

**Internet Anwendungen  
unter z/OS und OS/390**

**Dr. rer. nat. Paul Herrmannn  
Prof. Dr.-Ing. Udo Keschull  
Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth**

# **Internet Anwendungen unter z/OS und OS/390**

**Dr. rer. nat. Paul Herrmannn  
Prof. Dr.rer.nat. Udo Kebschull  
Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth**

**WS 2004/2005**

**Teil 1 a**

**zSeries und S/390 Architektur**

**Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth  
Raum 02-39 Hauptgebäude**

**Telephon:**

<b>07031 - 672470</b>	<b>(privat)</b>
<b>0341 - 97 - 32211</b>	<b>(Uni Leipzig)</b>
<b>07071 - 297 - 5482</b>	<b>(Uni Tübingen, Prof. Rosenstiel, Frau Reimold)</b>
<b>0172 - 8051 - 485</b>	<b>(handy)</b>

**Fax:**

<b>07031 - 760924</b>	<b>(privat)</b>
<b>0341 - 97 - 32209</b>	<b>(Uni Leipzig)</b>
<b>07071 - 610 - 399</b>	<b>(Uni Tübingen)</b>

**e-mail:**

**spruth@informatik.uni-leipzig.de  
spruth@informatik.uni-tuebingen.de  
spruth@sps-partner.de**

**Anschriften:**

**Schubertstr. 22, 71034 Böblingen  
Institut für Informatik, Uni Leipzig,  
Augustusplatz 10 - 11, 04109 Leipzig  
Fakultät für Informatik, Uni Tübingen,  
Auf dem Sand 13, 72076 Tübingen**

# **Gliederung der Vorlesung**

- 1. Wirtschaftliche und technologische Bedeutung**
- 2. S/390 Architecture, Hardware,**
- 3. Ein/Ausgabe Subsystem, Mehrrechnereinrichtungen, Clustering, PR/SM und Sysplex**
- 4. z/OS Operating System, Unix System Services, S/390 Linux**
- 5. Virtuelle Maschinen**
- 6. Sysplex, Coupling Facility und Work Load Manager**
- 7. Transaktionsverarbeitung unter CICS**
- 8. WebSphere Web Application Server**
- 9. Persistent Reuseable Java Virtual Machine**
- 10.e-Business, z/OS Internet Integration**

**Die Vorlesung kann innerhalb der praktischen Informatik mit 2 Semesterwochenstunden anerkannt und geprüft werden.**

**Prüfungstermine nach Vereinbarung.**

**Es besteht die Möglichkeit für Praktika und Diplomarbeiten auf dem Gebiet z/OS, sowohl am Institut für Informatik als auch in der Industrie, z.B. IBM Entwicklung und Forschung in Böblingen. Kontaktaufnahme mit Dr. Herrmann, Prof. Keschull oder Prof. Spruth.**

**Wir suchen gelegentlich Hilfsassistenten für die Betreuung der Übungen und/oder die Administration unseres Servers.**

# Internet Anwendungen unter OS/390

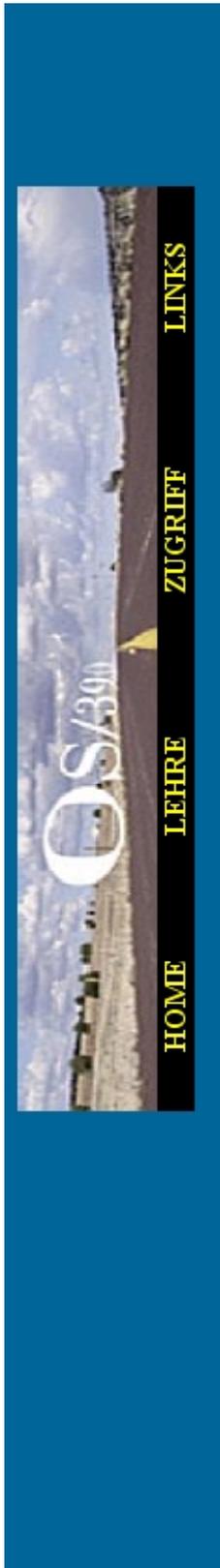
## Übungen

Es werden die folgenden OS/390 Aufgaben bearbeitet:

1. Internet Zugriff auf das OS/390 System unter Einsatz eines 3270 Emulators und Telnet (TN3270). Erstellen einer TSO Anwendung in C/C++
2. Erstellen einer CICS Anwendung in C/C++
3. Anlegen einer DB2 Datenbank
4. CICS Zugriff auf OS/390 DB2
5. WebSphere Java Servlet Programmierung unter OS/390 Unix System Services. Erstellen einer Java Server Page
6. Internet Anbindung unter CICS mit Java Präsentationslogik mit MQSeries oder dem CICS Transaction Gateway
7. WebSphere Java Servlet Zugriff auf OS/390 DB2,



Betreuung durch Herrn Dr. Herrmann, Herrn Michaelson und Herrn Müller.



Willkommen auf: [jedi.informatik.uni-leipzig.de](http://jedi.informatik.uni-leipzig.de)  
Uni Leipzig OS/390 Web Application Server

Themenbereiche:

- Warum ist OS/390 so wichtig
- Lehre
- Praktische Übungen auf unserem Server
- Forschung, Diplomarbeiten
- Publikationen
- Lehrbuch Einführung in z/OS und OS/390
- Zugriff auf unseren Server
- Implementierte jedi-Anwendungen
- Home Pages Dr. Herrmann, Prof. Kebschull, Prof. Spruth

 **This** where   
**YOU** want to  **be.**

 Exercices en français  
 OS/390 documentation in english

OS/390 WebSphere Web Application Server

## Unser neuer Rechner

<b>z/OS V 1.5 LPAR #1 2 Gbyte</b>	<b>OS/390 V 2.7 LPAR #2 1 Gbyte</b>	<b>zLinux experimental LPAR #3 1GByte</b>
<b>PR/SM</b>		
<b>S/390 Hardware</b>		

## IBM S/390 Multiprise 3000 Enterprise Server, Model H70

- Dual CPU
- 4 GByte Hauptspeicher
- < 1 TByte Plattenspeicher
- Cryptographic coprocessor mit triple DES Support
- Hardware-assisted data compression
- ESCON 17MB/sec channel

**luke.informatik.uni-leipzig.de**  
**kyle.informatik.uni-leipzig.de**

## Literatur

**U. Kebschull, P. Herrmann, W.G. Spruth: „Einführung in z/OS und OS/390“. Oldenbourg 2002,**

**M. Teuffel, R. Vaupel: „Das Betriebssystem z/OS und die zSeries“. Oldenbourg 2004, ISBN 3486-2752-83.**

**W. Zack: „Windows 2000 and Mainframe Integration“. Macmillan Technical Publishing, 1999.**

**J. Hoskins, G. Coleman: „Exploring IBM S/390 Computers“. Maximum Press 1999.**

**M. Teuffel: „TSO Time Sharing Option im Betriebssystem OS/390“. Oldenbourg, 6. Auflage,**

**J. Horswill: „Designing & Programming CICS Applications“. O´Reilly, 2000. ISBN 1-56592-676-5**

**R. Lamb: Cooperative Processing using CICS“. Mc-Graw Hill 1993.**

**R. Ben-Natan: „IBM WebSphere Starter Kit“.McGrawHill, 2000.**

**S:G:Sloan, A.K. Hernandez: „An Introduction to DB2 for OS/390“. Prentice Hall 2001**

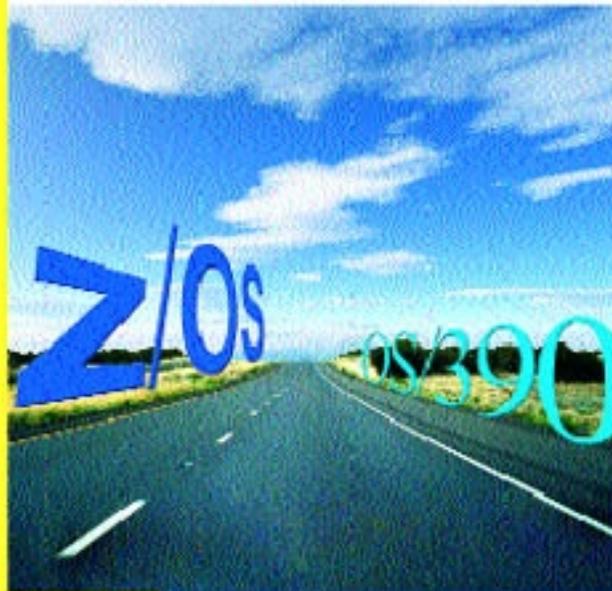
**Unterlagen zur Vorlesung sind zu finden unter  
<http://jedi.informatik.uni-leipzig.de>**

**Eine (zu) umfangreiche Literatursammlung ist zu finden unter  
[www.redbooks.ibm.com](http://www.redbooks.ibm.com)**

P. Herrmann/U. Keschull/W. G. Spruth

# Einführung in z/OS und OS/390

Web-Services und  
Internet-Anwendungen für Mainframes



 Oldenbourg

# Terminologie

**IBM bezeichnet seine Hardware als zSeries oder S/390 und das am meisten eingesetzte Betriebssystem als z/OS oder OS/390. Die früheren Rechner wurden als S/360 und S/370 bezeichnet, die Betriebssysteme als OS/360 und MVS.**

**Die Systeme zSeries und z/OS weisen gegenüber S/390 und OS/390 eine zusätzliche 64 Bit-Unterstützung auf.**

**Derzeitige zSeries-Implementierungen werden als z900 und z990 bezeichnet; die kleineren Modelle werden z800 und z890 genannt.**

**In der Umgangssprache wird häufig der Begriff Mainframe gebraucht.**

**IBM garantiert, dass alle seit 1965 entwickelte S/360 Software unmodifiziert und ohne Recompilation auf den heutigen zSeries Rechnern läuft.**

## **Der Tod der Mainframe Rechner**

***A fairly well accepted notion in computing is that the mainframe is going the way of the dinosaur.***

**Forbes, March 20, 1989**

***The mainframe computer is rapidly being turned into a technological Dinosaur...***

**New York Times, April 4, 1989**

***On March 15, 1996, an InfoWorld Reader will unplug the last mainframe.***

**InfoWorld 1991**

***...the mainframe seems to be hurtling toward extinction.***

**New York Times, Feb. 9, 1993**

***Its the end of the end for the mainframes***

**George Colony, Forrester Research,  
Business Week, Jan. 10, 1994**

## Verbreitung von OS/390

- **95% der weltweit größten 2000 Unternehmen setzen OS/390 als ihren zentralen Server ein. Insgesamt 20 000 Unternehmen verfügen über einen S/390 Rechner.**
- **Zwischen 65 und 70 % aller geschäftsrelevanten Daten werden im EBCDIC Format auf S/390 Rechnern gespeichert.**
- **60% aller geschäftsrelevanten Daten, auf die mittels des World Wide Web zugegriffen werden kann, sind in Mainframe Datenbanken gespeichert, hauptsächlich DB2, IMS und VSAM**

IBM Redbooks Series: "Java Application Development for CICS: Base Services and CORBA Client Support". IBM Form Nr. SG24-5275-00, April 1999

Ray Jones, IBM vice president Server Solutions, at Northern Illinois University, Workshop, July 11, 2000

## **Mission Critical Applications**

**IBM has successfully maintained the S/390 Platform as the server of choice for mission critical applications.**

**Industry analysts estimate that 50 - 75 % of all such applications run on S/390 mainframe systems.**

[http://www.powerlan.com.au/pwr\\_web\\_site/rwpattach.nsf/viewasattachmentPersonal/AFE148BAE7CD7BB1CA256A9B00064B1E/\\$file/pwrCatalogueMay2001.pdf](http://www.powerlan.com.au/pwr_web_site/rwpattach.nsf/viewasattachmentPersonal/AFE148BAE7CD7BB1CA256A9B00064B1E/$file/pwrCatalogueMay2001.pdf) , page 11

mirrored on <http://jedi.informatik.uni-leipzig.de>

## **Wachsende Bedeutung der zSeries Rechner**

**Aktueller Marktbericht der Fa. IDC, 2. Quartal 2004.  
Einige Highlights aus dem Report:**

- **IBM ist der weltweit führende Server-Anbieter nach Umsatz, mit 32,5 Prozent Marktanteil am weltweiten Markt. Dies entspricht einer Steigerung von 1,4 Prozentpunkten im Jahresvergleich.**
- **Den Umsatz bei Servern konnte IBM im Vergleich zum 2. Quartal 2003 um 11,7 Prozent steigern.**
- **IBM's Umsatz bei Mainframe-Rechnern wuchs überproportional um 40,6 % im Vergleich zum Vorjahr.**

**Pressemitteilung 7. Oktober 2004:**

**IBM plant weltweit in den Jahren 2005 - 2007 die Einstellung von 10 000 Nachwuchskräften für den Bereich zSeries und z/OS. Auf Deutschland entfallen davon ca. 10 %.**

# **IBM zSeries Ankündigung**

## **7. Oktober 2004**

**New Workloads: 70 % of Revenue**

**Linux: 20 % of Revenue**

**Java/e-Business: 30 % of Revenue**

**Wesentliche Steigerung der Investitionen in zSeries und z/OS**

**Ausbildung von 10 000 Berufsanfängern in zSeries und z/OS  
innerhalb der nächsten drei Jahre**

# **zSeries, S/390, z/OS, OS/390**

## **Technologische Führungsposition**

**Sehr viele technologische Eigenschaften werden zuerst auf der z/OS Plattform eingeführt, ehe sie (teilweise viel später) auf anderen Plattformen wie Unix und Windows verfügbar sind. Beispiele sind (Herbst 2003):**

- **Architektur**
- **Hardware-Technologie**
- **Ein-/Ausgabe**
- **Clustering, Sysplex, Mehrfach-Rechner Systeme**
- **Partitionierung und PR/SM LPAR Mode**
- **Skalierung mit Hilfe der Coupling Facility**
- **Goal-orientierter Workload-Manager**
- **CICS-Transaktions-Manager**
- **MQSeries**
- **WebSphere**
- **Persistent Reuseable Java Virtual Machine**

Beispiel : Die Persistent Reuseable Java Virtual Machine ist 320 mal schneller als die normale Java Virtual Machine. Verfügbar nur unter z/OS .

	<b>Compaq Proliant W2000</b>	<b>SUN Exxxx Solaris</b>	<b>HP HP9000 HPUX</b>	<b>IBM S/390 OS/390</b>
<b>Processor Technology</b>	7	6	10	10
<b>Systems Performance</b>	30	50	50	50
<b>Clustering Performance</b>	2	4	4	10
<b>Single Systems Availability</b>	20	30	30	50
<b>Multiple Systems Availability</b>	20	24	32	40
<b>Workload Management</b>	5	20	30	50
<b>Partitioning</b>	4	28	16	40
<b>Systems Management</b>	28	24	28	40
<b>Totals</b>	<u>116</u>	<u>186</u>	<u>200</u>	<u>290</u>

**Application Server Evaluation Model  
Technology Comparision  
Gartner Group, February 2001**

Hohe Punktzahl ist besser

## Verfügbarkeit (Availability)

Verfügbarkeit wird in „classes of 9s“ gemessen:

	Class of 9s	Outage	Example
<b>Continuous Availability</b>	<b>99,999 %</b>	<b>5 min/year</b>	<b>z/OS Parallel Sysplex</b>
<b>Fault Tolerant</b>	<b>99,99%</b>	<b>53 min/year</b>	<b>S/390 Parallel Sysplex</b>
<b>High Availability</b>	<b>99,9%</b>	<b>8,8 hrs/year</b>	<b>ES/9000 XRF Fault Tolerant Sys.</b>
<b>General Purpose</b>	<b>99%</b>	<b>88 hours/year</b>	<b>ES/9000 High Avail. Cluster SMP</b>
<b>Campus LAN</b>	<b>90%</b>	<b>876 hours/year</b>	

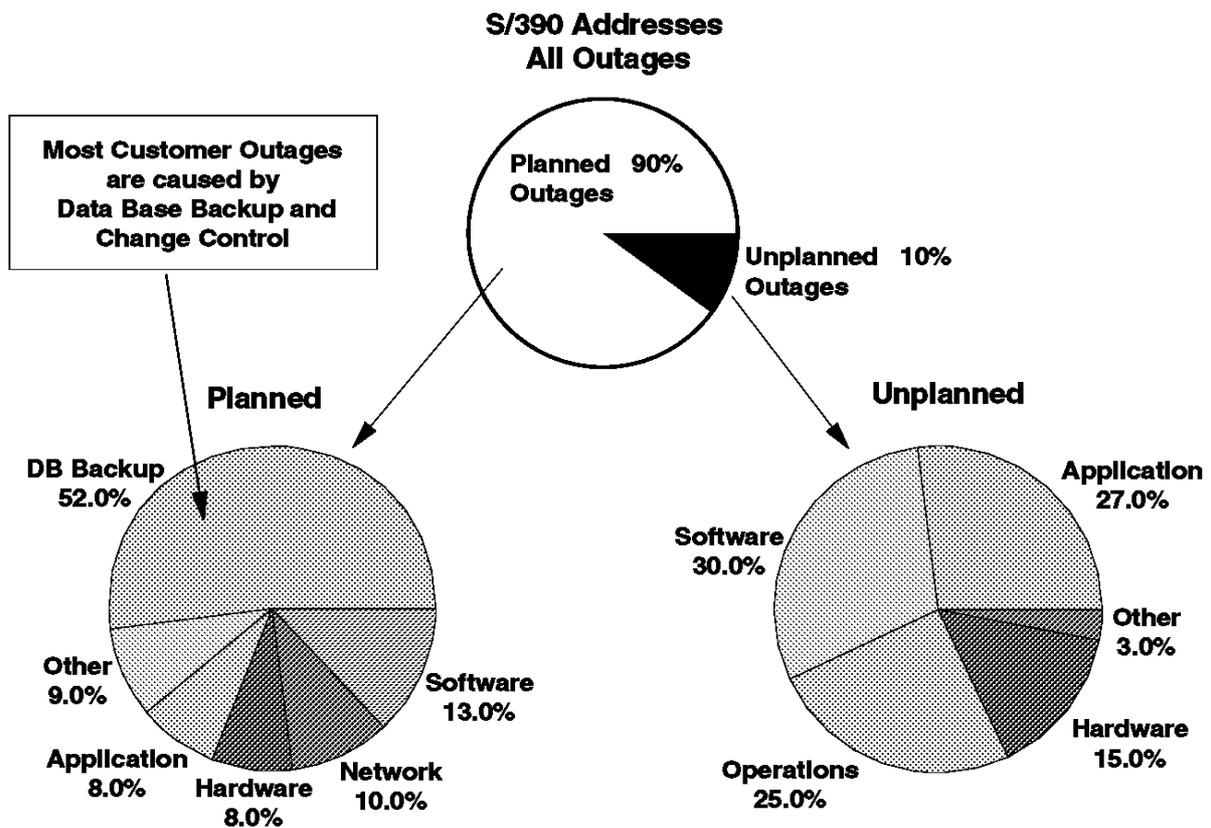
Eine Outage (unavailability) ist die Zeit, in der ein System für den Endbenutzer nicht verfügbar ist. Outages können geplant oder unerwartet sein. Geplante Outages haben Gründe wie Datenbank Reorganisation, Release Wechsel und Netzwerk Umkonfiguration.

Moderne Systeme vermeiden geplante Outages.



## Mögliche Maßnahmen

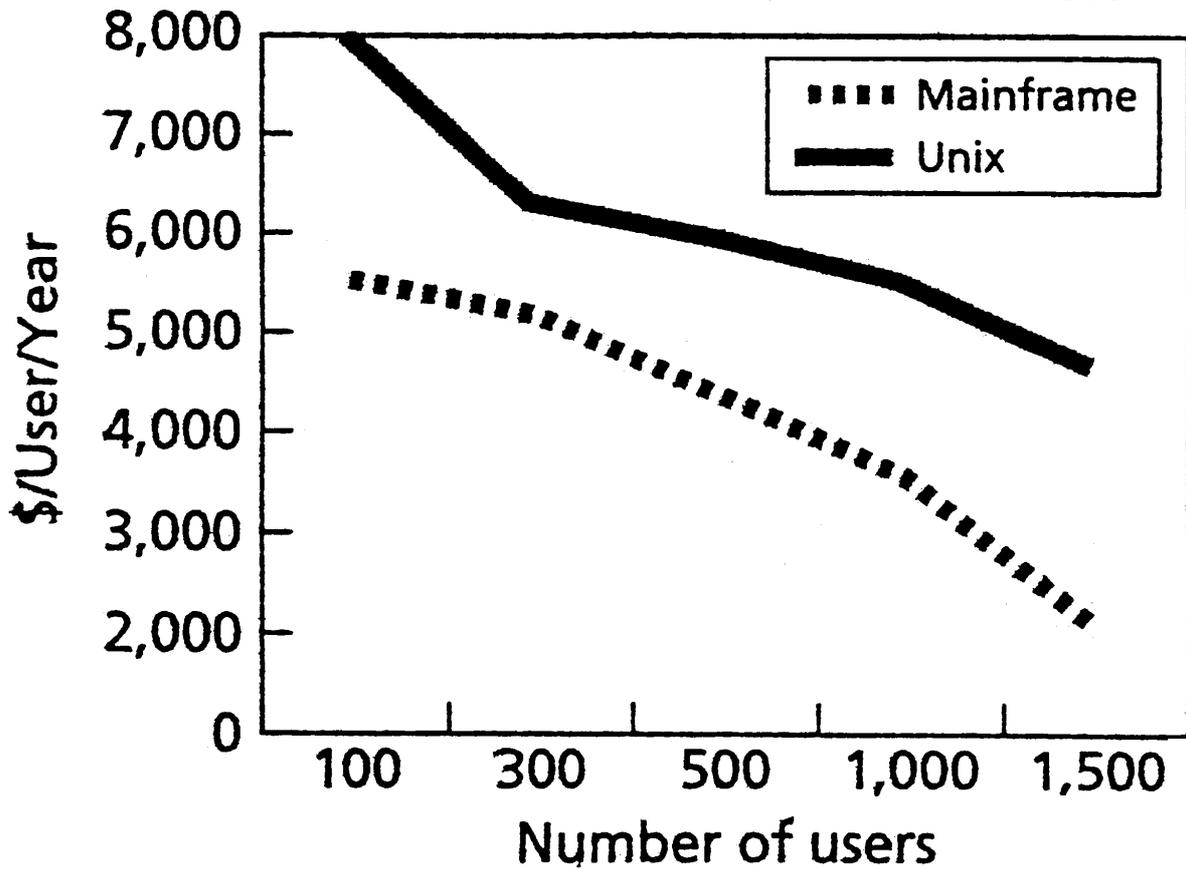
- Alle Ebenen der Speicherhierarchie durch Fehlerkorrekturcodes schützen
- Versagende Processors oder Speichereinheiten non-disruptively abschalten
- Automatisches Enabling von Backup Komponenten
- Operationale predictive Maintenance Tools ständig mitlaufen lassen
- "Mean time between failure" in Jahrzehnten messen



**Database Backups (und Reorganisation) können den größten Beitrag zur Unavailability von Client/Server Systemen leisten.**

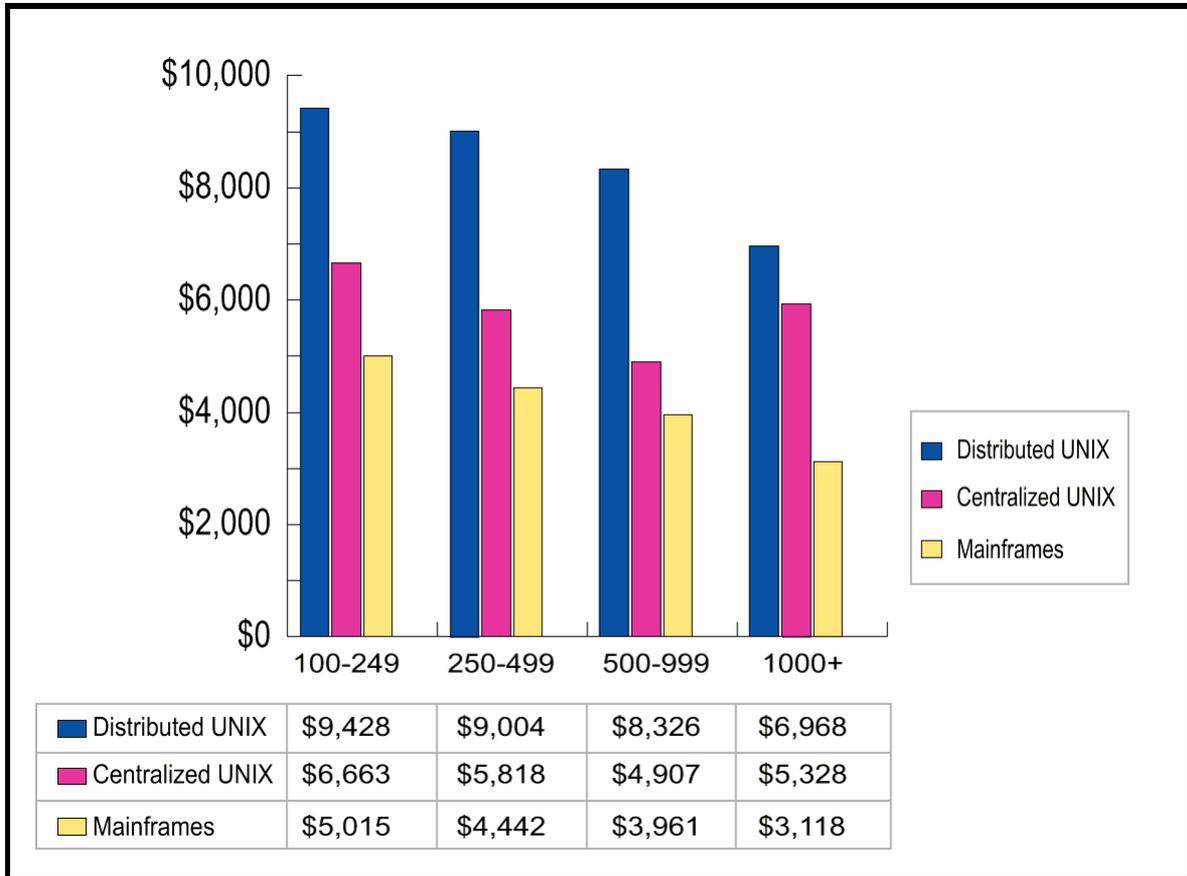
**International Technology Group, January 2000**

### Cost per user/year: Mainframes versus Unix servers



**Declining cost per user due to mainframe scalability versus Unix server scalability.**

Ted Lewis: „Mainframes are dead, long live Mainframes.“ IEEE Computer, Aug. 1999, p. 104.



## Average annual transaction processing costs per user

International Technology Group, 2/99

“...the original impetus for distributed computing has been blunted by the realities of expense, maturity, scalability and complexity in the distributed environment.”

- Gartner Group, 2000

# **Deutsche Bank**

## **Beispiel für eine Großinstallation, 3Q99**

### **Zentrale IT Installation**

**25 OS/390 Installationen**  
**140 DB2 Datenbanksysteme**  
**572 CICS Transaktionsmonitore**  
**200 AIX Server**  
**400 OS/2 oder NT Server**  
**1700 Router**

### **auf den Filialen**

**300 AIX Server**  
**4800 OS/2 Server**  
**> 50 000 OS/2 Klienten**

**Es ist beabsichtigt, die Klienten nicht mehr auf NT oder Linux umzustellen, sondern auf Emd-User Maschinen mit limitierter Software Ausstattung.**

**Ein Teil der auf die Klienten Seite ausgelagerten Funktionen sollen in die Datenzentren zurückkehren.**

**Tivoli System Management**

Dass Versicherungen auch attraktive IT-Arbeitgeber sind, erkennen immer mehr Bewerber. Hier gibt es nicht nur interessante, sondern auch vergleichsweise sichere Jobs, die oft mit attraktiven Zusatzleistungen wie betrieblichen Rentenmodellen ausgestattet sind. Die Folge: Die großen Unternehmen bekommen viele Bewerbungen, zum Teil auch von der gesuchten Spezies der Informatiker.

Allerdings fahren auch die Versicherungen angesichts der aktuellen Marktlage einen restriktiveren Kurs in Sachen IT-Personal als in der Vergangenheit. Die DBV-Winterthur beispielsweise stockte ihre IT-Abteilung noch 2002 um 80 auf 320 Mitarbeiter auf, heuer wird sie statt der ursprünglich anvisierten 50 nur zehn zusätzliche IT-Jobs schaffen. „Wir behalten unsere strategischen Ziele in der IT bei – fokussieren uns aber aufgrund der Marktgegebenheiten auf die Dinge, wo direkter betriebswirtschaftlichen Nutzen zu realisieren ist“, so Leibold. Gebraucht werden nicht mehr Be-

rufseinstreicher, sondern in erster Linie Spezialisten, sei es für die Anwendungsentwicklung im Großrechnerbereich oder Systemingenieure für Sun Solaris.

Nach Mainframe-Experten müssen die Versicherungen aber nach wie vor länger suchen, bis sie einen geeigneten Kandidaten finden. Da die einst als veraltet verschriene Host-Technologie an den meisten Universitäten nicht mehr gelehrt wird, verfügen jüngere Bewerber kaum noch über die gefragten Kenntnisse. „Im Mainframe-Bereich können Sie es sich gar nicht erlauben, Mitarbeiter über 40 Jahren nicht mehr einzustellen“, sagt Claudius Lierow, der bei der DBV-Winterthur die Personalbetreuung in München leitet. Darum haben Bewerber auch ohne spezifische Erfahrung im Mainframe-Umfeld eine Chance, wenn sie glaubhaft darstellen, warum sie in der Großrechnerwelt arbeiten wollen. „Wenn sie es nur als Notlösung sehen, weil es im Web-Design oder Client-Server-Umfeld wenige Jobs gibt, geht das meistens schief“, so Lierow.

Linux und Internet-Technologie machen die Computerveteranen jetzt auch an den Unis wieder hoffähig

# Großrechner brauchen frisches Personal

Großrechnerspezialisten sind nachhaltig gefragt. Doch die alte Mainframer-Generation tritt über kurz oder lang ab. Grund genug, dass auch an den Unis wieder für Nachwuchs gesorgt wird.

Von der Branchenkrise unberührt zeigt sich die Nachfrage nach Mainframe-Spezialisten. Denn die Großrechner, in der Vergangenheit oft totgesagt, sind quicklebendig – so jedenfalls lautet die Erfahrung von Rudolf Harnisch, Vorstand der Bayerischen Landesbank und zugleich Vorstandsvorsitzender des Software-Forems Bayern. „Große Finanzdienstleistungsunternehmen werden noch viele Jahre nicht auf Großrechner verzichten können“, prophezeit er.

## Tipps für Neu-Mainframer

Knowhow gibt es hier:

- An Hochschulen wie der Uni Leipzig oder Tübingen, wo Mainframe-Systeme wieder zum Lehrstoff gehören;
- an der IT Akademie Bayern, die in Kooperation mit der Uni Leipzig angehende Mainframer ausbildet ([www.it-akademie-bayern.de](http://www.it-akademie-bayern.de));
- bei IBM, wo Studenten und Entwickler einen kostenlosen Zugang zu einer Linux-OS/390-Umgebung erhalten ([www.ibm.com/servers/eserver/zseries/os/linux/lets](http://www.ibm.com/servers/eserver/zseries/os/linux/lets));
- bei Spezialisten wie Spectrum & Partner aus Wiesbaden, die mit praxisorientierten Schulungen aufwarten ([www.spectrum-ag.de](http://www.spectrum-ag.de)).

oder OS/390 sei Ähnliches zu erwarten. Das Hauptproblem heißt Überalterung. So sind mehr als ein Drittel der bei Gulp eingetragenen PL1-Programmierer Jahrgang 1950 und älter. Zum Vergleich sind 38 Prozent der Java-Entwickler nach 1970 geboren.

Bewerber mit Mainframe-Kenntnissen haben also gute Karten. Dieses Knowhow kann man sich zunehmend auch wieder an den Universitäten holen. Vorreiter ist die Uni Leipzig, wo sich die Gruppe um Professor Wilhelm Spruth IBMs OS/390-Plattform angenommen hat. Dort besitzt man einen Mainframe, der mittlerweile auch der Uni Tübingen zur Verfügung steht. Ein Grund dafür, dass der Großrechner an Hoch-



**Mainframes haben ihren festen Platz im E-Business. Deshalb sind Großrechnerspezialisten wieder eine gefragte Spezies. Foto: IBM**

schulen wieder in sind, liegt in der Linux-Portierung durch IBM, aber auch in der Unterstützung der Programmiersprache Java. Das alles trägt dazu bei, dass die Unterschiede zwischen den Rechnerwelten zusehends verschwinden.

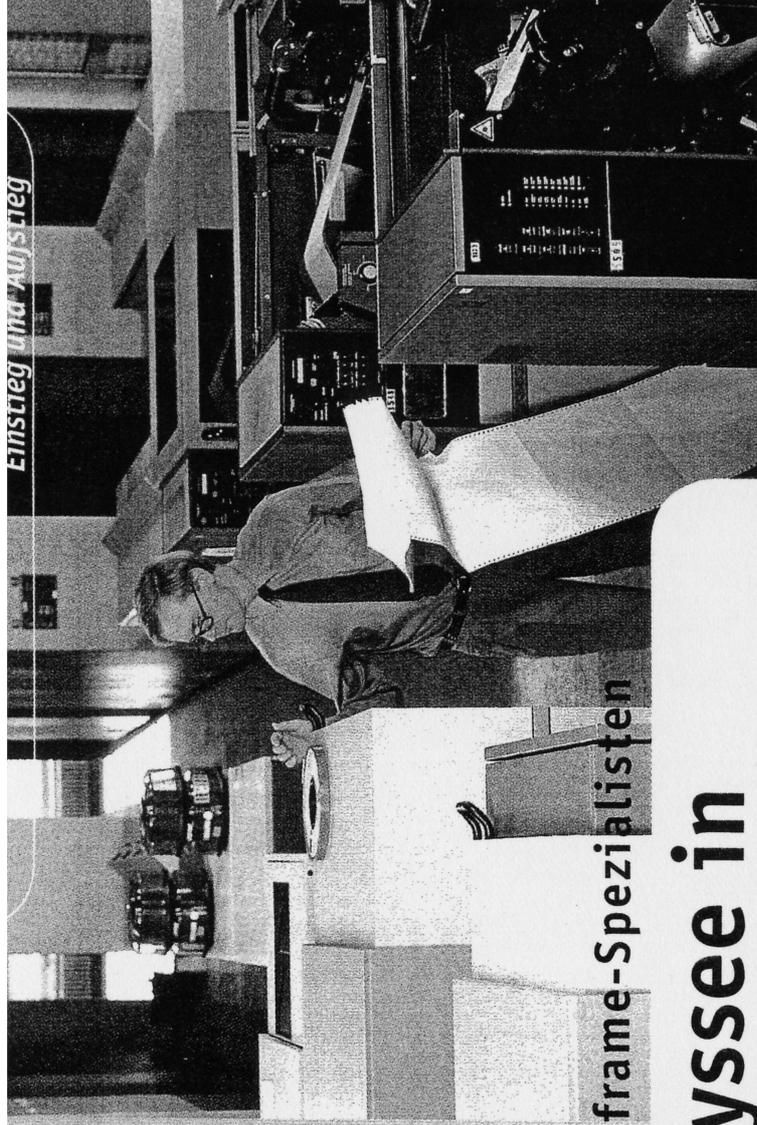
Text: Arnd Westerdorf  
Foto: Mauritius

Früher zählten Großrechner zum Modernsten, was es gab. Mit ihnen hoben die Menschen ins Weltall ab und wurden in Filmen wie „2001: Odyssee im Weltraum“ zu Statisten degradiert. Im Jahr 2002 wird die Science-Fiction von der Wirklichkeit eingeholt: Verzweifelt suchen Universitäten und Unternehmen nach Großrechner-Spezialisten.

Unternehmen suchen Mainframe-Spezialisten

# Nachwuchs-Odyssee in der Großrechnerwelt

Einstieg und Aufstieg



Heiß begehrt: Die Herren der  
Mainframe-Rechner.

1/2003

UNICUMBERUF



Good morning !  
Today is 16. Juli 2036.

your 1370  
Computer



**G. Amdahl**

**G.A. Blaauw**

**F.P. Brooks**

# **/360 Architektur**

**1964**

**8 Bit Byte**

**Mehrzweckregister**

**Byte Adressierung**

**Überwacher**

**Kanalprogramm**

## *Alpha Architecture Reference Manual*

The Alpha architecture is a RISC architecture that was designed for high performance and longevity. Following Amdahl, Blaauw, and Brooks,<sup>1</sup> we distinguish between architecture and implementation:

- Computer architecture is defined as the attributes of a computer seen by a machine-language programmer. This definition includes the instruction set, instruction formats, operation codes, addressing modes, and all registers and memory locations that may be directly manipulated by a machine-language programmer.
- Implementation is defined as the actual hardware structure, logic design, and data-path organization.

---

1. Amdahl, G.M., G.A. Blaauw, and F.P. Brooks, Jr. "Architecture of the IBM System/360." *IBM Journal of Research and Development*, vol. 8, no. 2 (April 1964): 87-101.

# Charakteristika aus Benutzersicht

- **Kompatibilität**                    **1964 - heute**
- **Skalierbarkeit**                    **> 10 000 echte parallele Benutzer**
- **Robustheit**                        **null System Restarts in 5 Jahren**
- **Zuverlässigkeit**
- **Sicherheit**

**Angriffe von außen**  
**Bedienerfehler**

**RACF**  
**cd /; rm -r -v**

**EBCDIC - ASCII**

**Benutzer Subsysteme JES2/3, TSO, OPEN MVS**

**Anwendungen in COBOL, PL/1 Assembler, REXX**

**CKD Dateiformat**

**VSAM, IMS, DB/2 Dateisysteme, Datenbanken**

**3270 Bildschirmprotokoll**

**SNA / LU 6.2**

1964	S/360	Uniprocessors, single-user batch (PCP), and 24-bit addressing (16 MB). Real memory only (typically less than 128 KB)
1968		First two-way SMP. Concurrent batch (up to 15 jobs). Printer spooling.
1970	S/370	Interactive time sharing (TSO).
1971	OS/VS1	Virtual storage (up to 16 MB). Workload management of mixed workloads. Transaction managers and database management.
1974	MVS/370	Multiple 16 MB address spaces. Tools for measurement (RMF), security (RACF). Clustered systems.
1981	MVS/XA	31-bit addressing (2 GB) real and virtual. Multiple 31-bit address spaces. Dynamic Channel Architecture (up to 8 paths per device). Dynamic path reconnection. Alternate Path Retry.
1983	3084	.First four-way SMP. First relational database (DB2).
1985	3090	Expanded storage (up to 16,000 TB addressability)
1987		First six-way SMP. PR/SM
1988	MVS/ESA	B1 security rating.
1990	S/390	Fiber optic channels (ESCON). I/O configuration management (ESCON Manager). Base sysplex. APPC for interprogram communication.
1993	ES/9000	First eight-way SMP.
1993		MVS OpenEdition (Version 4.3).
1994	ES/9000	First ten-way SMP. Parallel query systems (Parallel DB2). RAID disk (RAMAC). Parallel Sysplex. MVS workload manager. MVS OpenEdition (Version 5.1).
1994	9672	Technology change bipolar to CMOS.
1995		MVS OpenEdition (Version 5.2).
1996	OS/390	OS/390 Release 2 branded XPG4 UNIX compliant by X/OPEN.
1998	9672	Generation 5 - First S/390 system > 1,000 MIPS
1999	9672	Generation 6 - 200 MIPS per processor, 12 Way system, 1600 MIPS System
2000	zSeries, z/OS	64 Bit Erweiterung

## S/390 History

**Architektur aufwärts Kompatibilität: In 1965 geschriebene Maschinenprogramme laufen unverändert auf den heutigen Systemen.**

Register Number	Control Register 64 bits	Access Register 32 bits	General Register 64 bits	Floating Point Register 64 bits
0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
12	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
13	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
14	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Z-Series Control-, Access, Mehrzweck- und Gleitkomma Register**

ASCII-Tabelle

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2	SP	!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Ä	Ö	Ü	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	ä				

EBCDIC-Tabelle

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	PF	HT	LC	DEL			SMM	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	TM	RES	NL	BS	IL	CAN	EM	CC	CU1	IFS	IGS	IRS	IUS
2	DS	SOS	FS		BYP	LF	ETB	ESC			SM	CU2		ENQ	ACK	BEL
3			SYN		PN	RS	UC	EOT				CU3	DC4	NAK		SUB
4	SP										¢	.	<	(	+	
5	&										!	\$	*	)	;	¬
6	-	/										,	%	_	>	?
7											:	#	@	'	=	"
8		a	b	c	d	e	f	g	h	i						
9		j	k	l	m	n	o	p	q	r						
A		~	s	t	u	v	w	x	y	z						
B										`						
C		A	B	C	D	E	F	G	H	I						
D		J	K	L	M	N	O	P	Q	R						
E		\	S	T	U	V	W	X	Y	Z						
F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						

## ASCII- und EBCDIC Zeichentabellen

Beispiele: ASCII **R = Hex 52** ; EBCDIC **R = Hex D9** ;

Weltweit sind etwa 60% aller wirtschaftlich relevanten Daten im 8 Bit EBCDIC Standard (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) abgespeichert. Etwa 40% aller wirtschaftlich relevanten Daten sind im 7 Bit ASCII Standard (American Standard Code for Information Interchange) bzw. seiner 8 bit Erweiterung abgespeichert.

# GLEITKOMMA - STANDARDS

IEEE 754	Fraktion	Exponent
Short	23 Bit	8 Bit
Long	52	11
"Extended" (Unecht)	64	15

S/390	Fraktion	Exponent
Short	24 Bit	7 Bit
Long	56	7
Extended (Echt)	112	7

Zahlenbereich von etwa  $10^{-79}$  .....  $10^{+75}$

Die meisten Mikroprozessor - Architekturen verwenden den IEEE 754 Standard.

z/OS und S/390 Rechner verwenden hauptsächlich den S/390 Standard, daneben aber auch den IEEE 754 Standard.

VAX und Alpha Rechner der Firma DEC verwenden neben dem IEEE 754 Format außerdem auch noch einen eigenen Standard, darunter ein echtes (128 Bit) Extended Format.

Weitere, inkompatible Standards bei Cray, Convex.

# Dezimalarithmetik

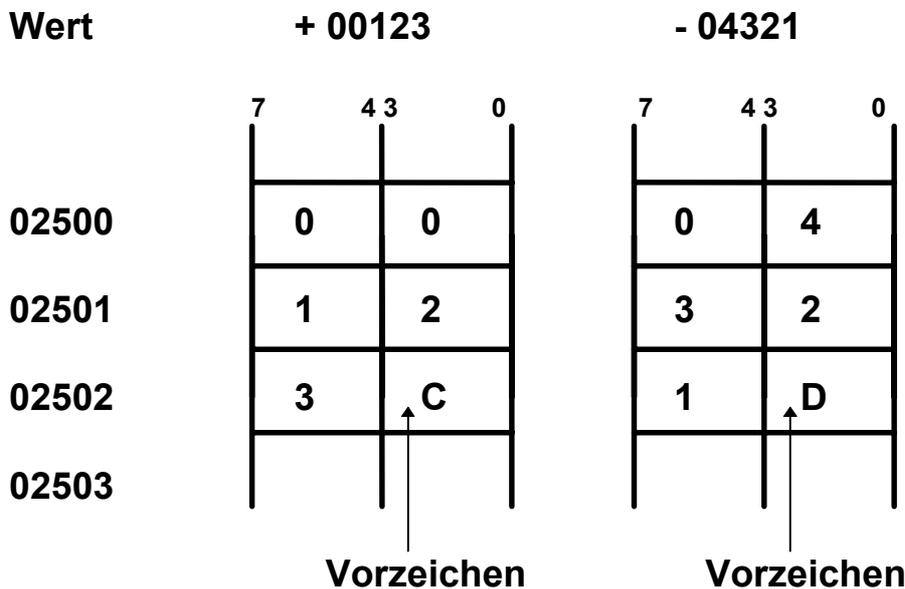
Darstellung als „gepackte dezimale Zeichenfolge“, 0 .. 31 Ziffern

2 Ziffern pro Byte (eine Ziffer pro Nibble)

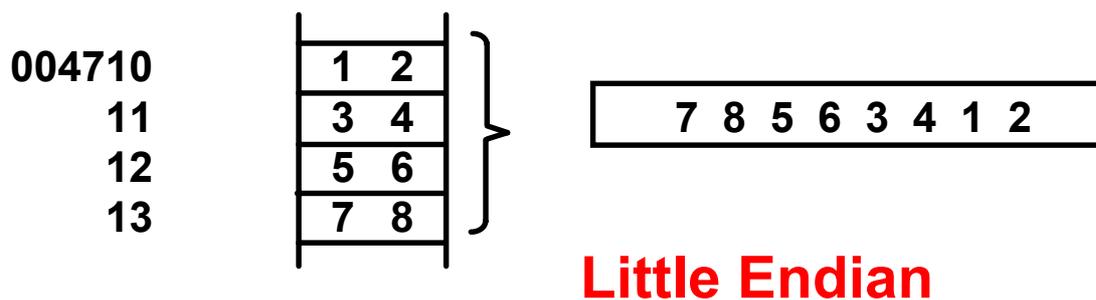
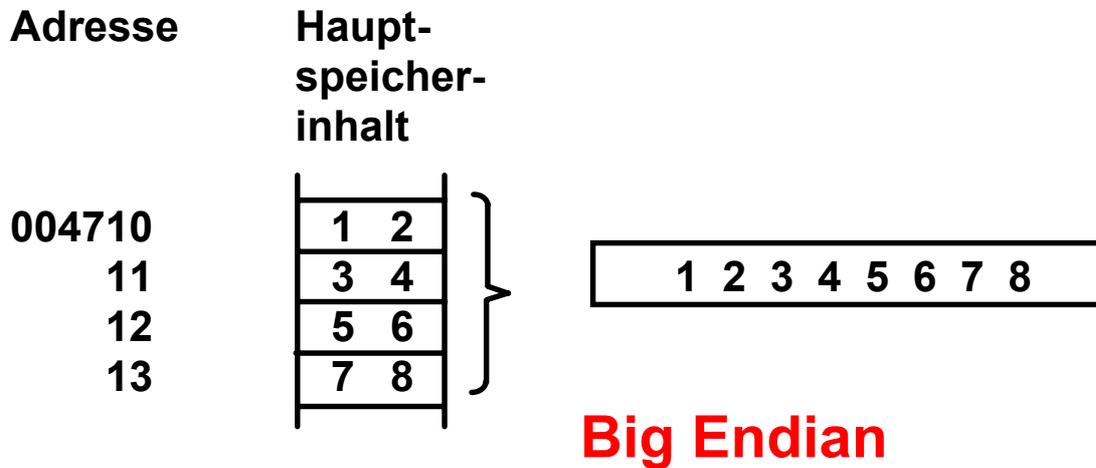
Hauptspeicheradresse der Zeichenfolge zeigt auf das werthöchste Byte. Bytes mit ansteigender Adresse beinhalten Ziffern mit abnehmenden Stellenwert

Das letzte Nibble enthält das Vorzeichen

Beispiel: Gepackte dezimale Zeichenfolge auf Hauptspeicheradresse 02500



Identische Darstellung bei S/390, AS/400, VAX und BS/2000



Wenn Halbworte oder Worte im Hauptspeicher gespeichert sind, dann befindet sich an der adressierten Hauptspeicherstelle:

- Das wertniedrigste Byte bei Little Endian Rechnern
- Das werthöchste Byte bei Big Endian Rechnern

Die Bytes eines Halbwortes oder Wortes werden bei Little Endian Rechnern in umgekehrter Reihenfolge abgespeichert wie bei Big Endian Rechnern.

## **Byte Ordering**

Hauptspeicheradressen sind Byteadressen - es wird ein bestimmtes Byte adressiert.

Bei Zugriff auf ein Halbwort, Wort oder Doppelwort im Hauptspeicher bezieht sich Adresse entweder auf das werthöchste oder das wertniedrigste Byte.

## **Little Endian**

Das wertniedrigste Byte wird adressiert. Beispiele:

DEC Alpha

DEC VAX

Intel Pentium, Pentium Pro

Intel 80860

## **Big Endian**

Das werthöchste Byte wird adressiert. Beispiele:

HP Precision

IBM ESA/390

IBM/Motorola PowerPC (mit little Endian Option)

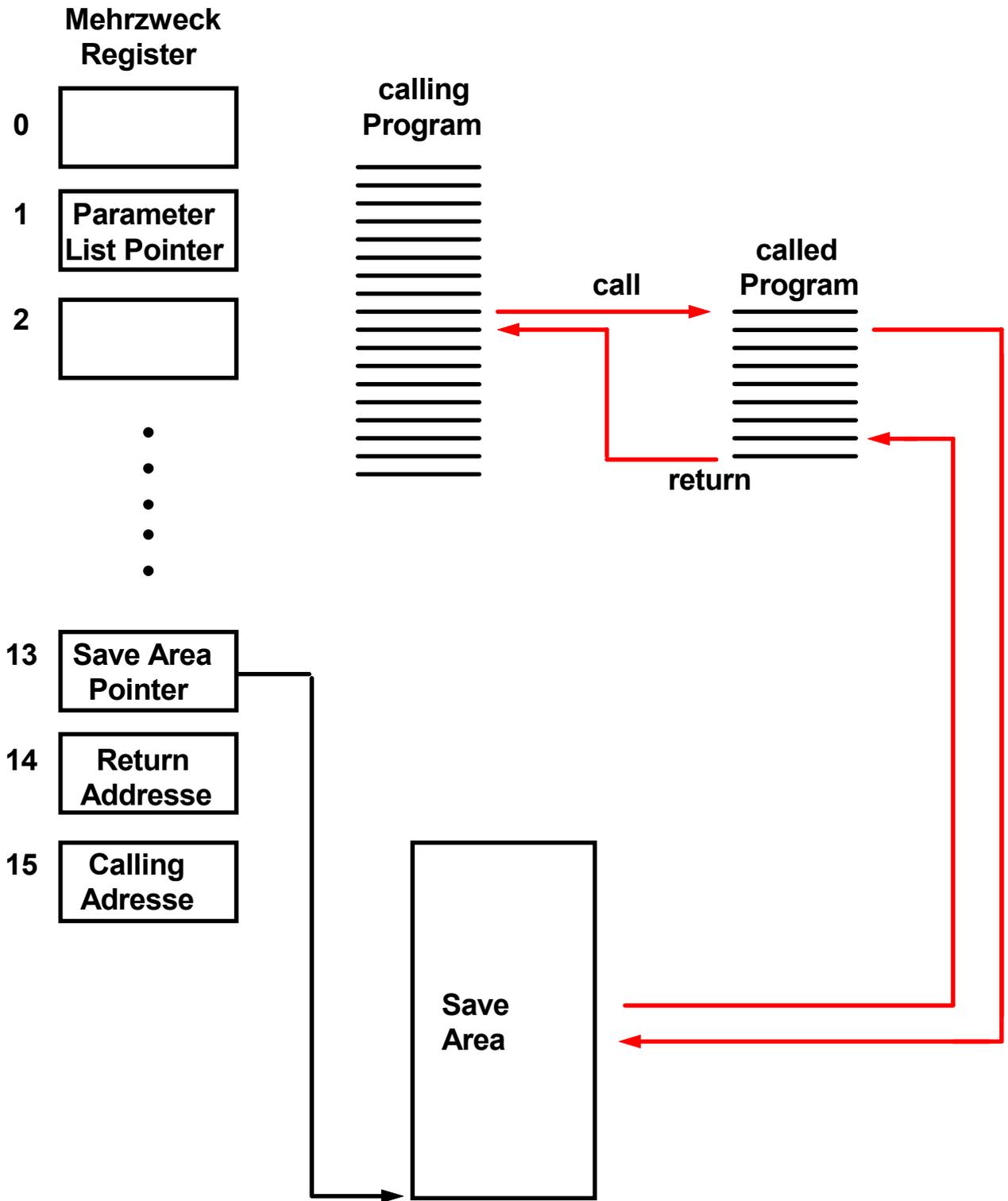
MIPS 10000 (mit little Endian Option)

Motorola 68040

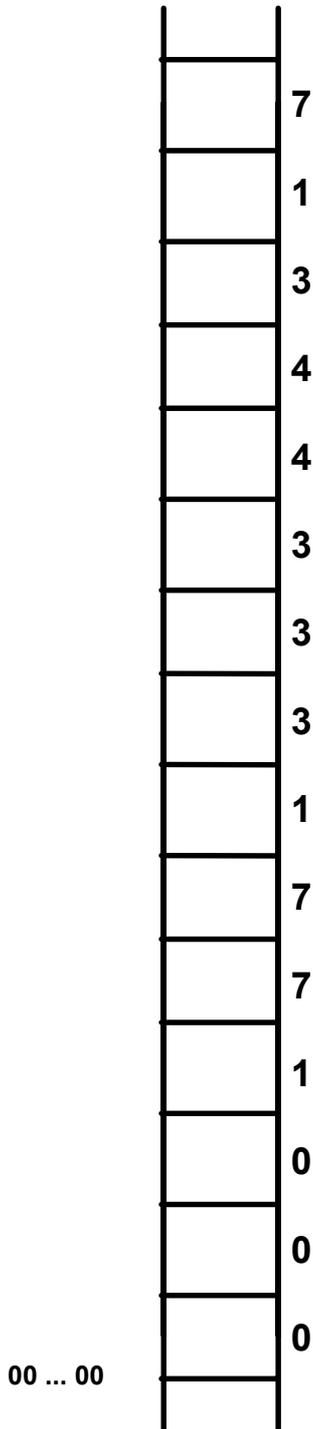
Motorola 88110 (mit little Endian Option)

Sun Sparc

Beim Internet (TCP/IP) wird der Big Endian Standard eingesetzt (Network Byte Order)



## S/390 Unterprogramm Aufruf



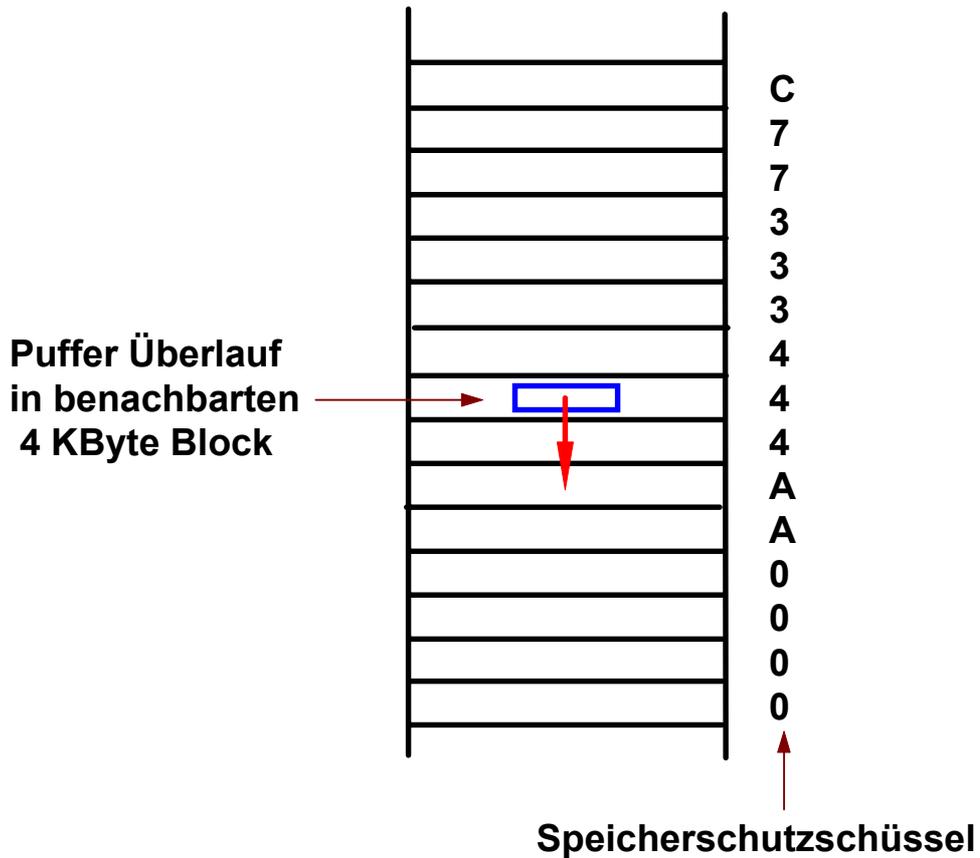
**Hauptspeicher aufgeteilt in Blöcke (Rahmen) zu je 4096 Bytes**

**Jedem Block wird vom Kernel eine Speicherschutznummer zwischen 0 ... 15 zugeordnet**

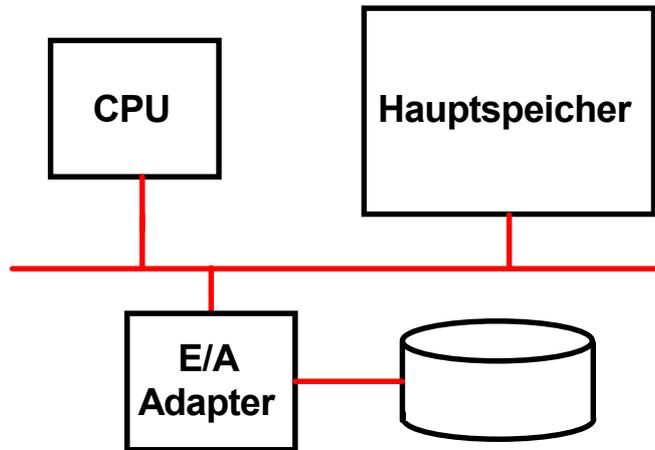
## **S/390 Speicherschutz**



Hauptspeicher aufgeteilt in  
4 KByte Blöcke (Seitenrahmen)  
mit unterschiedlichen  
Speicherschutzschlüsseln

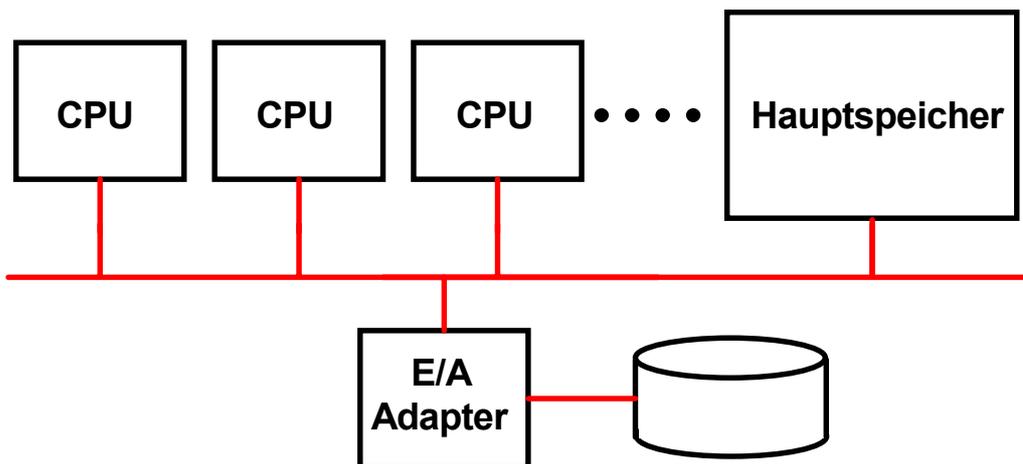


**Verhinderung des Puffer Überlaufs  
(Buffer Overflow)**



## Grundsätzliche S/390 Architektur

Asymmetrischer Multiprozessor. Der intelligente E/A Adapter (Channel Subsystem plus Control Unit) führt sein eigenes Programm aus. Die Befehle werden als CCW's (Channel Command Words) bezeichnet.



## Typische S/390 Konfiguration

# **OS/390 Hardware Konsole**

## **Kombiniert Funktionen:**

**Boot Manager = IPL  
BIOS setup  
Utilities**

## **Architekturierte Funktion**