

Betriebssysteme (BS)

VL 14 – Zusammenfassung und Ausblick

Daniel Lohmann

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen Nürnberg

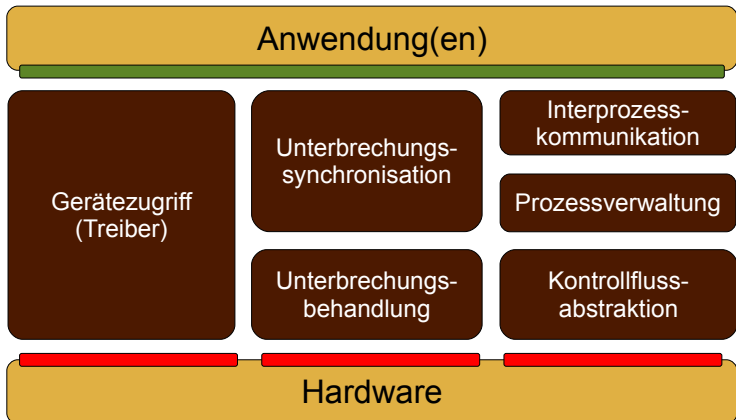
WS 10 – 9. Februar 2011



http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Lehre/WS10/V_BS

- **Vertiefen** des Wissens über die interne Funktionsweise von Betriebssystemen
 - Ausgangspunkt: Systemprogrammierung
 - Schwerpunkt: Nebenläufigkeit und Synchronisation
- **Entwickeln** eines Betriebssystems *von der Pike auf*
 - OOSTuBS / MPSTuBS (neu!) Lehrbetriebssysteme
 - **Praktische** Erfahrungen im Betriebssystembau machen
- **Verstehen** der technologischen Hardware-Grundlagen
 - PC-Technologie verstehen und einschätzen können
 - Schwerpunkt: Intel x86 / IA-32





VL₁ *Einführung*

VL₂ *BS-Entwicklung*

VL₃ *IRQs (Hardware)*

VL₄ *IRQs (Software)*

VL₅ *IRQs (Synchronisation)*

VL₆ *Intel IA-32*

VL₇ *Koroutinen und Fäden*

VL₈ *Scheduling*

VL₉ *BS-Architekturen*

VL₁₀ *Fadensynchronisation*

VL₁₁ *PC Bussysteme*

VL₁₂ *Gerätetreiber*

VL₁₃ *IPC*



1. Ein Streifzug durch die PC-Architektur

VL₁ *Einführung*

VL₂ *BS-Entwicklung*

VL₃ *IRQs (Hardware)*

VL₄ *IRQs (Software)*

VL₅ *IRQs (Synchronisation)*

VL₆ *Intel IA-32*

VL₇ *Koroutinen und Fäden*

VL₈ *Scheduling*

VL₉ *BS-Architekturen*

VL₁₀ *Fadensynchronisation*

VL₁₁ *PC Bussysteme*

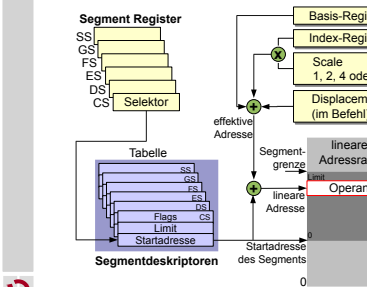
VL₁₂ *Gerätetreiber*

VL₁₃ *IPC*



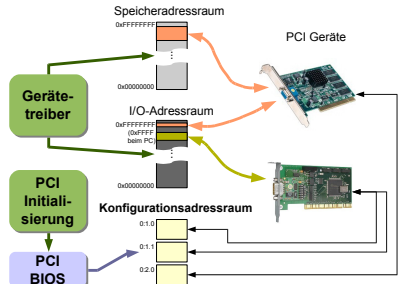
1. Ein Streifzug durch die PC-Architektur

IA-32: Protected Mode – Segmente



dl Betriebssysteme (VL 6 | WS 10) IA-32

Interaktion mit PCI Geräten



dl Betriebssysteme (VL 11 | WS 10) PC-Bussysteme

11 – 10

2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen

VL₁ *Einführung*

VL₂ *BS-Entwicklung*

VL₃ *IRQs (Hardware)*

VL₄ *IRQs (Software)*

VL₅ *IRQs (Synchronisation)*

VL₆ *Intel IA-32*

VL₇ *Koroutinen und Fäden*

VL₈ *Scheduling*

VL₉ *BS-Architekturen*

VL₁₀ *Fadensynchronisation*

VL₁₁ *PC Bussysteme*

VL₁₂ *Gerätetreiber*

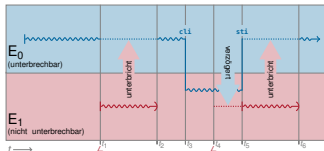
VL₁₃ *IPC*



2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen

Prioritätsebenenmodell

- Kontrollflüsse können die Ebene wechseln
 - Mit **cli** **wechselt** ein E_0 -Kontrollfluss explizit auf E_1
 - er ist ab dann nicht mehr unterbrechbar
 - andere E_1 -Kontrollflüsse werden verzögert ($\leftrightarrow$ Sequentialisierung)
 - Mit **sti** **wechselt** ein E_1 -Kontrollfluss explizit auf E_0
 - er ist ab dann (wieder) unterbrechbar
 - anhängige E_1 -Kontrollflüsse „schlagen durch“ ($\leftrightarrow$ S)



dl Betriebssysteme (VL 5 | WS 10)

Unterbrechungen, Synchronisation – Prioritätsebenenmodell

Erweitertes Prioritätsebenenmodell

- Kontrollflüsse auf E_l werden
 1. **jederzeit unterbrochen** durch Kontrollflüsse von E_m (für $m > l$)
 2. **nie unterbrochen** durch Kontrollflüsse von E_k (für $k \leq l$)
 3. **jederzeit verdrängt** durch Kontrollflüsse von E_l (für $l = 0$)



Kontrollflüsse der E_0 (Fadenebene) sind **verdrängbar**.

Für die Konsistenzsicherung auf dieser Ebene brauchen wir zusätzliche **Mechanismen** zur **Fadensynchronisation**.



dl Betriebssysteme (VL 10 | WS 10)

Fadensynchronisation – Prioritätsebenenmodell mit Fäden

10 – 10



2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen



The diagram illustrates the architecture of the 'machine' layer, organized into two main horizontal sections: 'thread' and 'object'.

Thread Layer:

- Machine Level:** CPU, IO_Port, Key, Keyboard_Controller, PIT.
- Thread Level:** toc, Dispatcher, Coroutine, Scheduler, Entrant, Organizer, Customer, Waitingroom, Semaphore, Buzzer, Thread, Application, ...

Object Layer:

- Object Level:** Chain, Queue, List, Bellringer, Bell, Stringbuffer, O_Stream, CGA_Screen, PIC, Plugbox, Locker, Guard, Secure, Gate, Keyboard, Panic, Watch, CGA_Stream, Random.

Relationships and Interactions:

- Thread to Thread:**
 - Organizer → Scheduler → Dispatcher → Coroutine
 - Customer → Entrant
 - Entrant → Scheduler
 - Thread → Application
- Thread to Object:**
 - Entrant → Queue
 - Queue → Chain
 - Chain → Queue
 - Chain → Stringbuffer
 - Chain → O_Stream
 - Chain → Gate
 - Chain → Keyboard
 - Chain → Watch
 - Chain → CGA_Stream
 - Chain → CGA_Screen
 - Chain → PIC
 - Chain → Plugbox
 - Chain → PIT
 - Chain → Random
- Object to Object:**
 - Queue → List
 - List → Bellringer
 - Bellringer → Bell
 - Bell → O_Stream
 - O_Stream → Stringbuffer
 - Stringbuffer → CGA_Screen
 - Gate → Keyboard
 - Gate → Panic
 - Gate → Watch
 - Gate → CGA_Stream
 - Gate → CGA_Screen
 - Gate → PIC
 - Gate → Plugbox
 - Gate → PIT
 - Gate → Random
 - Gate → Guard
 - Gate → Locker
 - Gate → Secure
 - Gate → Buzzer
 - Gate → Semaphore
 - Gate → Waitingroom
 - Gate → Customer
 - Gate → Organizer
 - Gate → Scheduler
 - Gate → Dispatcher
 - Gate → Coroutine
 - Gate → toc
 - Gate → CPU
 - Gate → IO_Port
 - Gate → Key
 - Gate → Keyboard_Controller
 - Gate → PIT
 - Gate → Random



3. BS-Konzept allgemein und am Beispiel (Windows/Linux)

VL₁ *Einführung*

VL₂ *BS-Entwicklung*

VL₃ *IRQs (Hardware)*

VL₄ *IRQs (Software)*

VL₅ *IRQs (Synchronisation)*

VL₆ *Intel IA-32*

VL₇ *Koroutinen und Fäden*

VL₈ *Scheduling*

VL₉ *BS-Architekturen*

VL₁₀ *Fadensynchronisation*

VL₁₁ *PC Bussysteme*

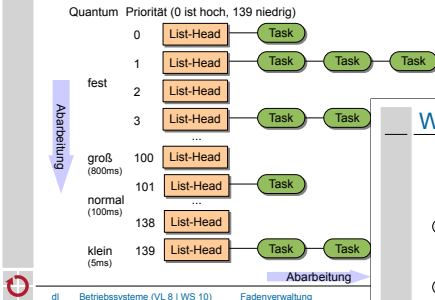
VL₁₂ *Gerätetreiber*

VL₁₃ *IPC*

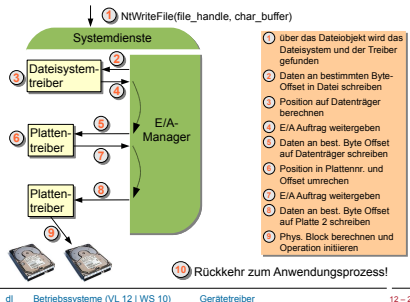


3. BS-Konzept allgemein und am Beispiel (Windows/Linux)

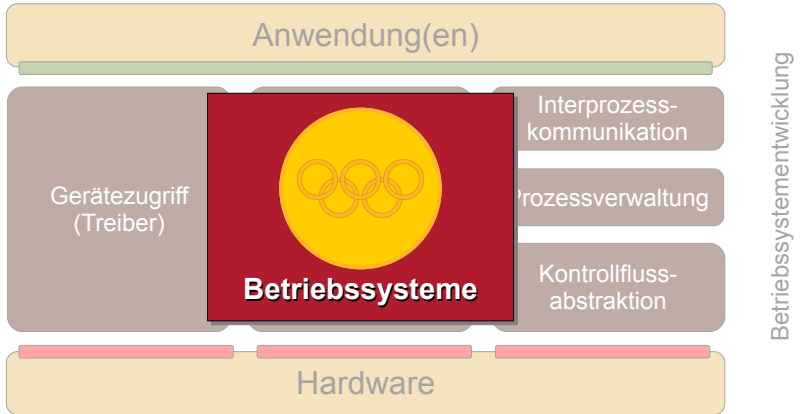
Multi-Level Queues



Windows – typischer E/A-Ablauf



Zusammen eine ganze Menge!



Es fehlt noch eine ganze Menge...

- Speicherverwaltung und Prozesskonzept
- Dateisystem und Programmlader
- Netzwerk und TCP/IP
- ...



Es fehlt noch eine ganze Menge...

- Speicherverwaltung und Prozesskonzept
- Dateisystem und Programmlader
- **Netzwerk und TCP/IP**
- ...



Es fe

Speic

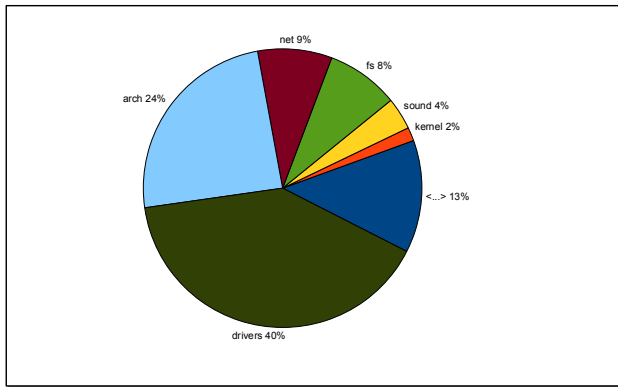
Datei

Netz

...

Bedeutung von Gerätetreibern (1)

- Anteil an Treibercode im (halbwegs) aktuellen Linux



dl

Betriebssysteme (VL 12 | WS 10)

Gerätetreiber

12 – 6



dl

Betriebssysteme (VL 14 | WS 10)

14 Zusammenfassung und Ausblick – Ziele und Zielerreichung

14 – 6

Es fehlt noch eine ganze Menge...

- Speicherverwaltung und Prozesskonzept
- Dateisystem und Programmlader
- **Netzwerk und TCP/IP**
- ...

Beispiel Linux [4]

Aug 91 Linux 0.01: bash, Dateisystem

Jan 92 Linux 0.12: Virtueller Speicher (Paging)

Mär 92 Linux 0.95: X-Windows, Unix Domain Sockets
(jetzt fehlte nur noch Netzwerk!)

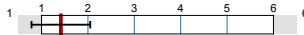
Mär 94 Linux 1.00: **Netzwerk und TCP/IP**





Evaluationsergebnisse

Globalindikator



mw=1.42
s=0.63

Vorlesung im Allgemeinen



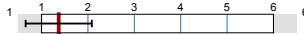
mw=1.53
s=0.62

Didaktische Aufbereitung



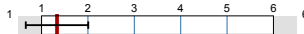
mw=1.52
s=0.66

Persönliches Auftreten des Dozenten



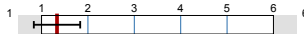
mw=1.37
s=0.71

Verwendete Hilfsmittel



mw=1.33
s=0.67

Gesamteindruck



mw=1.33
s=0.5

Vergleich mit den Vorjahren

■ WS 10:	n=9	(29%)	mw=1.42
■ WS 09:	n=19	(100%)	mw=1.34
■ WS 08:	n=7	(27%)	mw=1.41
■ WS 07:	n=16	(50%)	mw=1.39



Die evtl. zusätzlich angebotenen Tutorien (nicht die regulären Übungen!) sind

Zielsetzungen, Struktur und Schwerpunkte des Vorlesungsinhalts sind:

Der Umfang des Stoffes ist:

Der Schwierigkeitsgrad des Stoffes ist:

Zusammenhänge und Querverbindungen zu anderen Studieninhalten werden deutlich aufgezeigt.

Der dargebotene Stoff ist nachvollziehbar, es ist genügend Zeit zum Mitdenken vorhanden.

Der rote Faden ist stets erkennbar.

Der Bezug zu Übungen und Prüfungsanforderungen wird hergestellt.

Der Präsentationsstil des Dozenten ist:

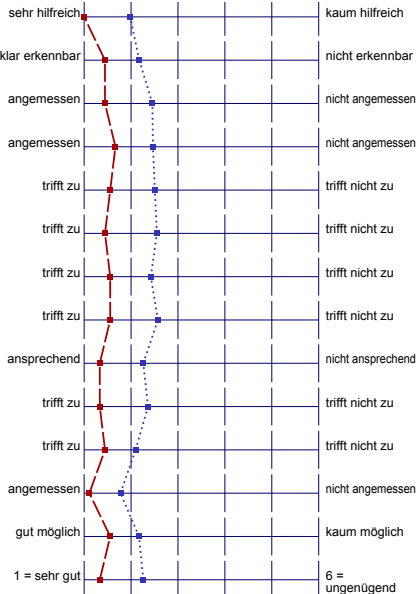
Der Dozent weckt das Interesse am Stoff.

Der Dozent vergewissert sich, dass der Stoff verstanden wurde und geht gut auf Zwischenfragen ein.

Der Einsatz von Medien (Tafel, Overhead-Projektor, Beamer, etc.) ist:

An Hand des zur Verfügung gestellten Begleitmaterials und der Literaturhinweise sind Vor- und Nachbereitung:

Insgesamt bewerte ich die Vorlesung mit der Note:



- **An der Lehrveranstaltung gefällt mir besonders**
 - Ausgedruckte Folien, Vorstellung der Implementierungen in verschiedenen Betriebssystemen (wenn auch manchmal etwas zu ausführlich)
 - Top Veranstaltung! Gefiel mir sehr gut!
 - guter Dozent! Stoff gut dargestellt! Zusammenhaenge und Praxisbezug werden hergestellt
 - praktisch Orientiert, viel über Geschichtliches
 - super Veranstaltung, klasse Dozent, der trotz der fruehen Uhrzeit und der immer weniger werdenden anwesenden Studenten das Interesse am Stoff wecken kann. Anspruchsvoller Stoff, keine Frage, aber trotzdem immer gut und verstaendlich erklart.



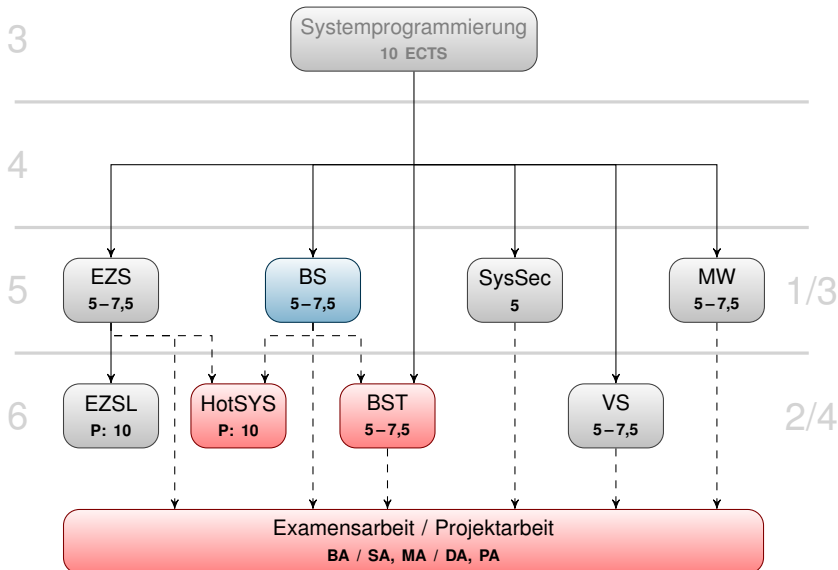
■ An der Lehrveranstaltung **gefällt mir weniger**

- (bis jetzt) nichts über Dateisysteme, es sollte kurz der Aufbau eines Massenspeichermediums und dessen Verwendung angesprochen werden
- Der Termin.
- Die Vorlesung könnte teilweise etwas mehr in die Tiefe gehen, da einiges (z.b. scheduling) schon aus SP bekannt ist (bzw. sein sollte).
- Viel zu frueh.

■ Weiterhin möchte ich **anmerken**

- Freue mich schon auf weitere Veranstaltungen im Master vom Lehrstuhl 4
- Gerne noch mehr kleine Exkurse (historische Gegebenheiten, Fehler etc. - warum ist es so, wie es ist?), denn diese waren meiner Ansicht nach sehr interessant.
- für mich bis jetzt die interessanteste Vorlesung in meinem Studium





Betriebssystemtechnik

Betriebssysteme

Federgewichtsprozesse

Synchronisation

Gastsystem

Softwaretechnik

Variabilität

Programmfamilie

Wiederverwendbarkeit



Fallstudie: Fadenbaugruppe

Operationsprinzip [1, 3]

- statisch konfigurierbar und ggf. dynamisch änderbar in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsfall auslegen

Informationsstruktur $\mapsto$ Fäden, Fortsetzung

- invariant zu haltender Prozessorstatus beim Warten
 - kontextabhängig $\leadsto$ mehrere Gewichtsklassen
 - min. Befehlszähler (PC), max. kompletter Registersatz
- problemspezifisch ausgeprägte Aktivitätsträger
 - Makro, Prozedur, Methode, Koroutine, Faden
 - gemeinsam bzw. allein benutzter Laufzeitstapel

Kontrollstruktur $\mapsto$ Einplanung, Koordinierung

- nicht verdrängend, ggf. aber unterbrechend arbeitend
- verdrängend arbeitend: verzögert, unverzögert

Fadenfamilie



Anwendung

Pthreads Bibliothek

Stammbetriebssystem

Anwendung

Pthreads API

Pthreads Subsystem

Stammbetriebssystem



Anwendung

Pthreads API

LUXE

Stammbetriebssystem

Anwendung

Pthreads API

Fadenverwaltung

Betriebsmittelzugriff

Auftragseinplanung

Ablaufsteuerung

Kontrollflusswechsel

Stammbetriebssystem



Nomen est omen...

Bausatz folgerichtiger Betriebssystemanbauteile $\models$ LUCSE

logical (dt. folgerichtig)

unit (dt. Anbauteil)

construction-set (dt. Bausatz)

environment (dt. Ausstattung)

$(CS \mapsto X) \leadsto LUXE$

in bester Tradition mit Multics und Unix: $(\text{Multi} \mapsto \text{Uni}) \cup (\text{cs} \mapsto \text{x})$



Zur Zeit im Angebot:

- 19 Bachelorarbeiten
- 9 Masterarbeiten
- 12 Studienarbeiten
- 12 Diplomarbeiten
- Projektarbeiten ~→ in der Mache (bei Bedarf fragen)

<http://www4.informatik.uni-erlangen.de/DE/Theses/>



Das war's :-)

Das Lehrstuhl 4 BS-Team wünscht **erfolgreiche** und **erholungsreiche** "Semesterferien"

... und ein Wiedersehen
im Sommersemester 2011!



- [1] Wolfgang K. Giloi. *Rechnerarchitektur*. Berlin Heidelberg u.a.: Springer-Verlag, 1993. ISBN: 3-540-56355-5.
- [2] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. *IEEE Std 1003.1c-1995 Thread Extensions*. New York, NY, USA, 1995.
- [3] Wolfgang Schröder-Preikschat. *Betriebssysteme — Grundlagen, Entwurf, Implementierung*. Springer, 2009.
- [4] Linus Torvalds and David Diamond. *Just for Fun: The Story of an Accidental Revolutionary*. HarperCollins, 2001. ISBN: 978-0066620725.

