

Betriebssysteme erfahren – erleben – begreifen - verstehen

Winfried Kalfa

Fachhochschule Dresden
Gasanstaltstrasse 3-5
01237 Dresden
winfried.kalfa@fh-dresden.eu

Abstract: 1982 wurde der Lehrstuhl „Betriebssysteme“ an der Sektion „Informationsverarbeitung“ der TU Dresden eingerichtet und zur Besetzung ausgeschrieben, die schließlich 1984 erfolgte. Betriebssysteme sind Systeme, die durch menschliche Sinne nicht wahrnehmbar sind und sich damit einer direkten Beobachtung und Beeinflussung von außen entziehen. In der universitären Lehre haben sich international einige Herangehensweisen herausgebildet, die mit mehr oder weniger Erfolg praktiziert wurden und werden. Im Vortrag wird darauf näher eingegangen und insbesondere die Betriebssystemlehre an der TU Dresden vor und nach 1990 dargestellt. Parallel dazu wird an geeigneten Stellen auf einige Vorurteile und Falsch-aussagen über den universitären „Mikrokosmos“ eingegangen. Der Beitrag soll dessen Dokumentation unterstützen, natürlich subjektiv aus der Sicht eines unmittelbar Beteiligten.

1 Einleitung

Der Titel des Symposiums „Informatik in der DDR“ erlaubt einige Deutungen und Folgerungen. Gab es „überhaupt“ Informatik? Wenn ja, war es eine „andere“ Informatik?

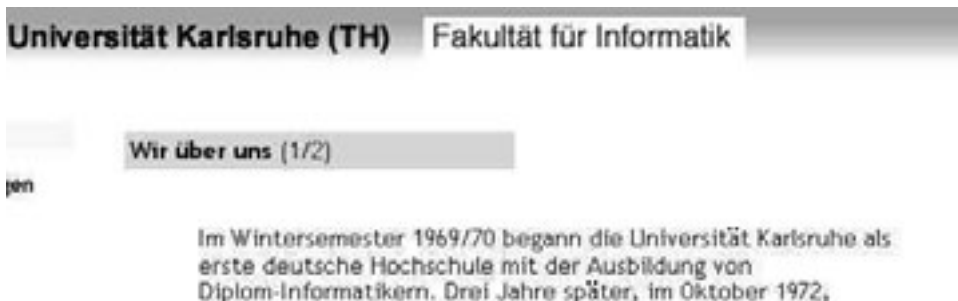


Abbildung 1: Auszug aus aktuellen (2008) Webseiten

Lagen und liegen die damaligen Universitäten der DDR in Deutschland? Man könnte meinen, nein! Obwohl ich bereits 1992 den damaligen Dekan der Fakultät Informatik der Universität Karlsruhe darauf aufmerksam gemacht habe, dass die Ausbildung von „Diplomingenieuren für Informationsverarbeitung“ bereits im Sommersemester 1969 an der TU Dresden begann, hält sich bis heute diese *Falschaussage* (s. Abb. 1), aber vielleicht war Dresden damals nicht deutsch, sondern DDR! Oder liegt es daran, dass Informationsverarbeitung als was anderes betrachtet wird als Informatik.

Semantisch sind beide gleich. Das hatte aber bereits Herrlich [HER04] klargestellt, dass der Begriff INFORMATIK seit langem im RGW¹-Raum für ein Gebiet im Bibliothekswesen vergeben war, und erst als sich die Akademie der Wissenschaften der UdSSR² Anfang der 80-er Jahre der europäischen Begriffswelt anschloss, war es in den anderen RGW-Ländern opportun, Informatik zu verwenden, aus den Sektionen „Rechentechnik und Datenverarbeitung“ bzw. Informationsverarbeitung wurden Sektionen INFORMATIK.

Es ließe sich noch weiter polemisieren. Gibt es eine historische Betrachtung „Informatik in der BRD“? Nein, man redet dann über „Informatik in Deutschland“! Dieses Symposium sollte dazu beitragen, dass es bis 1990 zwei Wurzeln für die Informatik nach 1990 IN DEUTSCHLAND gegeben hat. Ein kleiner Ausschnitt aus der östlichen Wurzel wird hier dargestellt.

2 Betriebssysteme an der TU Dresden

Die Bedeutung von Wissenschaftsgebieten unterlag in der DDR durchaus staatlich und parteilich gesteuerten Höhen und Tiefen, wobei meistens nach dem großen Vorbild UdSSR geschaut wurde. Auf einer der Höhen, die zusammenfiel mit der III. Hochschulreform der DDR, wurde die Sektion Informationsverarbeitung an der TU Dresden zum 01.01.1969 gegründet mit sofortiger Aufnahme des Lehrbetriebes. Trotz dünner Personaldecke waren Betriebssysteme von Anfang an Bestandteil der Ausbildung, die von Kollegen (Helmut Löffler, Dieter Werner) zusätzlich zu ihrem eigenen Lehrgebiet wahrgenommen wurden. Nach einem Tief bis Ende der 70-er Jahre gab es Anfang der 80-er Jahre einen erneuten Aufschwung von „Partei- und Staatsführung“ für die EDV (Informatik). Die Sektion Informationsverarbeitung (08) der Technischen Universität Dresden nutzte die Chance für die Einrichtung weiterer Hochschullehrerstellen, darunter auch den Lehrstuhl „Betriebssysteme“, der durch einen „Ordentlichen Professor“ zu besetzen war.

¹ RGW = Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe

² Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken

Das oft genannte *Vorurteil* „Professoren werden durch die Partei eingesetzt“ lässt sich am Beispiel Betriebssysteme widerlegen. Priorität hatte die fachliche Qualifikation, die formal durch Promotion B (Dr. sc. techn. oder sc. nat.), *Facultas Docendi*, Auslandsaufenthalt und Lehrerfahrung (s. Abb.2) zu belegen waren. Man wurde von der Universität zum Vortrag eingeladen, wurde über seine Vorstellungen zu Lehre und Forschung befragt, Gutachten (national und international) wurden eingeholt, eine Vorschlagsliste über Fakultät, Senat an das MHF³ gesandt. Von der zuständigen Fachabteilung des MHF wurde man zu einem „Berufungs“gespräch eingeladen, wo u. a. die Bereitschaft zu einem Auslandseinsatz und zu einem zeitweiligen Einsatz in der Ministerialbürokratie abgefragt wurde. Das Prozedere unterscheidet sich im Wesentlichen soweit nicht vom heutigen, zumindest was die Besetzung des Lehrstuhles „Betriebssysteme“ an der TU Dresden betraf. Sicher gab es auch andere Beispiele, die gab es aber auch in den Jahren 1991 - 1993!



Abbildung 2: Ausschreibung des Lehrstuhls „Betriebssysteme“ an der TU Dresden

³ Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen

An verschiedenen Zeitpunkten im genannten Prozedere musste noch die Partei ihren „Segen“ geben oder verweigern. Quotenregeln (SED, Blockpartei, parteilos, Geschlecht, ...) spielten dabei die dominante Rolle, Loyalität zu Partei und Staat vorausgesetzt. Insofern stimmt das Vorurteil teilweise in dem Maße, wie es überall in Wirtschaft und Gesellschaft üblich war, dass die Partei das letzte Wort hatte. Das wurde jedoch auch intrigant genutzt (keine Gesellschaft ist vor solchen menschlichen Schwächen gefeit). Wenn man bereits an einer Hochschule arbeitete, benötigte man für einen Wechsel zu einer anderen die Freigabe durch den Rektor der Vorgängerhochschule. Wenn das jemand nicht wollte, erzählt man dem Parteisekretär Hochschule irgendeine Geschichte (z.B. „noch nicht reif für einen Lehrstuhl“), der dann dem Rektor rät, die Freigabe nicht oder nur verzögert zu geben (s. Abb.3).

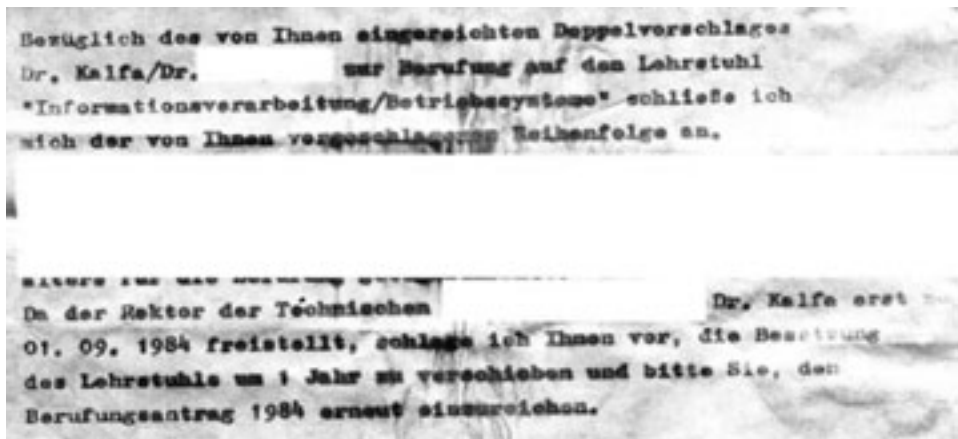


Abbildung 3: Schreiben des Ministers für Hoch- und Fachschulwesen an den Rektor der TU Dresden vom x.x.1983 („Bezüglich des von Ihnen eingereichten Doppelvorschlages Dr. Kalfa/ Dr. X.X. zur Berufung auf den Lehrstuhl „Informationsverarbeitung/Betriebssysteme“ schließe ich mich der von Ihnen vorgeschlagenen Reihenfolge an. ... Da der Rektor der Technischen xxx xxx Dr. Kalfa erst zum 1.9.1984 freistellt, schlage ich Ihnen vor, die Besetzung des Lehrstuhles um 1 Jahr zu verschieben und bitte Sie, den Berufungsantrag 1984 erneut einzureichen“)

Letztendlich war das Gebiet „Betriebssysteme“ an der TU Dresden Ende der 80-er Jahre gut vertreten, zum Lehrstuhl gehörten neben einem „Ordentlichen Professor“ (Winfried Kalfa) noch ein „Außerordentlicher Professor“ (Dieter Werner, Echtzeitsysteme, Theorie von Betriebssystemen) und ein „Dozent“ (Klaus Irmscher, Leistungsbewertung verteilter Systeme) sowie zwei unbefristete und vier befristete „Wissenschaftliche Mitarbeiter“.

2.1 Lehre

Betriebssysteme waren seit Beginn 1969 im Studienplan für Dipl.-Ing. Informationsverarbeitung, ab 1986 im Studienplan für Informatiker [MHF86] und ab 1990 im an die BRD-Regelungen angepassten Studienplan fest verankert.

STUDIENPLAN
für die Grundstudienrichtung
Informatik
(Studienplan 90 24 2)

zur Begründung der Ausbildung in Vertiefung
der Kenntnisse für die Gestaltung der
Akte und Weiterbildung der Ingenieure und Diplomaten
in der Deutschen Demokratischen Republik
an der Technischen Universität Dresden, der Technischen
Hochschule Karl-Marx-Stadt, der Technischen Hochschule
Hochschule, der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock
und der Ingenieurhochschule Dresden

Berlin 1988

5.2. Stundentafel der Fachrichtung „Rechenverfahren“ (Diplomstudium) – Num. Nr. 21003

Nr.	LEHRGEBIET	Ges.	des Labo- praktika	W = Anzahl der Wochen für Lehrveranstaltungen S = Wochenstunden je Semester P = Prüfungen, Sempr., Taster							
				1. 18 W	2. 18 W	3. 18 W	4. 18 W	5. 18 W	6. 18 W		
12	Betriebssysteme	60					6	A			
13	Datenbanken	60							4	A	
14	Gehirnschutz und Datensicherheit	30								2	T
15	Systemsoftware	60							3	3	H

Abbildung 4: Der „vorletzte“ DDR-Studienplan Informatik

Der vorletzte DDR-Studienplan wurde wie alle Studienpläne vom MHF verbindlich für alle Universitäten herausgegeben, ausgearbeitet jedoch von einer Expertengruppe, die sich an aktuellen Studienplänen in der damaligen BRD und im Ausland orientierte, wie an den Curricula der ACM/IEEE [EAB83], [EAB86].

Figure 1-2. The 14 knowledge focus groups

Discrete Structures (DS)	Human-Computer Interaction (HC)
Programming Fundamentals (PF)	Graphics and Visual Computing (GV)
Algorithms and Complexity (AL)	Intelligent Systems (IS)
Architecture and Organization (AR)	Information Management (IM)
Operating Systems (OS)	Social and Professional Issues (SP)
Net-Centric Computing (NC)	Software Engineering (SE)
Programming Languages (PL)	Computational Science (CN)

Abbildung 5: Betriebssysteme im neuesten US-Curriculum als eine Fokusgruppe vertreten

Er war mit seiner Aktualisierung 1989 einer der modernsten in Deutschland, womit das gelegentliche *Vorurteil*, dass die fachliche Lehre an den Universitäten der DDR antiquiert gewesen sei, nicht ganz den Tatsachen entspricht. Die Lehre insgesamt und besonders im Gebiet „Betriebssysteme“ hat viele Jahrgänge sehr guter Absolventen hervorgebracht.

Mitarbeiter, Habilitanden, Promovenden des Lehrstuhls „Betriebssysteme“ sind heute Inhaber von Professuren an den Fachhochschulen Leipzig, Dresden, Mittweida, Köln, der Berufsakademie Sachsen, der Universitäten Ilmenau und Braunschweig. Auch im neusten Curriculum der Joint Task Force on Computing Curricula (IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery) von 2001 behauptet sich das Gebiet der „Betriebssysteme“ (s. Abb. 5) wie auch in aktuellen deutschen Curricula. Der letzte DDR-Studienplan Informatik (Abb. 6) brachte noch eine Stärkung der Betriebssysteme. Leider ist danach Anteil der „Betriebssysteme“ in deutschen Studienplänen Informatik gesunken.

5. Praktische Informatik						
- Algorithmen						
- Programmierung	4	4				
- Softwaretechnik			4			
- Betriebssysteme					4	2
- Rechnernetze						4

Abbildung 6: Der „letzte“ DDR-Studienplan Informatik, spezifisch an der TU Dresden

An der TU Dresden wurde inhaltlich darauf Wert gelegt, dass Prinzipien, Wirkmechanismen und Methoden gelehrt wurden, konkrete Betriebssysteme dienten nur als Exempel! Methodik und Didaktik der Betriebsystemlehre wird in 3. näher betrachtet. Ergänzt wurde die Grundlehrveranstaltung durch spezielle Lehrveranstaltungen, wie „Theorie der Betriebssysteme“ (Dieter Werner) und „Echtzeitsysteme“ (Uwe Schneider).

2.2 Forschung

Die Forschung am Lehrstuhl Betriebssysteme war gekennzeichnet durch folgende Linien:

- Spezielle Betriebssystemkerne und –dienste [SON91], [SCH91], [KAL92]
- Komponenten lokaler Netze (Multithreading in threadlosen Betriebssystemen, Fileserver) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl „Rechnernetze“ (Helmut Löffler) [KAL92]
- Terminalemulation inklusive Protokollimplementationen [OEL90]
- Methodik und Didaktik der Lehre [GOL90]



Abbildung 7: Auch der „Genosse Minister“ interessierte sich für LotuNet und Betriebssysteme

Mit den meisten der Themen haben wir nach 1990 einen guten An- und Einschluss in die für uns neue Forschungslandschaft gefunden [KAL94]. Die **Literaturbeschaffung** war nicht immer einfach, trotzdem erreichten uns die Standards der ECMA ebenso wie viele Sonderdrucke. Die Deutscher Bücherei war ein wahrer Literaturquell, denn dort gab es ohne große Verzögerung alle deutschsprachigen Veröffentlichungen. So konnten für die Studenten und Mitarbeiter notwendigen Informationen, z.B. über die Betriebssysteme CP/M-86 und MS-DOS, durch Abfotografieren und Reassemblieren des Hexcodes zusammengestellt werden. Nur mussten wir es bis 1989 SCP statt CP/M-86 bzw. DCP statt MS-DOS nennen.

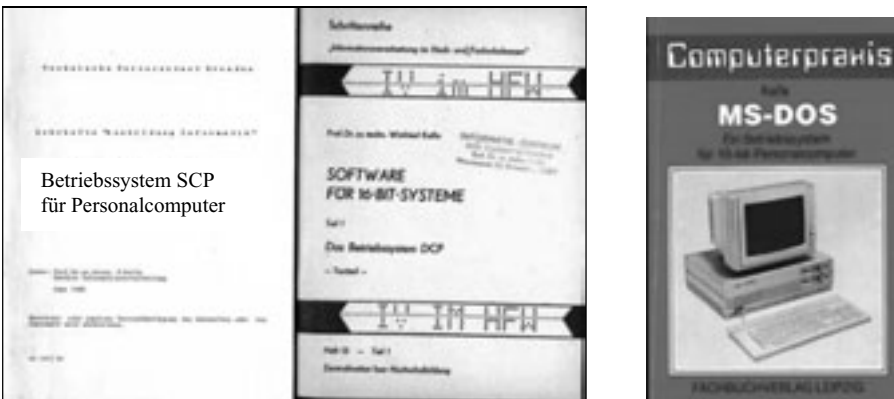


Abbildung 8: Schwierige Literaturbeschaffung

Es gab einige Kollegen mit KA⁴-Reiseerlaubnis, unter ihnen gab „solche“ und „sone“. Erstere gaben alles Papier, dessen sie habhaft werden konnten, an ihre Kollegen weiter, sogar ihre personellen Kontakte, aus denen Besuche dieser „West“kollegen (Helge Scheidig, Lutz Richter) in Dresden wurden und sogar Einladungen ins KA erfolgten oder nicht. Auf eine KA-Reiseerlaubnis musste man lange warten!

3 Wie lehrt man Betriebssysteme

Traditioneller Frontalunterricht an Schulen und Universitäten hat seine Grenzen. In technischen Disziplinen und Naturwissenschaften sind die Systeme, über die Kenntnisse, Fertigkeiten im Umgang bzw. Fähigkeiten zum Verständnis erworben werden sollen, weitgehend durch den Menschen wahrnehmbar und damit *begreifbar* und *erfassbar*. Betriebssysteme und ihre Teilsysteme sind es nicht! Gegenstände bei der Vermittlung von Wissen über Betriebssysteme sind:

- Architektur von Betriebssystemen bzw. deren Teilsysteme,
- Wirkprinzipien,
- Phänomene und ihre Ausprägungen in konkreten Systemen.

In der Lehre kann man diese Gegenstände

- sichtbar machen in
 - Bildern oder
 - durch Visualisierung von Logs realer Systeme,
- dynamisch erklären mittels Animationen,
- begreifbar machen durch Interaktion
 - mit Teilsystem realer Systeme bzw.
 - mit Simulationen von Phänomenen und Wirkprinzipien.

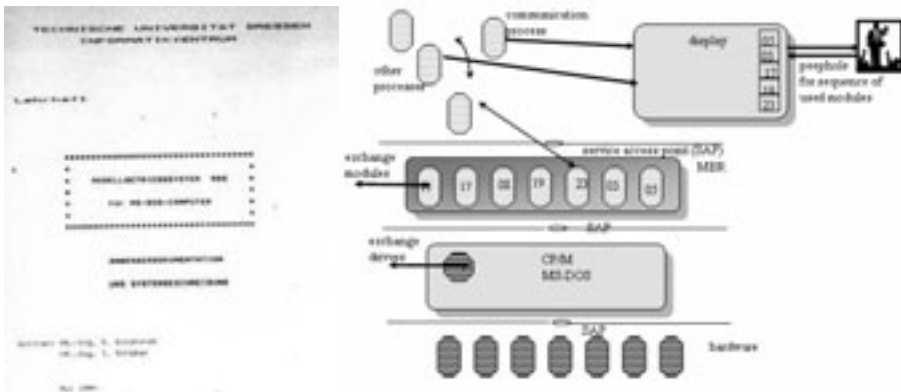


Abbildung 8: MBS⁵ des Lehrstuhls Betriebssysteme auf Basis CP/M-86 und MS-DOS

⁴ KA: Kapitalistisches Ausland

⁵ ModellBetriebsSystem

Ein *Vorurteil* lautete, Initiative und Engagement zahlt sich nicht aus, „die da oben“ bestimmen alles. Wenn man konnte und wollte und Gelegenheit dazu hatte, ging manches. In der Berufungsverhandlung im MHF stellte ich fest, dass an der TU Dresden keine technische Basis für eine praktische Betriebssystemausbildung vorhanden sei. Daraufhin wurde ich zum „Bilanzierer“ für Rechentechnik im MHF geschickt. Da ich diesen aus 13 Jahren Rechenzentrumszeit kannte, schrieben wir gemeinsam den Bilanzbescheid 1985 für die TU Dresden: „25 PC 1715 an die Sektion 08 (Informatik) für die praktische Ausbildung der Studenten“.

Das war die Basis für praktische Ausbildung mit dem selbst entwickelten MBS. Ein Semester Praktikum (300 Studenten) von 06:00 – 22:00 Uhr mit jeweils drei Aufgaben: parallele Prozesse, eine Routine des MBS ergänzen, einen Driver schreiben und testen.

Der Lerneffekt verbessert sich, beginnend mit dem „Sichtbarmachen“ bis zur interaktiven Simulation. Letztere hat noch den Vorteil gegenüber realen Systemen, dass in ihnen die Abläufe determiniert reproduzierbar sind und man eine Reduktion auf das Wesentliche des Phänomens (Wirkprinzips) vornehmen kann.

Betriebssysteme mit all ihren Teilen, Wirkprinzipien und Phänomenen sind für den Menschen weitgehend nicht wahrnehmbar. und damit nicht ergreifbar und nur schwer begreifbar. Selbst grafische oder analytische Modelle sind noch zu fern von der Realität. Deshalb bieten sie sich geradezu an für interaktive Simulationen in der Lehre. Aus dem interaktivem Erleben und „Begreifen“ wird **Verständnis!**

Unsere Simulationsmodule (Abb. 8) wurden nach einem einheitlichen Muster ausgelegt für

- Demonstration im Frontalunterricht,
- Animation in der individuellen Nachbereitung des Lehrstoffes,
- Experimente im Praktikum Betriebssysteme.

Die beiden ersten Nutzungen werden erreicht durch wohlüberlegte Vorgabewerte ausgewählter Szenarien.



Abbildung 8: Muster für Simulationsmodule



Abbildung 9: Hauptspeicherzuteilung (Java)

Während die ersten Arbeiten individuell mechanisch (Horst Wettstein, Karlsruhe, Mitte der 80-er Jahre) bzw. „Hand programmiert“ waren, erlaubten die neuen Plattformen, wie die kostenfrei auf den gängigen Rechensystemen verfügbar Java-Umgebung, eine komfortable Entwicklungsumgebung für die Simulation und die grafische Gestaltung der Oberfläche (Abb. 9).

4 Übergang

Am 03.10.1990 traten die Länder ... der Bundesrepublik Deutschland nach Artikel 23 des [GG88] bei, wo es heißt: *“In anderen Teilen Deutschlands ist es nach deren Beitritt in Kraft zu setzen.”* Die Konsequenz daraus war, dass alle Regelungen der alten BRD zu übernehmen sind. Das war zu lernen, mit den Inhalten von Lehre und Forschung in der Informatik, insbesondere auch auf dem Gebiet der Betriebssysteme, hatten wir keine Probleme. Bezüglich der Regelungen unterstützen uns unsere Kollegen der alten BRD mit viel Papier, Beispielen und guten Ratschlägen. In Lehre und Forschung fanden wir gute Aufnahme unter gegenseitigem Respekt in Gedankenaustausch und informaler und formaler Zusammenarbeit in Projekten. Zur Konkretisierung seien – vor allem für die Zeit von 1990 bis 1992 – genannt:

- Wolfgang Glatthaar und Kollegen des ENC⁶ Heidelberg von IBM Deutschland für Projekte mit der Industrie (*„Betriebssystemvoraussetzungen für Multimedia“*)
- Herbert Weber und Hans Decker von der Universität Dortmund für *Administration in der Universität*
- Hermann Härtig von der GMD in Birlinghoven für DFG-Projekte (*„Objekt-orientierte Betriebssysteme“*)
- Helge Scheidig von der Universität des Saarlandes für *Betriebssystemlehre*
- Fridolin Hofmann von der Universität Erlangen für die ad hoc Integration in den Arbeitskreis (heute Fachgruppe) *Betriebssysteme der GI*
- Horst Wettstein von der Universität Karlsruhe für die Forschung zur *Lehre von Betriebssystemen*

Bezüglich der Regelungen in der universitären Lehre und in der Forschungslandschaft haben wir schnell unsere „Hausaufgaben“ gemacht. Bezüglich des Inhaltes von Forschung und Lehre gab es keinen Bruch. Wir fanden Partner für unsere beibehaltenen Schwerpunkte. ABER mit den besseren Möglichkeiten in

- einer qualitativ hohen technischen Basis
- der vollen Integration in die weltweite community
- einer unbeschränkten Publikation, passiv wie aktiv.

⁶ European Network Center

5 Zusammenfassung

Einige kursierende Vorurteile und Falschaussagen über die Informatik an den Universitäten der DDR stimmen einfach nicht, sondern es gilt:

- Es gab ein akademisches Leben, getragen vom gewillten Lehrkörper und den Studenten!
- Keiner der Absolventen musste eine „Nachqualifikation“ über sich ergehen lassen!
- Die Studienpläne in Informatik waren aktueller als an mancher Universität der alten BRD!
- Man konnte mit Initiative und Engagement auch in der DDR etwas „bewegen“!
- Viele Professoren fanden sofort Anschluss an die nunmehr „deutsche“ Wissenschaftslandschaft mit eigenen Drittmittelprojekten von Bund und Wirtschaft.

Die Studieninhalte zur Informatik aufgrund des Studienplanes [MHF87] entsprachen 1990 dem aktuellen internationalen Stand. Die schnell und unbürokratisch angelaufene Ausstattungshilfe brachte die Infrastruktur auf ein angemessenes Niveau. Kritisch war für einige Jahre nur die personelle Besetzung der Professuren.

Methodik und Didaktik der Betriebssystemlehre war konform mit der einiger westdeutschen Kollegen, so dass eine jahrelange fruchtbringende Zusammenarbeit entstand. Die nunmehr aufkommenden grafischen Möglichkeiten auf allen Rechnern erlaubte es, für den Menschen unmittelbar nicht wahrnehmbare Systeme wie Betriebssysteme in ihrer Struktur und Dynamik auf unterschiedlichste Art (Simulation und Animation von Prinzipien, Monitoring realer Systeme usw.) erfahrbar, erlebbar, begreifbar zu machen. Das Verständnis und damit die Bereitschaft zum bewussten und aktiven Wirken im Gebiet der Betriebssysteme werden damit erhöht. Zwei Wurzeln dieses wissenschaftlichen Interesses in Ost- und Westdeutschland führte ab 1990 zu einem gemeinsamen Bestreben. Ergebnisse wurden national und international veröffentlicht und mündeten in das BMBF-Programm „Neue Medien in den Hochschulen“.

Es konnte am Beispiel Betriebssysteme deutlich gemacht werden, dass der Übergang „Informatik in der DDR“ in „Informatik in Deutschland“ annähernd problemlos vonstatten gegangen ist, sofern es die fachbezogene universitäre Ausbildung und Forschung betrifft.

Literaturverzeichnis

- [ACM01] Computing Curricula 2001 Computer Science (Final Report). Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society/ACM, December 15, 2001.
- [EAB83] Educational Activities Board. The 1983 model program in computer science and engineering. Technical Report 932, Computer Society of the IEEE, December 1983.
- [EAB83] Educational Activities Board. Design education in computer science and engineering. Technical Report 971, Computer Society of the IEEE, October 1986.
- [GG88] Grundgesetz der BRD, Stand 1988.
- [GOL90] Goldhardt, S., J. Schäfer: MBS – Ein Modellbetriebssystem für 16-Bit Rechner. Wiss. Beitr. Inform. 5 (1991), H. 5.
- [HER04] Herrlich, O.: Gründung und Wirken der Sektion Informationsverarbeitung der TU Dresden – ein Gedächtnisbericht. In: Informatik in der DDR, LNI GI-Edition 1, Bonn 2006.
- [KAL92] Kalfa, W., C. Vogt: Betriebssystemumgebung für verteilte Multimediaumgebungen auf gekoppelten AIX Rechnern. IBM Hochschulkongress, 92. DR6.
- [KAL92] Kalfa, W.: Komponenten verteilter Betriebssysteme lose gekoppelter Rechner. Wiss. Beitr. Inform. 5 (1991), H. 1.
- [KAL94] Graupner, S., W. Kalfa, F. Schubert: Multi-level Architecture of object-oriented Operating Systems. TR-94-056 ICSI Berkley.
- [KAL02] Kalfa, W.: How to comprehend not perceivable things? ED-Media 2002, Denver.
- [MHF86] Studienplan für die Fachrichtungen Theoretische Informatik, Systemsoftware, Angewandte Informatik, Rechnersystemgestaltung und –betrieb innerhalb der Grundstudienrichtung Informatik. MHF 1986.
- [OEL90] Oelsner, T.: Entwurfs- und Implementationskonzept für die Steuerung der zeichenorientierten Datenübertragung. Wiss. Beitr. Inform. 4 (1990), H. 1.
- [SCH91] Schalm, M.: Replikaten in verteilten Filesystemen. Wiss. Beitr. Inform. 5 (1991), H. 6.
- [SON91] Sonntag, S.: Objekte in Birlix. Wiss. Beitr. Inform. 5 (1991), H. 6.