

# Betriebssysteme I

Hochschule München  
Fakultät für Informatik und Mathematik

Sommersemester 2011

Hans-Georg Eßer

[hans-georg.esser@hm.edu](mailto:hans-georg.esser@hm.edu)

<http://hm.hgesser.de/>

## Zur Vorlesung (2)

### Hilfreiche Vorkenntnisse:

- **C** – Grundlagen der Programmierung in C (oder C++, C#, Java)
- **Rechnerarchitekturen** – grober Aufbau eines Computers (Prozessor, Hauptspeicher, Peripherie etc.)
- **Unix-Shell** – Benutzung der Standard-Shell *bash* unter Linux → Bash-Crashkurs
- **Python** – Programme lesen können (für Praktikum: auch programmieren)

## Zur Vorlesung (1)

### Termine Betriebssysteme I

Vorlesung: Fr 10:00-11:30 Uhr

Praktikum (Gruppe 1): Fr 8:15- 9:45 Uhr

Praktikum (Gruppe 2): Fr 11:45-13:15 Uhr

### Web-Seite

<http://hm.hgesser.de/>

(Folien, Termine, sonstige Informationen)

## Zur Vorlesung (3)

### Praktikum:

- zwei Gruppen
  - Fr 8:15: Raum 2.009
  - Fr 11:45: Raum 1.009
- unter Linux
- Praktische Beispiele in **Python** und **C** umsetzen

Leistungsnachweis aus dem Praktikum ist  
**Zulassungsvoraussetzung** für die Klausur.

# Zur Vorlesung (4)

Sprechstunde: –

Fragen:

- direkt in der Vorlesung (Handzeichen)
- oder danach
- oder per E-Mail

Pausen: ja, ca. fünf Minuten in der Mitte

# Über den Dozenten

Hans-Georg Eßer

- Dipl.-Math. (RWTH Aachen, 1997)
- Dipl.-Inform. (RWTH Aachen, 2005)
- Chefredakteur einer Linux-Zeitschrift (seit 2000) und Autor diverser Linux-Bücher
- seit 2006 Lehraufträge an der Hochschule München: Betriebssysteme I (jetzt zum 4. Mal), Rechnerarchitektur, Informatik-Grundlagen
- Seit 2010 Doktorand an der Univ. Erlangen – Thema: Wie man das Fach „Betriebssysteme“ besser vermittelt...
- auf Wunsch: Betreuung von Abschlussarbeiten zum Thema Betriebssysteme

# Zur Vorlesung (5)

Termine

4 SWS, d. h.

- Vorlesung/Praktikum: je 15 x 90 min.  
18.03., 25.03., 01.04., 08.04., 15.04., 29.04., 06.05., 13.05.,  
20.05., 27.05., 03.06., 17.06., 24.06., 01.07., 08.07.  
(Ostern: 22.04., Pfingsten: 10.06.)

Service / Web-Seite

- Folien und Praktikumsaufgaben
- Vorlesungs-MP3s („test, test“)
- Probeklausur gegen Semesterende

```
Sep 19 14:20:18 amd64 sshd[20494]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61557
Sep 19 14:27:41 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 20 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[29278]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 20 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 20 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[30133]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 20 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 20 12:46:44 amd64 sshd[6516]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62004
Sep 20 12:46:44 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 20 12:48:41 amd64 sshd[6609]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62105
Sep 20 12:54:44 amd64 sshd[6694]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62514
Sep 20 15:27:35 amd64 sshd[9077]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64242
Sep 20 15:27:35 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 20 16:37:11 amd64 sshd[10102]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63375
Sep 20 16:37:11 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 20 16:38:10 amd64 sshd[16340]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63546
Sep 21 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[17051]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 21 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 21 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[17873]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 21 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 21 17:43:26 amd64 sshd[10888]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61897
Sep 21 17:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 21 17:53:39 amd64 sshd[11849]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64391
Sep 21 18:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 21 19:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 22 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[46741]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 22 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 22 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[54951]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 22 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 22 20:23:21 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 23 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[24739]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 23 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 23 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[25551]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 23 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 23 18:04:05 amd64 sshd[5846]: Accepted rsa for esser from ::ffff:192.168.1.5 port 59771 ssh2
Sep 23 18:04:05 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 23 18:04:34 amd64 sshd[6606]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62093
Sep 24 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[12451]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 24 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 24 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[13251]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 24 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 24 11:15:48 amd64 sshd[2081]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64456
Sep 24 11:15:48 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 24 13:49:08 amd64 sshd[23197]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61330
Sep 24 13:49:08 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 24 15:42:07 amd64 kernel: snd_seq_midl event: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 15:42:07 amd64 kernel: snd_seq_oss: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 15:42:07 amd64 kernel: snd_seq_oss: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 20:25:31 amd64 sshd[29399]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62566
Sep 24 20:25:31 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 25 01:00:02 amd64 /usr/sbin/cron[6662]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 25 01:00:02 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 25 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[1484]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > *30d")
Sep 25 02:00:02 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 25 10:59:25 amd64 sshd[8889]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64183
Sep 25 10:59:25 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 25 10:59:25 amd64 sshd[8921]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64253
Sep 25 11:30:02 amd64 sshd[9372]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62029
Sep 25 11:59:25 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 25 14:05:37 amd64 sshd[11554]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62822
Sep 25 14:05:37 amd64 syslog-ng[7653]: SPATS: dropped 0
Sep 25 14:06:10 amd64 sshd[11586]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62951
Sep 25 14:07:17 amd64 sshd[11608]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63392
Sep 25 14:08:33 amd64 sshd[11630]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63709
Sep 25 15:25:33 amd64 sshd[12930]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62778
```

# 1. Einführung / Motivation

## Wofür Betriebssysteme?

„Klicken Sie auf Schließen.“

- VHS-Kurs Windows, Linux etc.?
  - Nicht: „Wie bediene ich ... ?“, sondern:  
„Wie und warum funktioniert ... intern?“
  - Konsequenzen für Anwendungsentwickler
  - Sicherheitsprobleme
  - Auswahl eines geeigneten Betriebssystems
- ... und das Thema ist auch an sich spannend

## Aufgaben von Betriebssystemen (2)

- Schützt Hardware vor direkten Zugriffen  
(→ defekte oder bösartige Software)
- Befreit Software vom Zwang, die Hardware im Detail zu kennen
- Zulassen mehrerer Benutzer und Abgrenzung (Multi-user)
- Parallelbetrieb mehrerer Anwendungen (Multi-tasking): faire Aufteilung der Ressourcen

## Aufgaben von Betriebssystemen (1)

- Abstraktionsschicht zwischen Hardware und Programmen (→ virtuelle Maschine)
- Verwaltung der vorhandenen Ressourcen
- Einheitlicher Zugriff auf Geräte einer groben Kategorie, z. B.:
  - *Datenträger* (Plattenpartition, CD, DVD, Diskette, USB-Stick, Netzwerk-Volume)
  - *Drucker* (PostScript-Laser, Etikettendrucker, Billig-Tintenstrahler, ...)

## Aufgaben von Betriebssystemen (3)

- Virtualisierung des Speichers
  - Anwendungen müssen nicht wissen, wo sie im Hauptspeicher liegen
  - Speicher über phys. RAM hinaus verfügbar (Swap etc.)

## Beispiele (1)

### Desktop-PC – die Standardaufgabe, Intel & Co.

- Anwendungsprogramme (Office, Grafik, kaufmännische Software etc.)
- Internet-Zugang und Web-basierte Anwendungen (WWW, E-Mail, File Sharing, ...)
- Datenbank-Client
- Software-Entwicklung
- Multimedia



## Beispiele (3)

### Industrieanwendungen

- Robotersteuerung
- automatische Navigation
- Temperaturregelung
- Motorenkontrolle
- Herzschrittmacher



Bild: Wikipedia, KUKA Schweißanlagen

→ **Echtzeit-Betriebssysteme**  
(real time operating systems)

## Beispiele (2)

### Server-PC

Häufig ähnliche Hardware wie Desktop-PC, aber ganz andere Einsatzgebiete:

- Web- / FTP- / Mail-Server (Internet oder Intranet)
- Datenbank-Server
- „Number Crunching“ bzw. High Performance Computing (oft: Cluster)

## Beispiele (4)

### Embedded systems (ohne Echtzeit-Ansprüche)

- Mobiltelefone, PDAs, mobile MP3/Video-Player
- Fernseher, Videorekorder, DVD-Player
- DSL-WLAN-Router (mit Firewall etc.)
- Taschenrechner
- Videospiele-Konsolen
- Geldautomaten

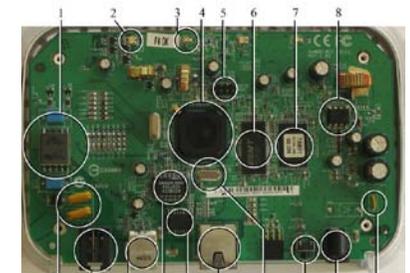


Foto: Wikipedia  
(Mike1024)

# Software-Entwicklung (1)

Beim Programmieren tauchen häufig Probleme in zwei Bereichen auf:

- **Zuverlässigkeit**  
Software tut nicht das, was sie soll;  
unerwartetes Verhalten;  
mangelnde Fehlertoleranz
- **Sicherheit**  
Software ist nicht geschützt vor Angriffen durch Dritte

```
Sep 19 14:20:18 amd64 sshd[20494]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61557
Sep 19 14:27:41 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[29278]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 20 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[30103]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > "30d")
Sep 20 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 12:46:44 amd64 sshd[6516]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62004
Sep 20 12:46:44 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 12:48:41 amd64 sshd[6609]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62105
Sep 20 12:54:44 amd64 sshd[6694]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62514
Sep 20 13:27:35 amd64 sshd[9077]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64242
Sep 20 15:27:35 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 16:37:11 amd64 sshd[10102]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63375
Sep 20 16:37:11 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 20 16:38:10 amd64 sshd[10140]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63546
Sep 21 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[17955]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 21 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[19879]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > "30d")
Sep 21 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 17:43:26 amd64 sshd[31088]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63397
Sep 21 17:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 17:53:19 amd64 sshd[31269]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64391
Sep 21 18:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 21 19:43:26 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 22 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[4674]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 22 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 22 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[5499]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > "30d")
Sep 22 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 22 20:23:21 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[24735]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 23 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[29555]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > "30d")
Sep 23 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 18:04:05 amd64 sshd[6554]: Accepted publickey for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62971
Sep 23 18:04:05 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 23 18:04:14 amd64 sshd[6606]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62093
Sep 24 01:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[129436]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 24 01:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[13253]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > "30d")
Sep 24 02:00:01 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 11:15:48 amd64 sshd[20998]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64456
Sep 24 11:15:48 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 13:49:08 amd64 sshd[23197]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 61330
Sep 24 13:49:08 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 15:42:07 amd64 kernel: snd_seq_midi_event: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 15:42:07 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 24 20:25:31 amd64 kernel: snd_seq_oss: unsupported module, tainting kernel.
Sep 24 20:25:31 amd64 sshd[29399]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62566
Sep 24 20:29:33 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 01:00:02 amd64 /usr/sbin/cron[662]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "severity=DEBUG")
Sep 25 01:00:02 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 02:00:01 amd64 /usr/sbin/cron[1484]: (root) CMD (/sbin/evlogmgr -c "age > "30d")
Sep 25 02:00:02 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 10:59:25 amd64 sshd[8889]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64183
Sep 25 10:59:25 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 10:59:47 amd64 sshd[8921]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 64253
Sep 25 11:30:02 amd64 sshd[9372]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62029
Sep 25 11:30:02 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 11:59:25 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 14:05:37 amd64 sshd[11541]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62822
Sep 25 14:05:37 amd64 syslog-ng[7653]: STATS: dropped 0
Sep 25 14:06:10 amd64 sshd[11561]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62951
Sep 25 14:07:17 amd64 sshd[11608]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63392
Sep 25 14:08:13 amd64 sshd[11630]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 63709
Sep 25 15:25:33 amd64 sshd[12930]: Accepted rsa for esser from ::ffff:87.234.201.207 port 62778
```

## Gliederung

# Software-Entwicklung (2)

Funktionsweise des Betriebssystems nicht klar  
→ fehlerhaft programmierte Anwendungen, z. B.

- Race Conditions
- Buffer Overflows

Darum verstehen und lernen, wie Betriebssystem intern arbeitet

## Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. I/O-Systeme

## 2. Prozesse und Threads (1)

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

### Prozess:

Programm, das in den Speicher geladen wurde und ausgeführt wird / werden soll

Mehr als nur der Programmcode:

- Eigene Daten
- Stack
- Programmzähler
- Umgebung

## 3. Interrupts

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

- Verschiedene Interrupt-Typen
  - Hardware Interrupts
  - Software Interrupts (Trap)
  - Exceptions (z. B. Division 1/0, Zugriff auf falsche Adresse)
- Interrupt Handler

## 2. Prozesse und Threads (2)

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

### Thread:

Ähnlich wie Prozess, aber:

- mehrere Threads greifen auf gleichen Speicher zu
- Thread-Verwaltung nicht unbedingt im Kernel (→ weniger Verwaltungs-Overhead)
- User level / Kernel level

## 4. Scheduler

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

- Rechenzeit an Prozesse verteilen
- Scheduling-Prinzipien: präemptiv, kooperativ
- Scheduling-Verfahren: Round Robin Scheduler, Priority Scheduler, Shortest Job First Scheduler etc.
- Was passiert beim Prozesswechsel?

## 5. Synchronisation und Deadlocks

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

- Parallele Threads / Prozesse
- Zugriff auf gemeinsame Daten
- Kritische Abschnitte, gegenseitiger Ausschluss
- Synchronisationsmethoden: Mutex, Semaphor, ...
- Wann / wie kommt es zu Deadlocks (Blockaden)?
- Wie vermeidet man Deadlocks?

## 6. ... und Dateisysteme

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

### Schwerpunkt: Dateisysteme

- Klassische Dateisysteme (CP/M, MS-DOS)
- Moderne Dateisysteme (Windows NT/XP/Vista, Linux)
- Theorie und Praxis

### I/O-Systeme

- memory-mapped I/O

## 6. Speicherverwaltung ...

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

- Veraltete und moderne Ansätze für Speichernutzung
- Virtualisierung des Speichers
- Paging / Seitenwechselverfahren
- Seitenersetzungsstrategien

## 7. I/O-Systeme

### Gliederung

1. Einleitung
2. Prozesse und Threads
3. Interrupts
4. Scheduler
5. Synchronisation und Deadlocks
6. Speicherverwaltung und Dateisysteme
7. Datei- und I/O-Systeme

### Zugriff auf Hardware:

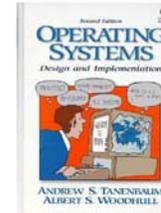
- memory-mapped I/O

# Linux

- Offene Kernel-Quellen:
  - nachlesen, wie etwas geht
  - ändern, was nicht gefällt
- Etabliertes Standardsystem für sehr viele Plattformen (PC Desktop / Server, Embedded etc.)
- läuft auch im Praktikumsraum



# Literatur (1)



**Operating Systems**  
Design and Implementation  
(Tanenbaum, Woodhull)  
Prentice Hall  
(englisch)



**Betriebssysteme**  
Ein Lehrbuch mit Übungen zur Systemprogrammierung in Unix/Linux (Ehses et al.)  
ISBN 3-8273-7156-2  
Pearson Studium, 30 Euro

# Windows?

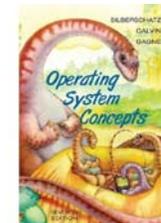
- evtl. auch Windows in dieser Vorlesung
- Kein Windows in der Prüfung
- Falls wir hier kein Windows machen:
  - Bei Interesse: z. B. Folien Prof. Schnörr  
<http://www.lrz.de/~schoerr/>
  - Parallele Veranstaltung:  
Vorlesung Prof. Vogt,  
[http://w3-o.cs.hm.edu/~vogt/os/os\\_index.htm](http://w3-o.cs.hm.edu/~vogt/os/os_index.htm)  
(aber für die meisten keine Wahlmögl.)



# Literatur (2)



**Operating Systems**  
Internals and Design Principles  
(Stallings)  
Prentice Hall, ca. 80 Euro  
(englisch)



**Operating System Concepts**  
(Silberschatz, Galvin, Gagne)  
Wiley, ca. 52 Euro  
(englisch)