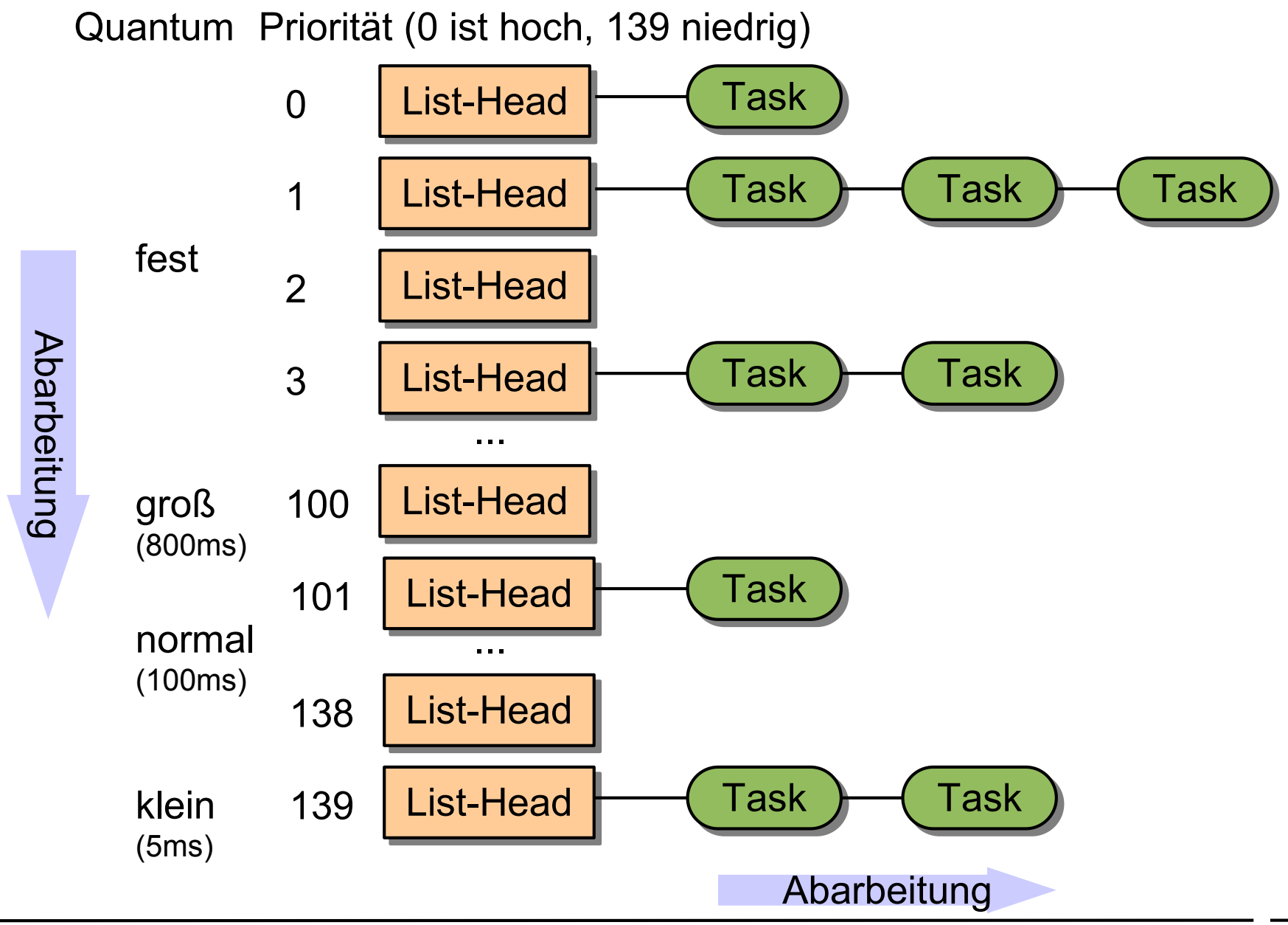
Linux *Tasks* ...

- sind die **Linux *Kernel*-Abstraktion** für ...
  - **UNIX Prozesse**: ein Kontrollfaden in einem Adressraum
  - **Linux *Threads***: spezieller Prozess, der sich seinen virtuellen Adressraum mit mindestens einem anderen *Thread* teilt
- sind die vom Scheduler betrachteten Aktivitäten

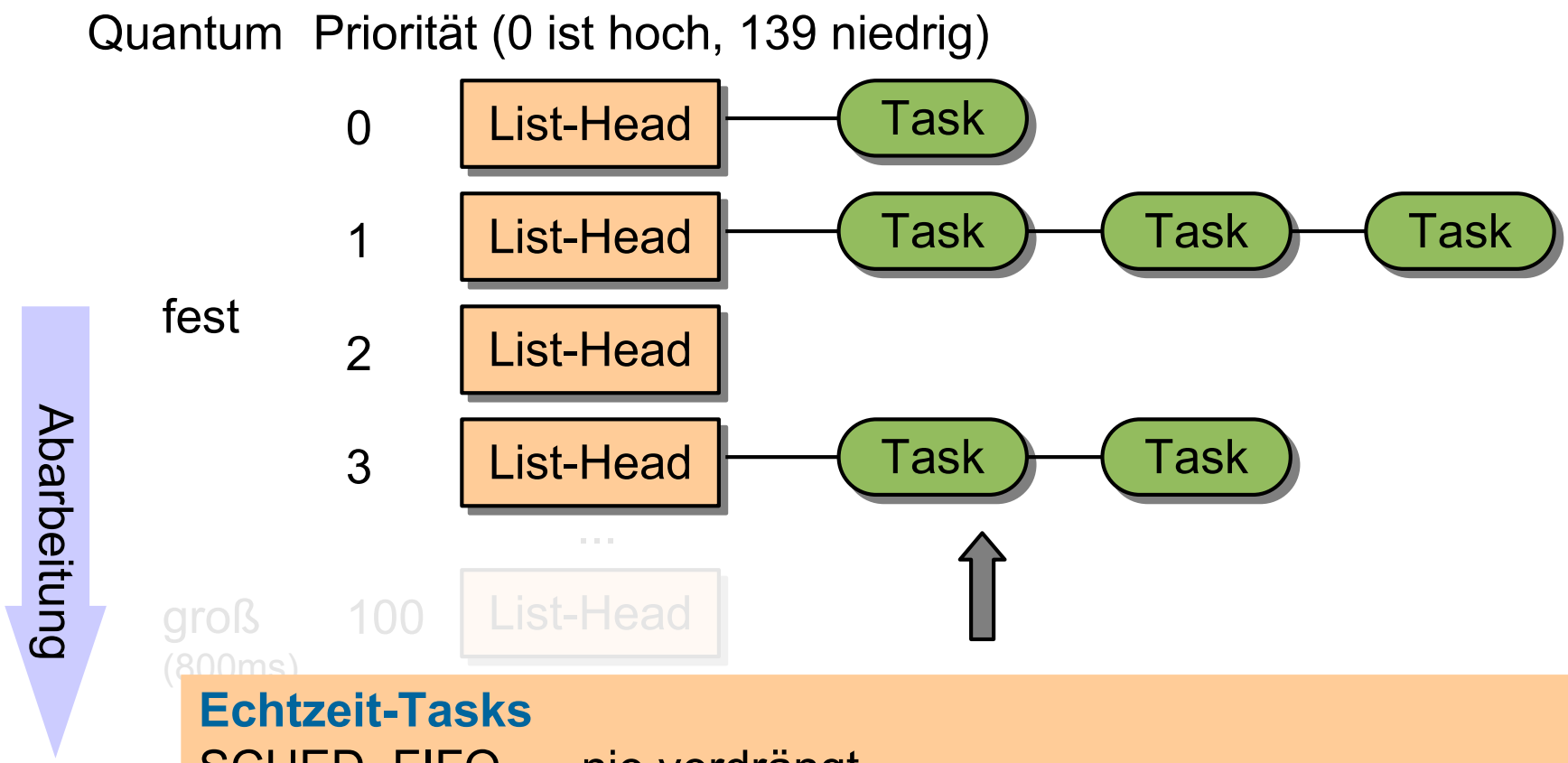
➔ ein Programm mit vielen Threads bekommt unter Linux mehr Rechenzeit als **ein** klassischer Prozess

- gleiches gilt allerdings auch für ein Programm mit einem Prozess und vielen Kindprozessen

Multi-Level Queues



Multi-Level Queues



Echtzeit-Tasks

SCHED_FIFO nie verdrängt

SCHED_RR verdrängt, wenn feste Zeitscheibe abgelaufen

Echtzeit-Tasks verdrängen jeden anderen normalen Task.

Durch die einfache Strategie kann das Verhalten in einer weichen Echtzeitumgebung recht gut vorhergesagt werden.

Abarbeitung

O(1) Scheduler: Multi-Level Queues

Quantum Priorität (0 ist hoch, 139 niedrig)

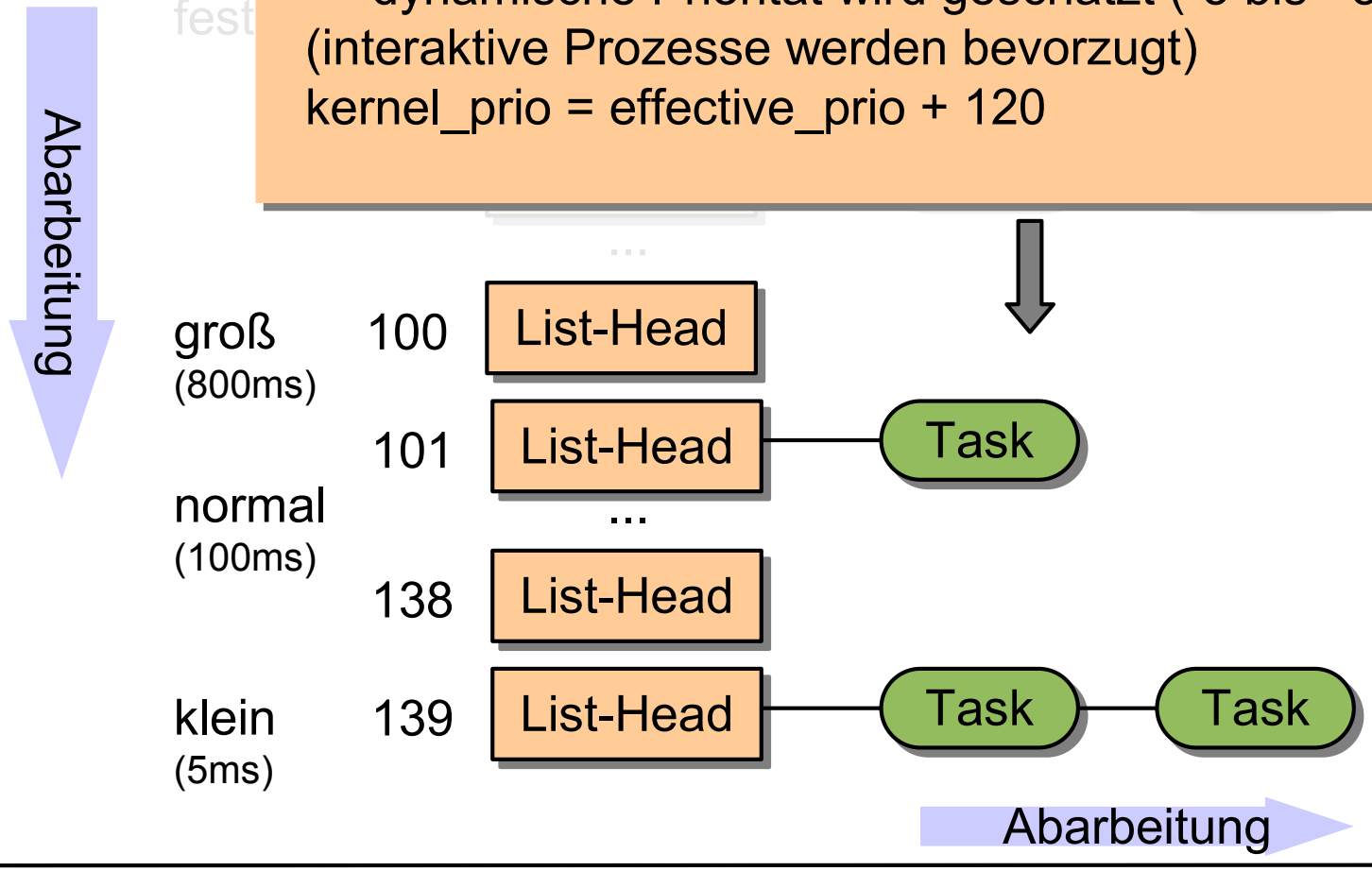
Gewöhnliche Tasks

effective_prio = static_prio + dynamic_prio

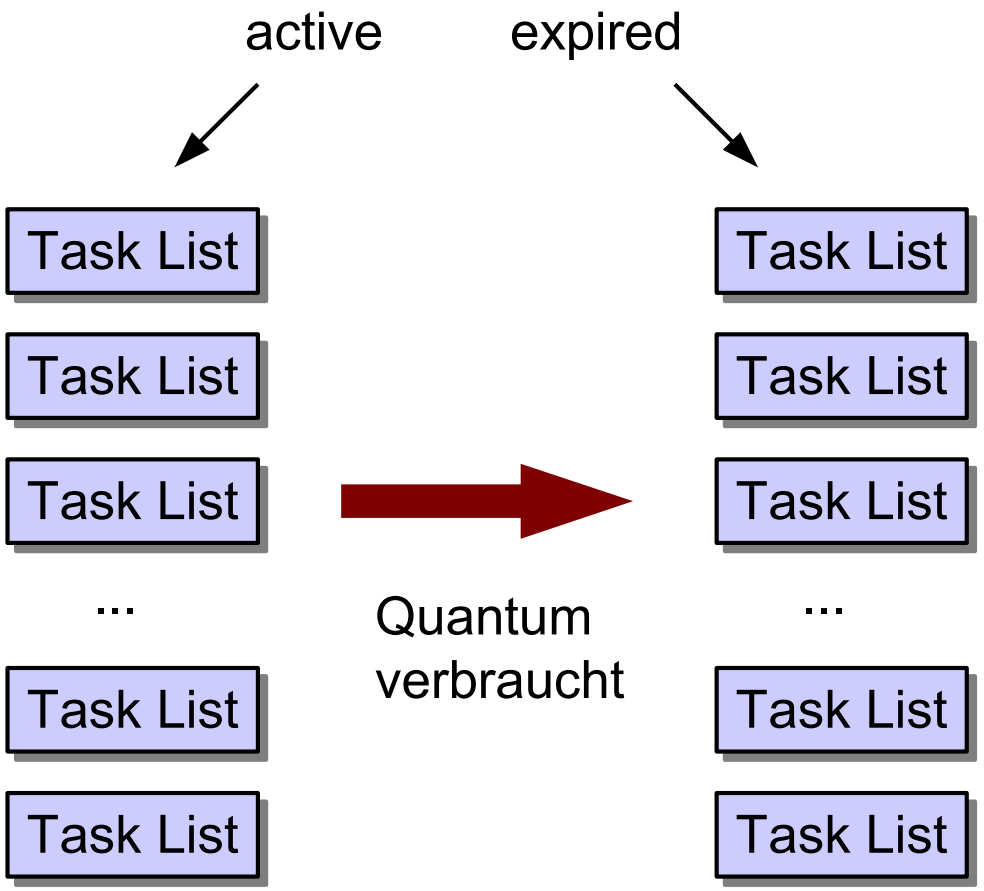
- statische Priorität entspricht dem nice value (-19 bis +20)
- dynamische Priorität wird geschätzt (-5 bis +5)

(interaktive Prozesse werden bevorzugt)

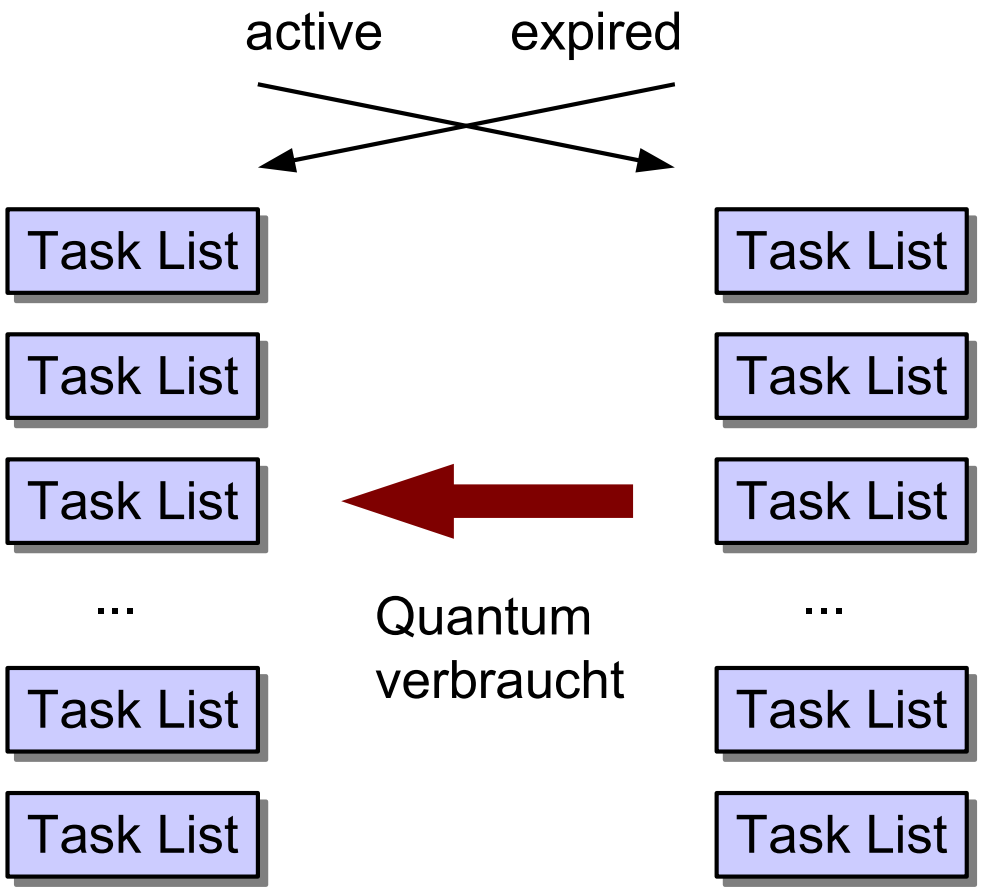
kernel_prio = effective_prio + 120



O(1) Scheduler: Active und Expired



O(1) Scheduler: Active und Expired



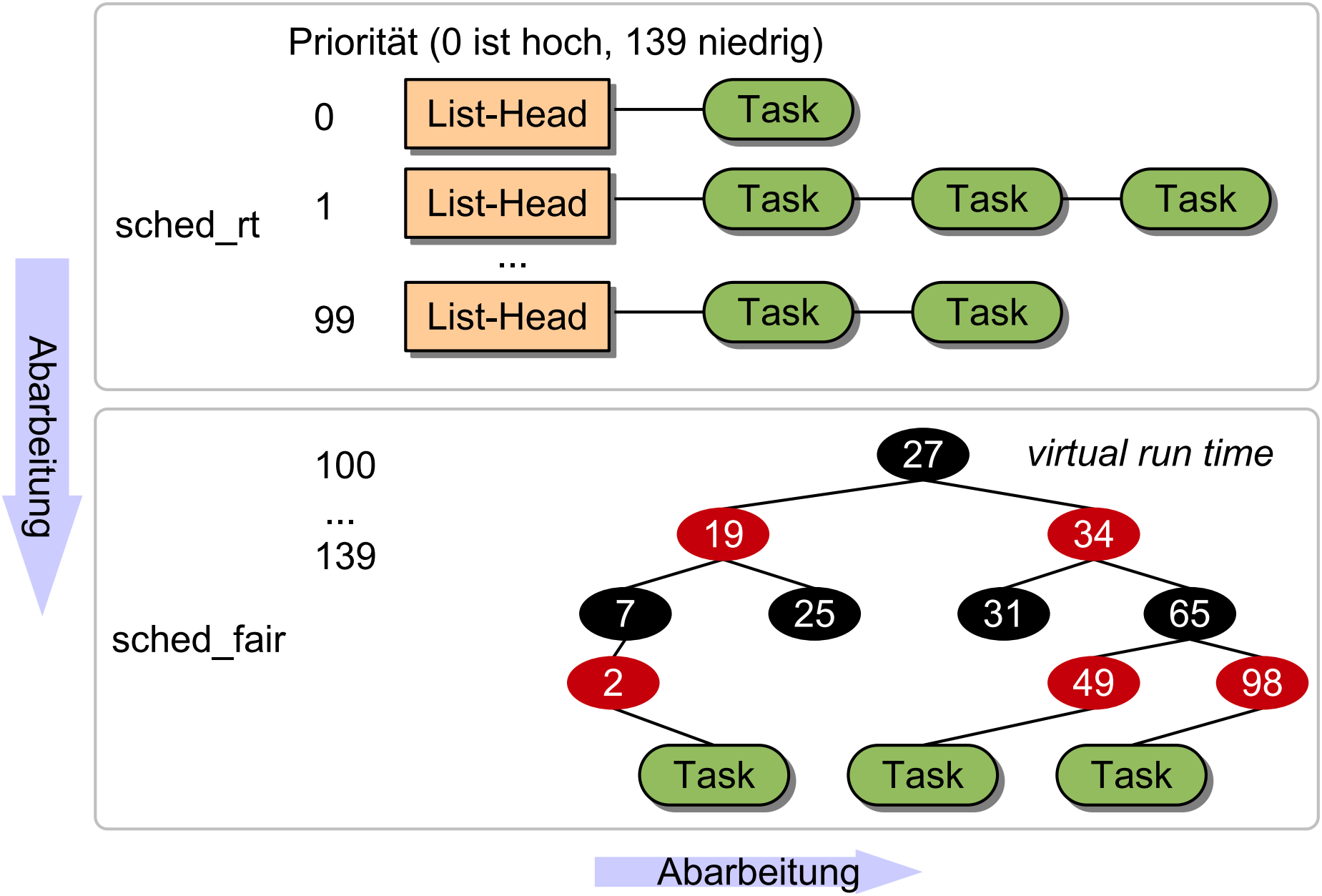
Fazit Linux O(1) Scheduler

- ***„interactive, probabilistic, online, preemptive, multiprocessor CPU scheduling“***
- Bevorzugung interaktiver Prozesse
  - schnelle Reaktion auf Eingaben
  - gleichzeitig Fortschrittgarantie für CPU-lastige Prozesse
- O(1) bei allen Operationen des Scheduler
  - Einfügen, Entfernen, Scheduling-Entscheidung
- Mehrprozessorunterstützung
  - Mehrere Bereit-Listen: Parallele Scheduler Ausführung
  - Keine Idle-Phasen (war ein Problem beim alten Linux Scheduler)
  - CPU-Lastausgleich

Completely Fair Scheduler (CFS)

- Ansatz: Ablaufbereite Tasks bekommen die Rechenzeit gleichmäßig ("fair") zugeteilt
  - bei *n* Tasks jeweils 1/*n*-tel der CPU-Leistung
  - hierarchische Zuteilung durch *scheduling groups*
- CFS läuft nur bei SCHED_NORMAL
  - Echtzeittask (SCHED_RR und SCHED_FIFO) wie bisher
  - ansonsten: Task mit *geringster* CPU-Zeit hat höchste Priorität
- Scheduling-Kriterium ist die bislang zugeteilte CPU-Zeit
  - Ready-Liste als Rot-Schwarz-Baum, sortiert nach der Zeit
  - Komplexität O(log *N*)
    (in der Praxis trotzdem effizienter als alter O(1)-Scheduler)
  - Prioritäten (im Sinne von nice) werden durch "schnellere/langsamere" Uhren abgebildet

Completely Fair Scheduler (CFS)



Fazit: Completly Fair Scheduler (CFS)

- ***„interactive, probabilistic, online, preemptive, multiprocessor CPU scheduling“***
- Keine direkte Bevorzugung interaktiver Prozesse
  - Fortschrittsgarantie für alle Prozesse
  - Im Vergleich zum O(1)-Scheduler: Besserstellung von Hintergrundprozessen
- O(log *n*) bei den meisten Operationen des Scheduler
  - Einfügen, Scheduling-Entscheidung
- Hierarchie durch *scheduling groups*
  - z.B. Fairness zwischen Benutzern: Eine Gruppe pro Benutzer
  - innerhalb der Gruppe: Fairness zwischen allen Mitgliedern
  - Benutzer kann weitere Gruppen erstellen, um "seinen Anteil" aufzuteilen

Agenda

Einordnung
Betriebssystemfäden
Motivation
Kooperativer Fadenwechsel
Präemptiver Fadenwechsel
Ablaufplanung
Zusammenfassung

Zusammenfassung

- *Threads* sind Koroutinen des Betriebssystems
  - BS hat Entzugsmechanismen
  - Strategie der Ablaufplanung wird als *Scheduling* bezeichnet
- *Scheduling* hat großen Einfluss auf die Performanz des Gesamtsystems, es legt fest, ...
  - welche Prozesse warten und welche voranschreiten
  - welche Betriebsmittel wie ausgelastet sind
- Es gibt verschiedenste Varianten des Scheduling
  - nur wenige Unterschiede bei gängigen PC/Workstation-Bestriebsystemen
  - eventuell aber starke Unterschiede in anderen Anwendungsdomänen