

Betriebssysteme (BS)

VL 14 – Zusammenfassung und Ausblick

Daniel Lohmann

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

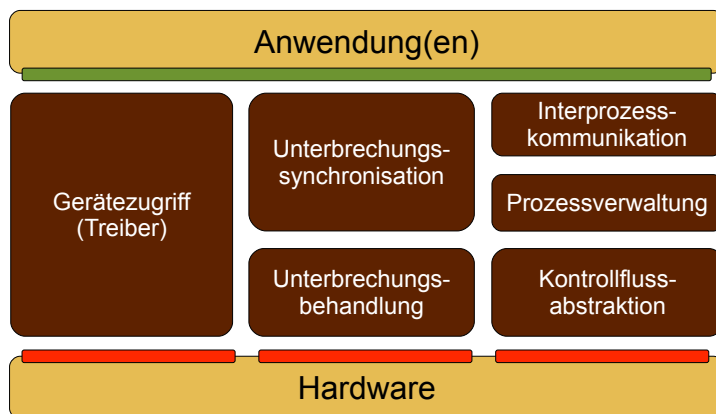
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen Nürnberg

WS 09 – 10. Februar 2010



http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Lehre/WS09/V_BS

Überblick Vorlesungen



Lernziele

~ VL 1

- **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



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

- 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



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

1. Ein Streifzug durch die PC-Architektur

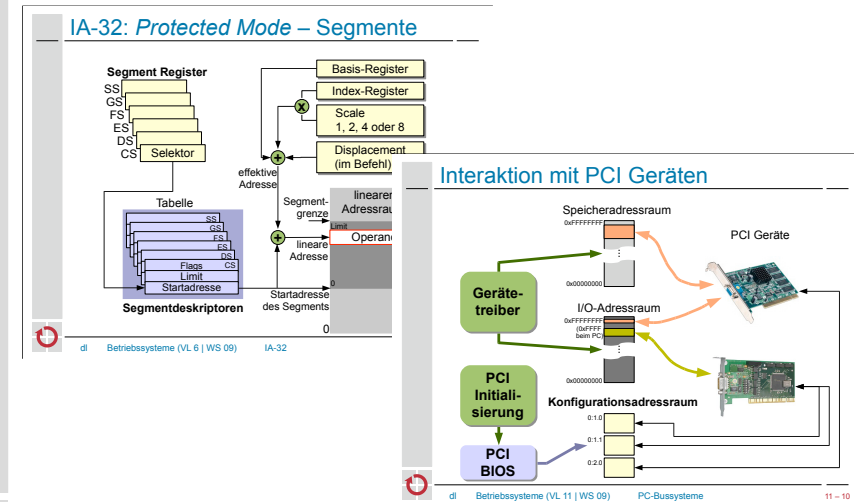
- VL₁ Einführung
- VL₂ BS-Entwicklung
- VL₃ IRQs (Hardware)
- VL₄ IRQs (Software)
- VL₅ IRQs (Synchronisation)
- VL₆ Intel IA-32
- VL₇ Koroutinen und Fäden
- VL₈ Scheduling
- VL₉ BS-Architekturen
- VL₁₀ Fadensynchronisation
- VL₁₁ PC Bussysteme
- VL₁₂ Gerätetreiber
- VL₁₃ IPC



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

1. Ein Streifzug durch die PC-Architektur



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen

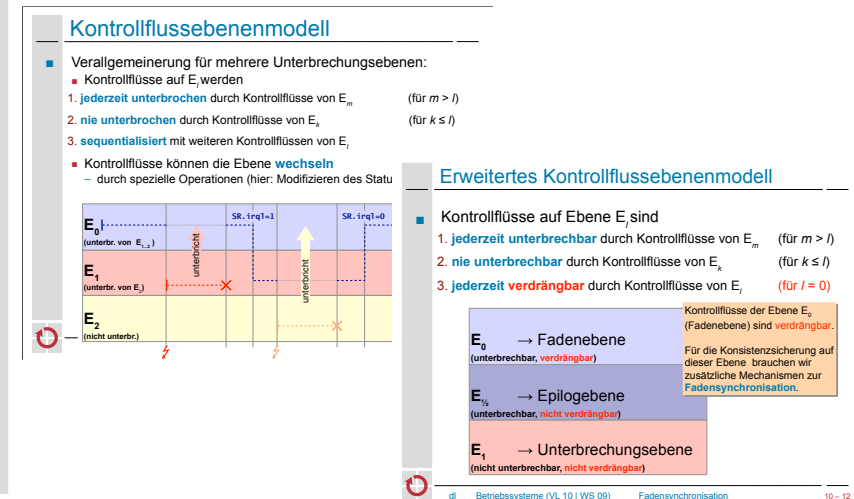
- VL₁ Einführung
- VL₂ BS-Entwicklung
- VL₃ IRQs (Hardware)
- VL₄ IRQs (Software)
- VL₅ IRQs (Synchronisation)
- VL₆ Intel IA-32
- VL₇ Koroutinen und Fäden
- VL₈ Scheduling
- VL₉ BS-Architekturen
- VL₁₀ Fadensynchronisation
- VL₁₁ PC Bussysteme
- VL₁₂ Gerätetreiber
- VL₁₃ IPC



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

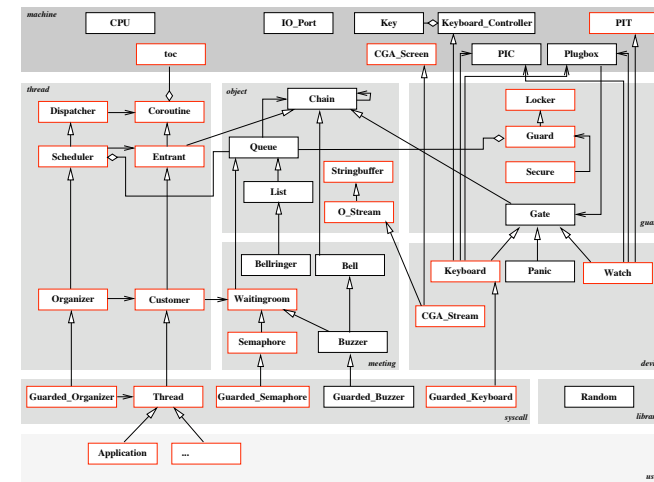
2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

2. Kontrollflüsse und ihre Interaktionen



Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

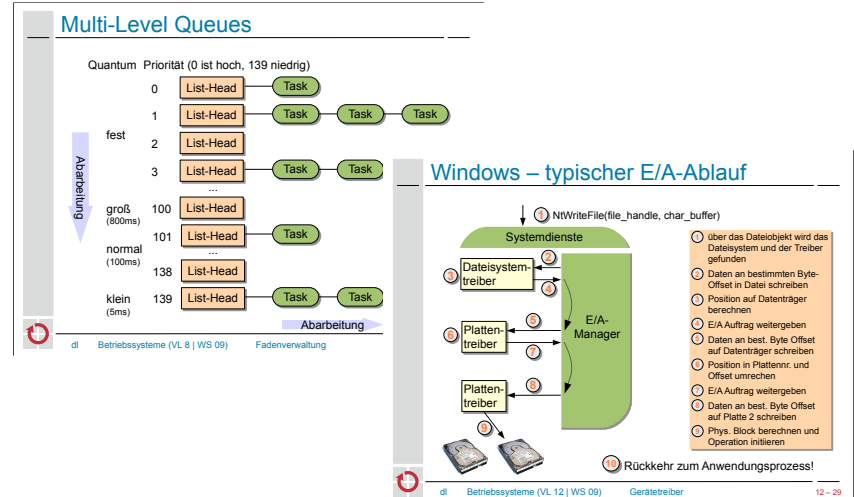
3. BS-Konzept allgemein und am Beispiel (Windows/Linux)



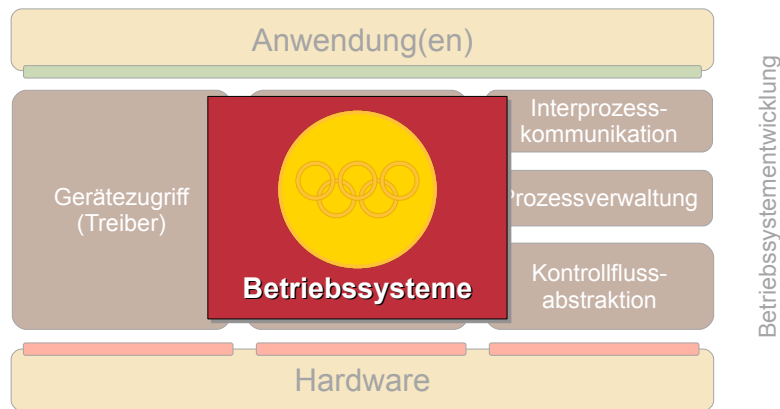
Was wir gemacht haben

Drei inhaltliche Schwerpunkte!

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



Zusammen eine ganze Menge!



Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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



Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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



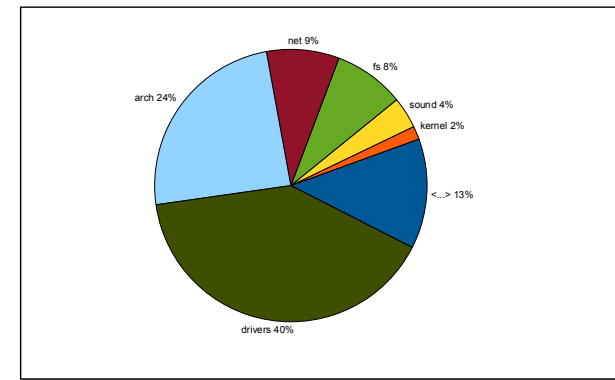
Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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

Bedeutung von Gerätetreibern (1)

- Anteil an Treibercode im (halbwegs) aktuellen Linux



Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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

Beispiel Linux [1]

Aug 91 Linux 0.01: bash, Dateisystem



Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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

Beispiel Linux [1]

Aug 91 Linux 0.01: bash, Dateisystem

Jan 92 Linux 0.12: Virtueller Speicher (Paging)



Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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

Beispiel Linux [1]

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!)



Realitätscheck: MPStuBS ↔ “richtiges BS”

Es fehlt noch eine ganze Menge...

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

Beispiel Linux [1]

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**



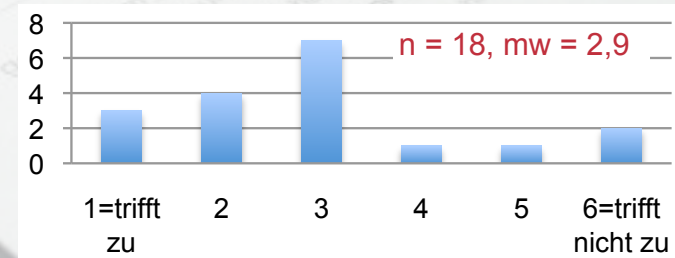
Evaluation

Warum
bloß auf
Papier?

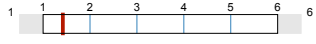
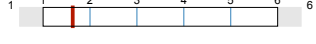
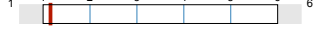
Evaluation

Warum
bloß auf
Papier?

“Mir gefällt diese Art der Veranstaltungsevaluation
besser als das übliche TAN-Verfahren.”

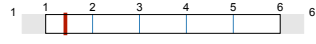
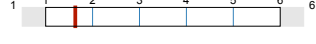


Evaluationsergebnisse

Globalindikator		mw=1.34 s=0.53
Vorlesung im Allgemeinen		mw=1.42 s=0.52
Didaktische Aufbereitung		mw=1.4 s=0.6
Persönliches Auftreten des Dozenten		mw=1.11 s=0.31
Verwendete Hilfsmittel		mw=1.63 s=0.83
Gesamteindruck		mw=1.16 s=0.37



Evaluationsergebnisse

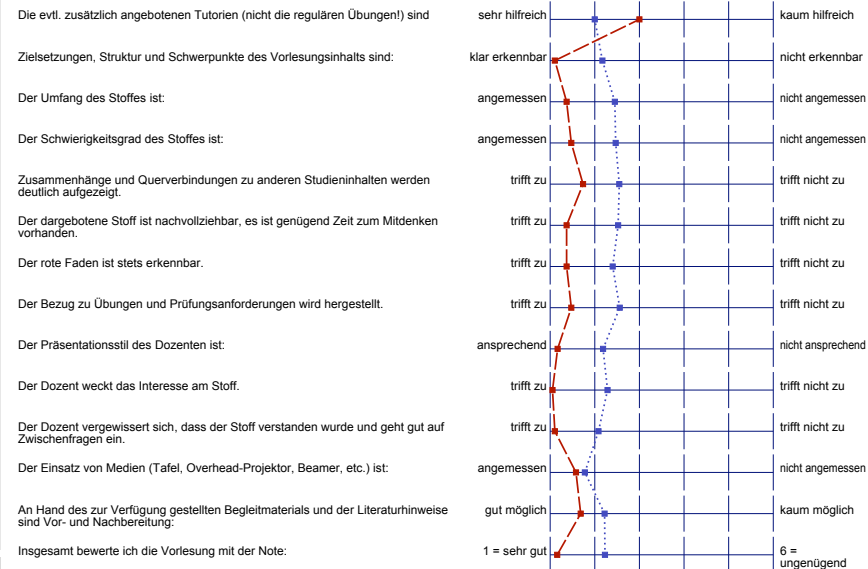
Globalindikator		mw=1.34 s=0.53
Vorlesung im Allgemeinen		mw=1.42 s=0.52
Didaktische Aufbereitung		mw=1.4 s=0.6
Persönliches Auftreten des Dozenten		mw=1.11 s=0.31
Verwendete Hilfsmittel		mw=1.63 s=0.83
Gesamteindruck		mw=1.16 s=0.37

Vergleich mit den Vorjahren

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



Profilline



Kommentare

An der Lehrveranstaltung gefällt mir besonders

- insgesamt ein super Veranstaltung. Organisation & Koordination auch mit Übungen ist sehr gut strukturiert
- der Dozent ist sympathisch und immer hilfsbereit
- Als Zuhörer merkt man, dass Dr. Lohmann über ein sehr fundiertes Wissen, auch über den Vorlesungsstoff hinausgehend, besitzt. Dies gibt er in einem sehr lebendigen und kurzweiligen Vortrag an die Studenten weiter. Alles in allem ist BS eine hervorragende LV, die man jedem Inf.Studenten nur ans Herz legen kann. Weiter so, Daniel!
- Lockere, angenehme Atmosphäre. Gute Strukturierung der Vorlesung (Übersichtsgrafik am Anfang). Pro schriftliche Beurteilung: keine keine Zeit daheim verwendet. :-) Ausgedrucktes Skript!
- Sehr gut weiter so.
- Vorlesung und Übung gut aufeinander abgestimmt. Interessante Anekdoten aus der Praxis - gerne mehr davon (A20-Gate bei der X-Box etc). Sehr durchdachtes Konzept der VL-Themen.

Kommentare (Forts.)

- Vorlesung wurde gut gehalten, schon fast "unterhaltsam", Langeweile kam nie auf. Vergleich Linux/Windows mit Erläuterung der konzeptionellen Unterschiede. Keine Beteiligung an Linux/Windows-Fan-Gehabe sondern neutrale Faktenbetrachtung. Der Zusammenhang zur "normalen" Programmierung wird klar - man versteht endlich richtig, was intern passiert.
- Vortragsstil sehr ansprechend; Übung und Vorlesung passen zeitlich und inhaltlich sehr gut zusammen; Folien übersichtlich; Dozent sehr engagiert und informiert in Sachen Bachelor- "Reform"
- dass die Folien ausgeteilt wurden, findet man sehr selten :-)
- Präsentationsstil von Daniel ist ansprechend
- endlich einmal ein handfestes Projekt, das nicht aus dem Zusammenhang gerissen ist. Vorlesung war interessant und zum Mitdenken geeignet. guter Vortragsstil.
- gut abgestimmtes Konzept. Inhalt sehr verständlich dargeboten, v.a. wenn man SysProg schon kennt. Folien werden ausgedruckt.
- kurze und knappe Folien -> Beschränkung auf das Wesentliche -> gut zu lernen -> Dozent weiß wovon er redet

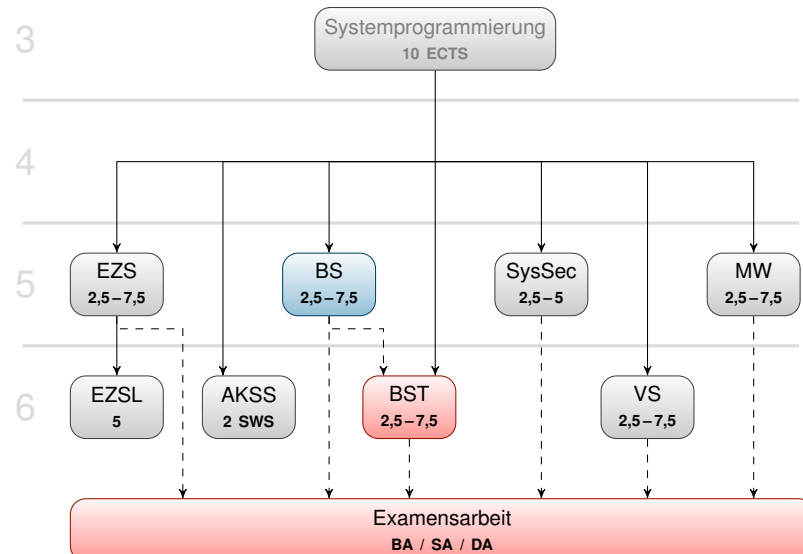
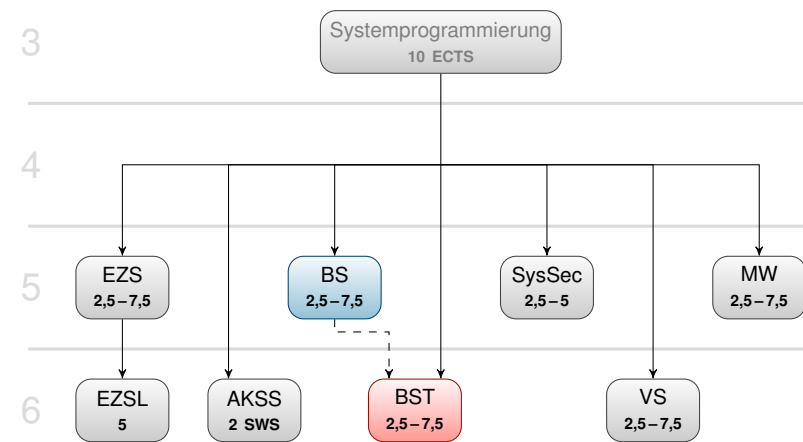
Kommentare (Forts.)

An der Lehrveranstaltung gefällt mir weniger

- Der Raum in dem die VL statt findet liegt am Ende der Welt => VL umziehen :-)
- der Raum wahr oft sehr kalt
- Die Folien könnten oft ausführlicher sein. Es ist meist hilfreich, auch mal Abläufe/Sachverhalte/... an der Tafel darzustellen. Contra schriftliche Beurteilung: sie ist schriftlich :-) Wiederholung von Einzelheiten aus SoS wäre manchmal gut (SoS ist bei mir schon 4 Semester her).
- Ein wenig ausführlichere Folien wären an manchen Punkten nicht schlecht.
- Manchmal ist Kopplung zw. Vorlesung und Übung nicht ganz klar oder wie weit best. Vorlesungsstoff überhaupt für Prüfung relevant
- Ich vermisse eine (Einschätzung/Zusammenfassung): Was ist in aktuellen Betriebssystemen besser gelöst als mit den Konzepten dieser Vorlesung möglich? Um wieviel ist der Linux/Windows-Kernel komplexer als das einfache OOSTuBS? Wo liegen die wesentlichen Unterschiede?

■ Weiterhin möchte ich **anmerken**

- Bitte nächstes mal den Raum wechseln
- Dozent ist gut informiert über das Bachelor-System, was in vielen anderen Vorlesungen leider fehlt
- Ev. sollte man noch etwas mehr auf Systemdesign eingehen, damit man später auch in der Lage ist selbst API-Schnittstellen etc. zu schreiben.
- Freiheit für Grönland, weg mit dem Packeis
- Ich würde als Übung nur noch MPStuBS anbieten, da man dabei doch viel mehr lernen kann.
- Vorlesung und Übung haben Spaß gemacht
- Übung: Es gab immer einen zeitlichen Versatz von Tafelübung und aktueller Aufgabe. Viele Leute Waren z.B. noch mit Aufgabe 5 beschäftigt während in der Tafelübung schon Aufgabe 6 erklärt wurde. Gerade durch Weihnachten war dann die Tafelübung zu Aufgabe 4/5 schon sehr weit weg.



Betriebssystemtechnik



Operationsprinzip [2, 3]

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



Operationsprinzip [2, 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



Operationsprinzip [2, 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



Operationsprinzip [2, 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



Pthreads [4]

BST



dl Betriebssysteme (VL 14 | WS 09) Zusammenfassung und Ausblick – SS 10: Betriebssystemtechnik 14 – 17

Pthreads [4]

BST



dl Betriebssysteme (VL 14 | WS 09) Zusammenfassung und Ausblick – SS 10: Betriebssystemtechnik 14 – 17

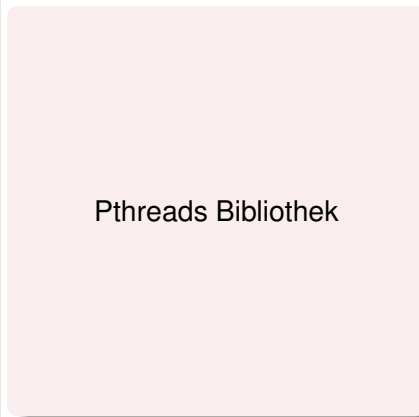
Pthreads [4]

BST



dl Betriebssysteme (VL 14 | WS 09) Zusammenfassung und Ausblick – SS 10: Betriebssystemtechnik 14 – 17

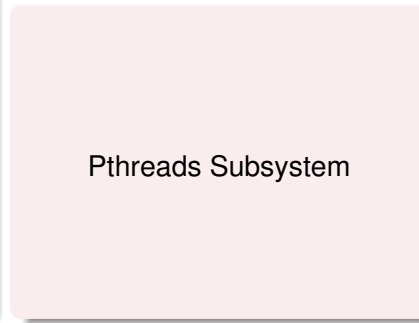
Anwendung



Stammbetriebssystem

Anwendung

Pthreads API



Stammbetriebssystem

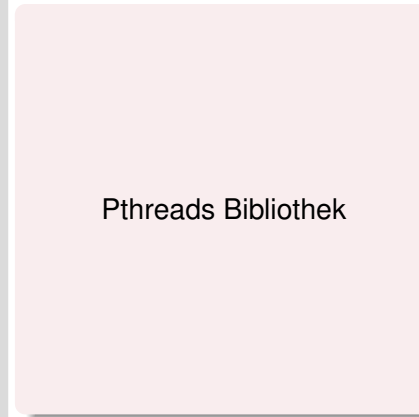
Pthreads *de* LUXE

BST



dl Betriebssysteme (VL 14 | WS 09) Zusammenfassung und Ausblick – SS 10: Betriebssystemtechnik 14 – 18

Anwendung



Stammbetriebssystem

Anwendung

Pthreads API



Stammbetriebssystem

Anwendung

Pthreads API

LUXE

Stammbetriebssystem

Anwendung

Pthreads API

Fadenverwaltung

Betriebsmittelzugriff

Auftragseinplanung

Ablaufsteuerung

Kontrollflusswechsel

Stammbetriebssystem

Bausatz folgerichtiger Betriebssystemanbauteile $\models$ LUCSE

logical (dt. folgerichtig)

unit (dt. Anbauteil)

construction-set (dt. Bausatz)

environment (dt. Ausstattung)

Bausatz folgerichtiger Betriebssystemanbauteile $\models$ LUCSE

logical (dt. folgerichtig)

unit (dt. Anbauteil)

construction-set (dt. Bausatz)

environment (dt. Ausstattung)

 $(CS \mapsto X) \rightsquigarrow LUXE$ in bester Tradition mit Multics und Unix: $(Multi \mapsto Uni) \cup (cs \mapsto x)$ **Zur Zeit im Angebot:**

- 19 Bachelorarbeiten
- 7 Masterarbeiten
- 10 Studienarbeiten
- 9 Diplomarbeiten

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

Das war's :-)

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

... und ein Wiedersehen im Sommersemester 2010!



Literaturverzeichnis

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

