

Neue Methoden in der Vermittlung von Betriebssystemkenntnissen

Statusbericht 04/2008

Hans-Georg Eßer

28.04.2008

Inhaltsverzeichnis

1 Bisherige Aktivitäten	1
1.1 Literaturrecherche	1
1.2 BS-Kursangebot in Deutschland	2
1.3 Sonstiges	3
2 Nächste Schritte	3
2.1 Literatur	3
2.2 Auswertung des BS-Kursangebots in Deutschland	3
A FHs und Universitäten mit Informatik-Bachelor-Abschlüssen	4
Literatur	6

1 Bisherige Aktivitäten

1.1 Literaturrecherche

In einem ersten Schritt habe ich damit begonnen, mir einen Überblick über bereits vorhandene Literatur zum Thema zu verschaffen. Viele potenziell relevante Texte sind in den Proceedings der *SIGCSE Technical Symposiums on Computer Science Education* erschienen, die Volltexte sind nur über eine ACM-Library-Membership zugänglich, die ich darum abgeschlossen habe.

Verschiedene Texte weisen darauf hin, dass eine rein theoretische Abhandlung der Betriebssystemkonzepte (im Rahmen klassischer Frontalvorlesungen) ohne begleitende Praktika keinen guten Zugang zu der Materie bietet, weil diese Konzepte nicht ohne Weiteres nachvollziehbar sind oder ihre Relevanz nicht erkennbar ist [MMP05]. In welcher Weise sich die Theorie mit praktischen Aufgaben sinnvoll ergänzen lässt, betrachten verschiedene Autoren unterschiedlich:

- Einige Autoren favorisieren den Einsatz eines minimalistischen Betriebssystems, das speziell für Unterrichtszwecke entwickelt wurde. Ein Klassiker ist hier das Unix-ähnliche Minix [Tan87b, Tan87a] von A. S. Tanenbaum, das auf Intel-kompatiblen Rechnern direkt oder in einem x86-Emulator ausgeführt werden kann. Ron Chernich hat 1993/94 RCOS (Ron Chernich's Operating System) entwickelt, das auf einer virtuellen Plattform läuft und 1996 in Java reimplementiert wurde [CJJ96]. Es erlaubt eine Überwachung der internen Vorgänge mit einer grafischen Oberfläche. Andere Betriebssysteme für den Einsatz in BS-Kursen sind PortOS [AS02], Nachos [CPA96] und Awk-Linux (<http://www.ice.ntnu.edu.tw/~ypc/awklinux.htm>). Vorteil beim Einsatz eines solchen Systems ist die Überschaubarkeit des Quelltextes, der zudem auch durch Weglassen von Optimierungen leichter verständlich ist als die Quellen eines echten Systems.
- Die fehlende praktische Benutzbarkeit solcher Systeme kritisieren andere Autoren und empfehlen stattdessen, mit echten Systemen zu arbeiten – in letzter Zeit insbesondere mit Linux oder einen der freien BSDs, weil hier die BS-Quellcodes vollständig verfügbar sind und einer Modifikation keine Lizenzprobleme im Weg stehen. Für die Entwicklung von Linux-Kernel-Modulen oder direkte Änderungen am Kernel, die bei Fehlern zu häufigen Abstürzen führen, werden verschiedene Virtualisierungslösungen vorgeschlagen, z. B. mit Hilfe von VMware [NV06] oder User Mode Linux [GLAR08]. Neben Linux und *BSD eignen sich auch OpenSolaris und sehr eingeschränkt Windows für die Betrachtung im Rahmen einer BS-Veranstaltung.¹
- Daneben gibt es noch die Variante, einzelne Komponenten eines Betriebssystems in einem Simulator ablaufen zu lassen, z. B. Addressübersetzung [Rob05] und Plattenkopf-Scheduling [Rob04].
- Viele BS-Kurse beschränken sich im Praxisteil darauf, zu zeigen, wie User-Space-Anwendungen BS-Funktionen über system calls nutzen können, und stellen z. B. Prozesserzeugung (z. B. `fork` unter Unix), Thread-Erzeugung (z. B. über eine POSIX-Thread-Bibliothek oder Threads, die eine Programmiersprache wie Java bereitstellt), Start von Programmen (z. B. `exec` unter Unix, `CreateProcess` unter Windows), Synchronisationshilfsmittel (Mutexe, Semaphores, Monitore etc.) vor.
- Gar nicht verfolgen werde ich Kurselemente, die Einführungen in die Bedienung eines BS geben (etwa: ein Bash-Workshop).

Schon 1992 wurden drei Ansätze (eigenständige Entwicklungsprojekte einzelner BS-Komponenten vs. Modifikation eines bestehenden BS vs. Entwicklung eines vollständigen BS) verglichen [WB92].

1.2 BS-Kursangebot in Deutschland

Ich habe 130 deutsche (Fach-) Hochschulen identifiziert, die mindestens einen Bachelor-Studiengang „Informatik“ o. ä.² anbieten (Anhang A). Die große Mehrheit verleiht für ein abgeschlossenes Studium den Titel B.Sc., einige wenige aber auch den B.Eng. (Private FernFH Darmstadt) oder B.A. (Univ. Stuttgart). Bei der Übersicht

¹Windows XP gibt es in einer abgespeckten Variante namens „Windows Research Kernel“ mit vollständigen und gut dokumentierten Quellen.

²auch z. B. „Angewandte Informatik“, „Technische Informatik“

beschränke ich mich auf Bachelor-Studiengänge, weil die Vorlesung Betriebssysteme typischerweise nicht erst im Master-Studium angeboten wird.

Nicht berücksichtigen werde ich BS-Kurse, die speziell für Studenten eines anderen Fachs (etwa BWLer mit Nebenfach Wirtschaftsinformatik) angeboten werden; unabhängig von dieser Übersicht werde ich aber einige Ingenieursstudiengänge betrachten, in denen es auch BS-Kurse oder Informatikvorlesungen mit BS-Inhalten gibt.

1.3 Sonstiges

Ich habe in diesem Monat den Promotionsratgeber „The Unwritten Rules of PhD Research“ (Gordon Rugg, Marian Petre, Open University Press 2004, ISBN 0-335-21344-8) gelesen, den ich sehr hilfreich fand, weil er u. a. sehr detailliert erläutert, wie man wissenschaftliche Literatur bewerten kann (um so festzustellen, ob ein Text als Grundlage für weitere Arbeit was taugt oder nicht).

2 Nächste Schritte

2.1 Literatur

Ich suche weiter nach verwandten Arbeiten und Grundlagentexten. Interessant sind hier u. a. verschiedene Konferenzen und Journals zum Thema, etwa

- Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE)
- SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education
- Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)
- Conference On Information Technology Education (SIGITE bzw. CITC)
- International Computing Education Research Workshop (ICER)
- Workshop On Computer Architecture Education (WCAE)

(alle ACM). Es gibt auch einige interessante Quellen, für die eine IEEE-Mitgliedschaft nötig ist; hier werde ich versuchen, über die FH München Zugang zu erhalten.

2.2 Auswertung des BS-Kursangebots in Deutschland

Zu einer sinnvollen Stichprobe aus den gefundenen 130 Hochschulen werde ich, nach Fach- und Hochschulen getrennt, bestimmen,

- welche Themen behandelt werden (etwa die klassischen, Prozesse/Threads, Speicherverwaltung, Scheduling, Dateisysteme, Synchronisation, Deadlock). Daraus sollte man die Standardinhalte klar definieren können (etwa: alles, was in über 80 % der Kurse vorkommt)
- welchen Typ die Veranstaltung hat (reine Vorlesung, Vorlesung mit Hausaufgaben, mit Praktikum etc.)
- falls es praktische Elemente gibt: welche Aufgaben die Studenten zu lösen haben – fallen diese in die bereits identifizierten Kategorien (BS-Modifikation, BS from scratch etc.)?

Insbesondere suche ich hier nach Standards und Abweichungen davon.

A Fachhochschulen und Universitäten mit Informatik-Bachelor-Abschlüssen

Hochschule	Typ	URL Hochschule	Studiengang (falls nicht Informatik)
FH Aachen	FH	www.fh-aachen.de	
RWTH Aachen	U	www.rwth-aachen.de	
FH Aalen	FH	www.fh-aalen.de	
FH Amberg-Weiden	FH	www.fh-amberg-weiden.de	Angewandte Informatik
HS Anhalt	FH	www.hs-anhalt.de	Angewandte Informatik
FH Augsburg	FH	www.fh-augsburg.de	
U Augsburg	U	www.uni-augsburg.de	Informatik und Information- swirtschaft
U Bamberg	U	www.uni-bamberg.de	Angewandte Informatik
U Bayreuth	U	www.uni-bayreuth.de	Angewandte Informatik
FHTW Berlin	FH	www.fhtw-berlin.de	Angewandte Informatik
FU Berlin	U	www.fu-berlin.de	
HU Berlin	U	www.hu-berlin.de	
TFH Berlin	FH	www.tfh-berlin.de	Technische Informatik
TU Berlin	U	www.tu-berlin.de	
U Bielefeld	U	www.uni-bielefeld.de	
FH Bingen	FH	www.fh-bingen.de	
H Bochum	FH	www.hochschule-bochum.de	Elektrotechnik und Informatik
U Bochum	U	www.ruhr-uni-bochum.de	Angewandte Informatik
U Bonn	U	www.uni-bonn.de	
FH Brandenburg	FH	www.fh-brandenburg.de	
TU Braunschweig	U	www.tu-braunschweig.de	
FH Braunschweig- Wolfenbüttel	FH	www.fh-wolfenbuettel.de	
H Bremen	FH	www.hs-bremen.de	Technische Informatik
U Bremen	U	www.uni-bremen.de	
H Bremerhaven	FH	www.hs-bremerhaven.de	
TU Chemnitz	U	www.tu-chemnitz.de	
TU Clausthal	U	www.tu-clausthal.de	
H Coburg	FH	www.fh-coburg.de	
TU Cottbus	U	www.tu-cottbus.de	
H Darmstadt	FH	www.h-da.de	
TU Darmstadt	U	www.tu-darmstadt.de	
FH Dortmund	FH	www.fh-dortmund.de	
TU Dortmund	U	www.uni-dortmund.de	
TU Dresden	U	www.tu-dresden.de	
U Duisburg-Essen	U	www.uni-duisburg-essen.de	Angewandte Informatik - Systems Engineering
U Düsseldorf	U	www.uni-duesseldorf.de	
FH Erfurt	FH	www.fh-erfurt.de	Angewandte Informatik
U Erlangen-Nürnberg	U	www.uni-erlangen.de	
H Esslingen	FH	www.hs-esslingen.de	Technische Informatik
FH Flensburg	FH	www.fh-flensburg.de	
FH Frankfurt am Main	FH	www.fh-frankfurt.de	
U Frankfurt/Main	U	www.uni-frankfurt.de	
U Freiburg im Breisgau	U	www.uni-freiburg.de	
H Fulda	FH	www.fh-fulda.de	Angewandte Informatik
H Furtwangen	FH	www.hs-furtwangen.de	Informatik, allgemeine
FH Gelsenkirchen	FH	www.fh-gelsenkirchen.de	Angewandte Informatik
FH Gießen-Friedberg	FH	www.fh-giessen-friedberg.de	
U Göttingen	U	www.uni-goettingen.de	Angewandte Informatik
Ernst-Moritz-Arndt-U Greifswald	U	www.uni-greifswald.de	Mathematik mit Informatik
FernU in Hagen	U	www.fernuni-hagen.de	
Martin-U Halle- Wittenberg	U	www.uni-halle.de	
HAW Hamburg	FH	www.haw-hamburg.de	Angewandte Informatik
U Hamburg	U	www.uni-hamburg.de	
TU Hamburg-Harburg	U	www.tu-harburg.de	Informatik-Ingenieurwesen
FH Hannover	FH	www.fh-hannover.de	Angewandte Informatik
FH für die Wirtschaft Hannover	FH	www.fhdw-hannover.de	
U Hannover	U	www.uni-hannover.de	
H Harz	FH	www.hs-harz.de	
FH Heidelberg	FH	www.fh-heidelberg.de	
U Heidelberg	U	www.uni-heidelberg.de	Angewandte Informatik
H Heilbronn	FH	www.hs-heilbronn.de	Medizinische Informatik
FH Hof	FH	www.fh-hof.de	Angewandte Informatik
TU Ilmenau	U	www.tu-ilmenau.de	
FH Ingolstadt	FH	www.fh-ingolstadt.de	
FH Jena	FH	www.fh-jena.de	Technische Informatik
U Jena	U	www.uni-jena.de	
FH Kaiserslautern	FH	www.fh-kl.de	Angewandte Informatik
TU Kaiserslautern	U	www.uni-kl.de	

Hochschule	Typ	URL Hochschule	Studiengang (falls nicht Informatik)
H Karlsruhe	FH	www.hs-karlsruhe.de	
U Kassel	U	www.uni-kassel.de	
FH Kempten	FH	www.fh-Kempten.de	
U zu Kiel	U	www.uni-kiel.de	
U Koblenz-Landau	U	www.uni-koblenz-landau.de	
FH Köln	FH	www.fh-koeln.de	
H Konstanz	FH	www.htwg-konstanz.de	Technische Informatik
FH Landshut	FH	www.fh-landshut.de	
FH Lausitz	FH	www.fh-lausitz.de	
HTWK Leipzig	FH	www.htwk-leipzig.de	
U Leipzig	U	www.uni-leipzig.de	
U zu Lübeck	U	www.uni-luebeck.de	
Leuphana U Lüneburg	U	www.leuphana.de	Informatik und Wirtschaftsinformatik
U Magdeburg	U	www.uni-magdeburg.de	
U Mainz	U	www.uni-mainz.de	
H Mannheim	FH	www.hs-mannheim.de	
U Mannheim	U	www.uni-mannheim.de	Mathematik und Informatik
U Marburg	U	www.uni-marburg.de	
H Merseburg (FH)	FH	www.hs-merseburg.de	Angewandte Informatik
H Mittweida (FH)	FH	www.htwm.de	
FH München	FH	www.hm.edu	
TU München	U	www.tum.de	
U München	U	www.uni-muenchen.de	
FH Münster	FH	www.fh-muenster.de	Angewandte Informatik
U Münster	U	www.uni-muenster.de	
H Niederrhein	FH	www.hs-niederrhein.de	
FH Nordhausen	FH	www.fh-nordhausen.de	Technische Informatik
H Nürnberg	FH	www.ohm-hochschule.de	
H für Technik, Wirtschaft und Me- dien Offenburg	FH	www.fh-offenburg.de	Angewandte Informatik
FH Oldenburg/ Ostfries- land/ Wilhelmshaven	FH	www.fh-oow.de	
U Oldenburg	U	www.uni-oldenburg.de	
FH Osnabrück	FH	www.fh-osnabrueck.de	Technische Informatik
U Osnabrück	U	www.uni-osnabrueck.de	
H Ostwestfalen-Lippe	FH	www.hs-owl.de	Angewandte Informatik
FH der Wirtschaft Paderborn	FH	www.fhdw.bib.de	Angewandte Informatik
U Paderborn	U	www.uni-paderborn.de	
U Passau	U	www.uni-passau.de	
H Pforzheim	FH	www.hs-pforzheim.de	Technische Informatik
U Potsdam	U	www.uni-potsdam.de	
H Ravensburg- Weingarten	FH	www.hs-weingarten.de	Angewandte Informatik
FH Regensburg	FH	www.fh-regensburg.de	
U Rostock	U	www.uni-rostock.de	
HTW Saarland	FH	www.htw-saarland.de	Angewandte Informatik
U des Saarlandes	U	www.uni-saarland.de	
FH Schmalkalden	FH	www.fh-schmalkalden.de	
U Siegen	U	www.uni-siegen.de	
FH Stralsund	FH	www.fh-stralsund.de	
HFT Stuttgart	FH	www.hft-stuttgart.de	
U Stuttgart	U	www.uni-stuttgart.de	
FH Südwestfalen	FH	www.fh-swf.de	Angewandte Informatik
FH Trier	FH	www.fh-trier.de	
U Trier	U	www.uni-trier.de	
U Tübingen	U	www.uni-tuebingen.de	
H Ulm	FH	www.hs-ulm.de	Technische Informatik
U Ulm	U	www.uni-ulm.de	
FH Wedel	FH	www.fh-wedel.de	
FH Wiesbaden	FH	www.fh-wiesbaden.de	Informatik
FH Worms	FH	www.fh-worms.de	
U Würzburg	U	www.uni-wuerzburg.de	
FH Würzburg- Schweinfurt	FH	www.haw-wuerzburg.de	
H Zittau/Görlitz	FH	www.hs-zigr.de	
H Zwickau	FH	www.fh-zwickau.de	

Literatur

- [AS02] B. Atkin und E. G. Sirer. PortOS: An Educational Operating System for the Post-PC Environment. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(1):116–120, March 2002.
- [CJJ96] Ron Chernich, Bruce Jamieson und David Jones. Rcos: yet another teaching operating system. In *ACSE '96: Proceedings of the 1st Australasian conference on Computer science education*, pages 216–222, New York, NY, USA, 1996. ACM.
- [CPA96] Wayne Christopher, Steven J. Procter und Thomas Anderson. The Nachos instructional operating system. white paper, Computer Science Division, University of California at Berkeley, Berkeley, California, 1996. <http://http.cs.berkeley.edu/~tea/nachos/nachos.ps>.
- [GLAR08] Alessio Gaspar, Sarah Langevin, William Armitage und Matt Rideout. Enabling new pedagogies in operating systems and networking courses with state of the art open source kernel and virtualization technologies. *J. Comput. Small Coll.*, 23(5):189–198, 2008.
- [MMP05] Luiz Paulo Maia, Francis Berenger Machado und Ageu C. Pacheco, Jr. A constructivist framework for operating systems education: a pedagogic proposal using the sosim. *SIGCSE Bull.*, 37(3):218–222, 2005.
- [NV06] Jason Nieh und Chris Vaill. Experiences teaching operating systems using virtual platforms and Linux. *SIGOPS Oper. Syst. Rev.*, 40(2):100–104, 2006.
- [Rob04] Steven Robbins. A disk head scheduling simulator. In *Proc. 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 325–329, 2004. <http://vip.cs.utsa.edu/personnel/papers/sigcse2004disk.pdf>.
- [Rob05] Steven Robbins. An address translation simulator. In *Proc. 36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 515–519, 2005. <http://vip.cs.utsa.edu/personnel/papers/sigcse2005.pdf>.
- [Tan87a] Andrew S. Tanenbaum. A UNIX clone with source code for operating systems courses. *SIGOPS Oper. Syst. Rev.*, 21(1):20–29, 1987.
- [Tan87b] Andrew S. Tanenbaum. *Operating Systems: Design and Implementation*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632, USA, 1987.
- [WB92] James M. Withers und Mark B. Bilodeau. An examination of operating systems laboratory techniques. *SIGCSE Bull.*, 24(3):60–64, 1992.