

**Einführung in
z/OS und OS/390**

**Dr. rer. nat. Paul Herrmann
Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth**

Einführung in z/OS und OS/390

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

WS 2006/2007

Teil 1

zSeries und S/390 Architektur

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

Telephon:

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

Fax:

07031 - 760924	(privat)
0341 - 97 - 32209	(Uni Leipzig)
07071 - 610 - 399	(Uni Tübingen)

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**

Mainframe

Der zentrale Server in großen Wirtschaftsunternehmen und staatlichen Organisationen

In den allermeisten Fällen läuft auf einem Mainframe das z/OS Betriebssystem (andere Bezeichnungen OS/390, MVS).

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 und andere Erweiterungen (z.B. Kryptografie) auf.

Derzeitige zSeries-Implementierungen bestehen in aufsteigender Reihenfolge aus den Modellen 800, 890, 900, 990 sowie z9 109. Seit 2006 wird auch der Begriff System z benutzt. Sehr viele ältere Modelle sind noch im Einsatz (G3, G4, G5, G6).

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

Die Fujitsu Siemens S-Serie Systeme sind S/390 kompatibel. Auf ihnen läuft OS/390 sowie das hauseigene BS2000 Betriebssystem. Keine 64 Bit Erweiterung.

In der Umgangssprache wird häufig der Begriff Mainframe gebraucht.

Die Firma Fundamental Software vertreibt den FLEX-ES Emulator. Hiermit ist es möglich, z/OS auf einem Intel-Rechner laufen zu lassen, allerdings mit stark verringerter Leistung. Ähnliches leistet der Public Domain Hercules Emulator, der aber von IBM (im Gegensatz zu FLEX-ES) nicht unterstützt wird. Die Fujitsu Siemens SX Serie Systeme emulieren auf SPARC Rechnern die BS2000 Architektur.

Gliederung der Vorlesung

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

Die Vorlesung kann innerhalb der praktischen Informatik mit 2 Semesterwochenstunden anerkannt und geprüft werden. Prüfungstermine nach Vereinbarung.

Scriptum der Vorlesung unter

<http://www.informatik.uni-leipzig.de/cs/>

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, oder Prof. Spruth.

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

Einführung in z/OS und 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 Michaelsen und Herrn Müller.

Menü

Home
 Lehre
 Tutorials OS/390
 Tutorials z/OS
 Diplomarbeiten
 Publikationen
 Rechner
 Anwendungen
 Zugriff
 Links
 Mitarbeiter

Lehrbuch

Willkommen auf jedi.informatik.uni-leipzig.de

Uni Leipzig OS/390 Web Application Server

Im dramatisch ansteigenden Internet-Computing erleben die vor ca. fünfzehn Jahren als Dinosaurier abgestempelten Mainframes eine unglaubliche Renaissance. Nach dem Motto "The mainframes are dead, long live the mainframes" erobern die Großrechner besonders auf dem Internet-Markt verlorengelobtes Terrain zurück und verdrängen zunehmend PCs und Workstations in dem Bereich Client/Server-Architekturen. Die Anzahl der bereits bestehenden und geMainframe-Installationen in den Geschäftsbereichen e-economy und e-t übertrifft weltweit inzwischen alle Erwartungen. Dieser Trend stützt sich hohe Zuverlässigkeit, Sicherheit und enorme Verarbeitungsleistung.

Auf dieser Web-Seite werden die Bemühungen am Institut für Informatik Universität Leipzig, den interessierten Studenten und Absolventen grund Kenntnisse in der Hard- und Software-Architektur der IBM /390-Rechner modernster Internet-Technologien zu vermitteln, vorgestellt.

Rechner – Konfiguration

jedi.informatik.uni-leipzig.de

Padme	lucas	kenob
z/OS V 1.5 LPAR #1 1 Gbyte	OS/390 V 2.7 LPAR #2 1 Gbyte	zLinux experimental LPAR #3 2GByte
PR/SM		
S/390 Hardware		

IBM S/390 Multiprise 3000 Enterprise Server, Model H70

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

padme.informatik.uni-leipzig.de
lucas.informatik.uni-leipzig.de
kenob.informatik.uni-leipzig.de

Literatur

U.Kebschull, P. Herrmann, W.G. Spruth: „Einführung in z/OS und OS/390“. 2. auflage, Oldenbourg 2004, ISBN 3-486-27393-0.

M. Teuffel, R. Vaupel: „Das Betriebssystem z/OS und die zSeries“. Oldenbourg 2004., ISBN 3-486-27528-3

W. Greis: „Die IBM-Mainframe-Architektur“. Open Source Press, 2005, ISBN 3-937514-05-8.

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

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**

Und was ist passiert ?

A decade after pundits declared the mainframe dead, more than 70% of the world's digital information resides on these machines. And last year (2003), IBM's sales of big iron actually increased 6%, to \$4.2 billion

http://www.businessweek.com/magazine/content/04_13/b3876068.htm

Nach wie vor werden zwischen 70 und 90 Prozent des weltweiten Datenbestands von Mainframe-Installationen verwaltet.

Computerwoche 9/2006, 3. März 2006, S. 26

Verbreitung von OS/390

- **95% der weltweit größten 2000 Unternehmen setzen z/OS und OS/390 Rechner als ihren zentralen Server ein. Insgesamt 20 000 Unternehmen verfügen über einen zSeries oder 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

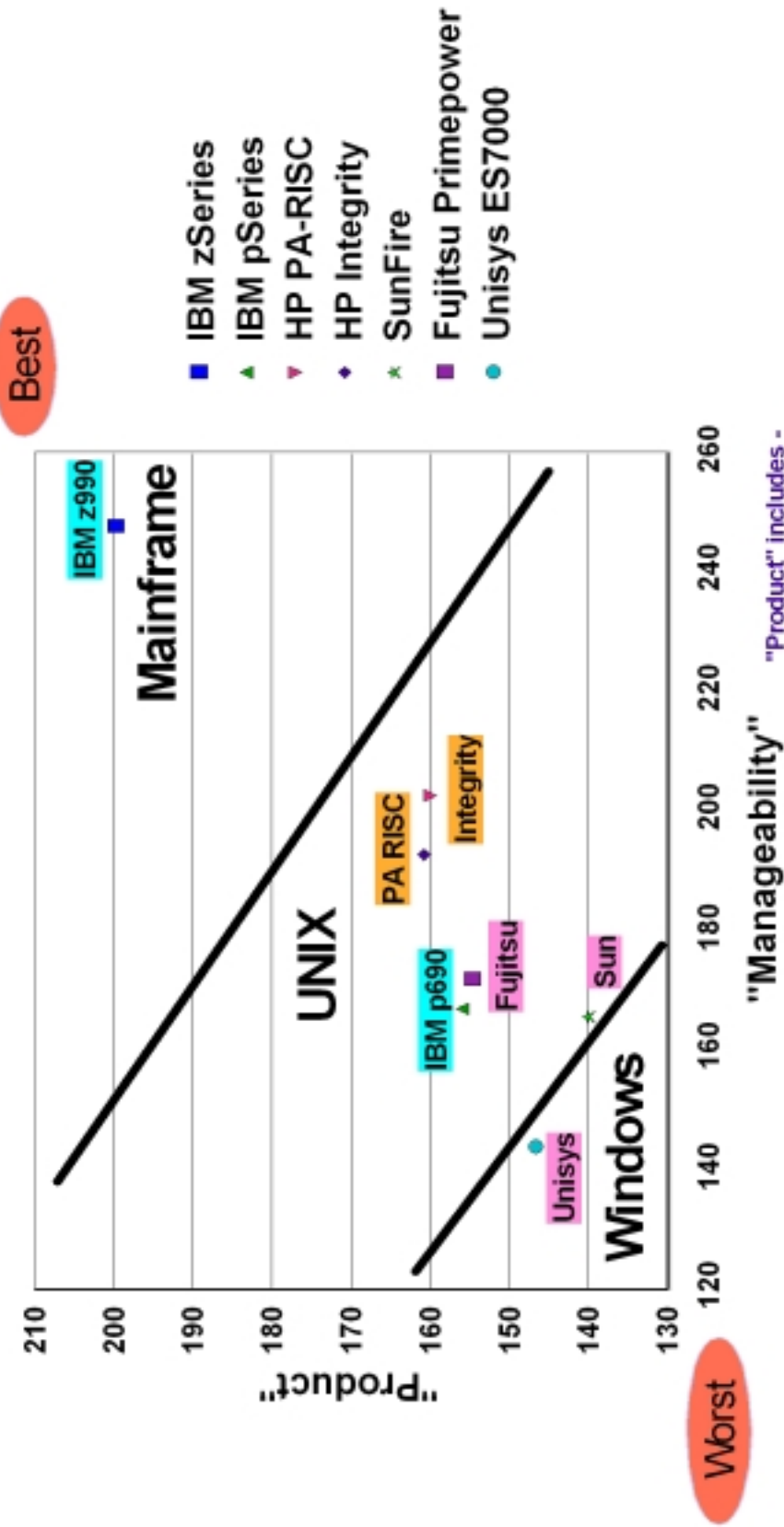
Ray Jones, IBM vice president Server Solutions, at Northern Illinois University, Workshop, July 11, 2000

Product	BULL		FUJITSU		HP		IBM			SUN	UNISYS		
	GCOS	NovaScale	Primepower	BS2000	NonStop	HP9000	Integrity	ZSeries	pSeries®	iSeries®	Sunfire	Clearpath	ES7000
Processor Technology	8	9	8	9	6	8	9	10	9	9	7	9	9
System Performance	9	7	9	9	9	8	9	10	10	9	8	9	8
Unplanned Downtime (Single)	9	7	8	9	10	8	8	10	8	9	8	9	8
Unplanned Downtime (Clustered)	9	6	8	9	10	8	8	10	8	8	7	9	7
Disaster Tolerance/Recovery	9	4	6	9	10	8	7	10	5	8	5	9	6
Totals	44	33	39	45	45	40	41	50	40	43	35	45	38

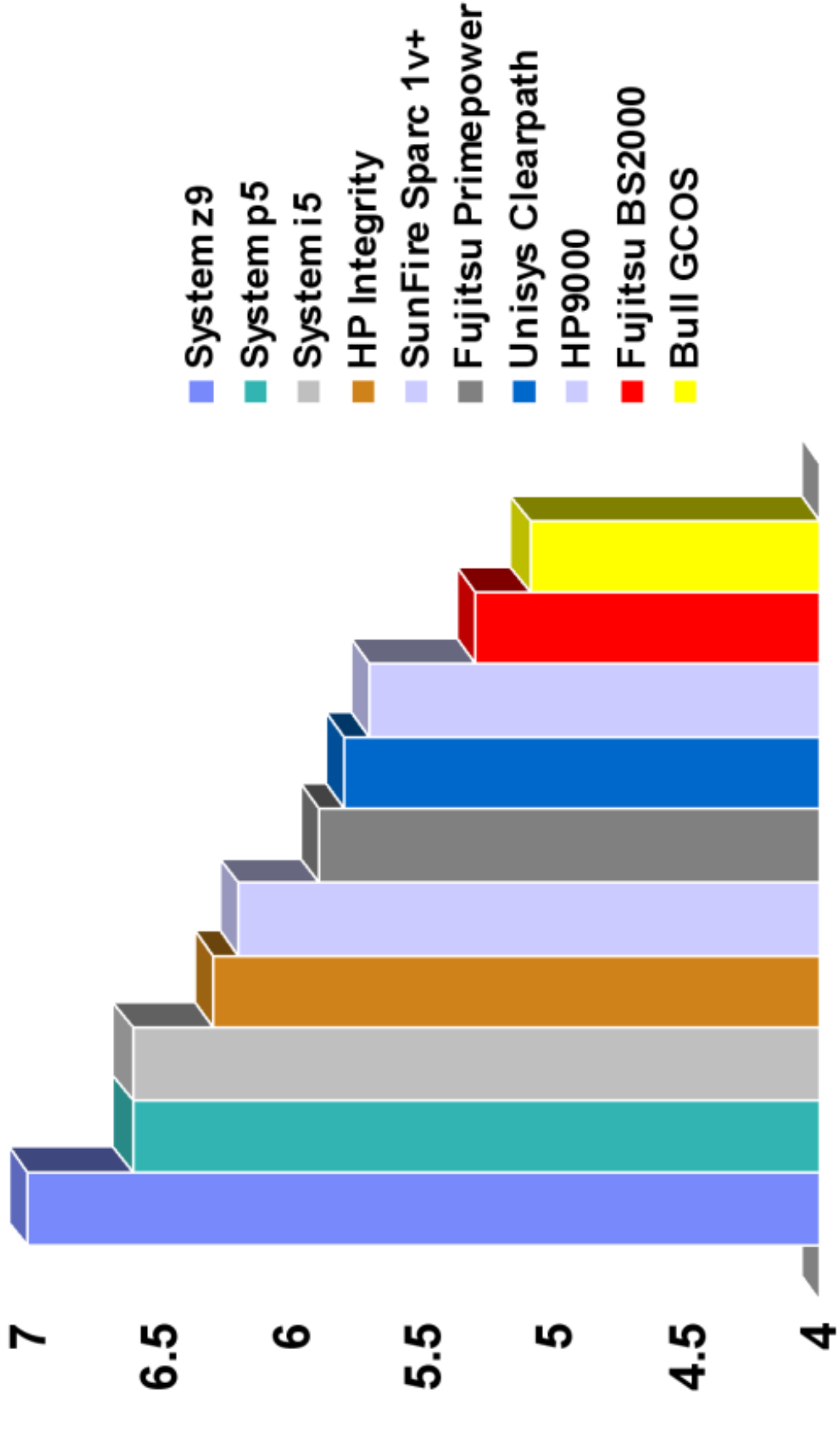
Gartner Application Server Evaluation Model (ASEM), October 2004

Operations Management	BULL		FUJITSU		HP		IBM			SUN	UNISYS		
	GCOS	NovaScale	Primepower	BS2000	NonStop	HP9000	Integrity	ZSeries	pSeries	iSeries	Sunfire	Clearpath	ES7000
Planned Downtime	9	5	9	9	10	8	8	10	7	7	9	10	6
Partitioning	9	4	7	8	10	7	5	10	8	9	6	10	7
Capacity on Demand	6	2	6	7	3	8	8	8	6	7	5	8	2
OS Manageability	9	6	7	9	8	8	8	9	7	8	7	9	5
Server Management Tools	7	6	5	7	9	8	8	10	5	8	6	7	7
Workload Management	5	3	5	7	7	8	8	10	5	9	5	10	6
Totals	45	26	39	47	47	47	45	57	38	48	38	54	33

Gartner Application Server Evaluation Model (ASEM), October 2004



Source: Gartner, ASEM Enterprise Server Update 2004,
 22nd October 2004



Gartner's platform positioning - 2Q06, overall Rating

	FORM FACTOR	PLATFORM & RELATED TOOLS	PLATFORM SERVICES	OS & TOOLS BEST RESULT	OS SERVICES BEST RESULT	Stack Vision Best Result	Stack Execution Best Result	CORPORATE/ SALES & MARKETING	LOCAL/ GO-TO-MARKET	AVERAGE SCORE
Platform										
1 IBM SYSTEM z9	F	7.8	8.9	8.9	7.2	4.2	4.0	8.1	7.1	7.0
2 IBM SYSTEM p5	F	7.5	7.2	7.7	7.2	4.3	3.8	8.1	7.1	6.6
3 IBM SYSTEM i5	F	7.0	7.3	8.0	7.2	4.5	3.7	8.1	7.1	6.6
4 HP INTEGRITY	F	6.3	7.6	7.4	6.8	4.2	3.3	8.0	7.3	6.3
5 SUN FIRE U/SPARC IV+	F	6.6	6.3	7.7	6.8	4.2	3.5	7.7	6.9	6.2
6 FUJITSU PRIMEPOWER	F	5.9	6.0	7.7	6.2	4.0	3.5	7.0	6.7	5.9
7 UNISYS CLEARPATH	F	4.5	7.7	8.1	7.1	3.3	3.0	7.1	5.7	5.8
8 HP 9000	F	4.1	5.7	7.0	6.6	3.7	3.0	8.0	7.3	5.7
9 FUJITSU BS2000	F	3.5	7.1	6.0	6.4	3.0	3.0	7.0	6.7	5.3
10 BULL GCOS	F	3.5	6.2	6.9	6.6	3.0	2.3	6.4	5.6	5.1

Gartner's platform positioning - 2Q06, overall Rating

Kommentar

Jurassic Park mit Zukunft

Wenn schon als Techno-Dinosaurier verspottet, dann kann man seine Mainframe-Produkte auch gleich nach den Weltherrschern von einst benennen – meint IBM und wählt mit Raptor und T-Rex besonders furchteinflößende Vertreter. Big Blue kann sich das kecke Spiel mit dem eigenen Image leisten: Immer deutlicher wird, dass die Architektur der Zeit nicht hinterher hinkt, sondern ihr sogar voraus eilt. Bei der logischen Partitionierung etwa geben Experten ihr einen zehnjährigen Entwicklungsvorsprung, und der Workload-Manager, der Ressourcen ziel- und situationsabhängig nutzt, fällt bei Standard-Servern viel primitiver aus. Eben solche Techniken sind aber die Voraussetzung für das On-Demand-Computing – die Nutzung von Rechenleistung ganz nach Bedarf. Neidische Blicke auf die Privilegierten, die sich einen T-Rex leisten können, sind aber unnötig: Stets ist der Open-Systems-Tross durch die technologischen Breschen, welche die Rechner-Dinos schlugen, nachgefolgt. Frank-Michael Kieß

**Bei der logischen
Partitionierung geben
Experten ihr (zSeries)
einen zehnjährigen
Entwicklungsvorsprung**

**Computer Zeitung
19.5.2003, S. 1**

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 :

- **Architektur (z.B. Key Store, kryptographische Befehle)**
- **Hardware-Technologie (z.B. MCM, shared L2 Cache)**
- **Ein-/Ausgabe (z.B. 128 000 Plattenspeicher)**
- **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**

Verfügbarkeit (Availability)

Verfügbarkeit wird in „classes of 9s“ gemessen:

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

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

Moderne Systeme vermeiden geplante Outages.

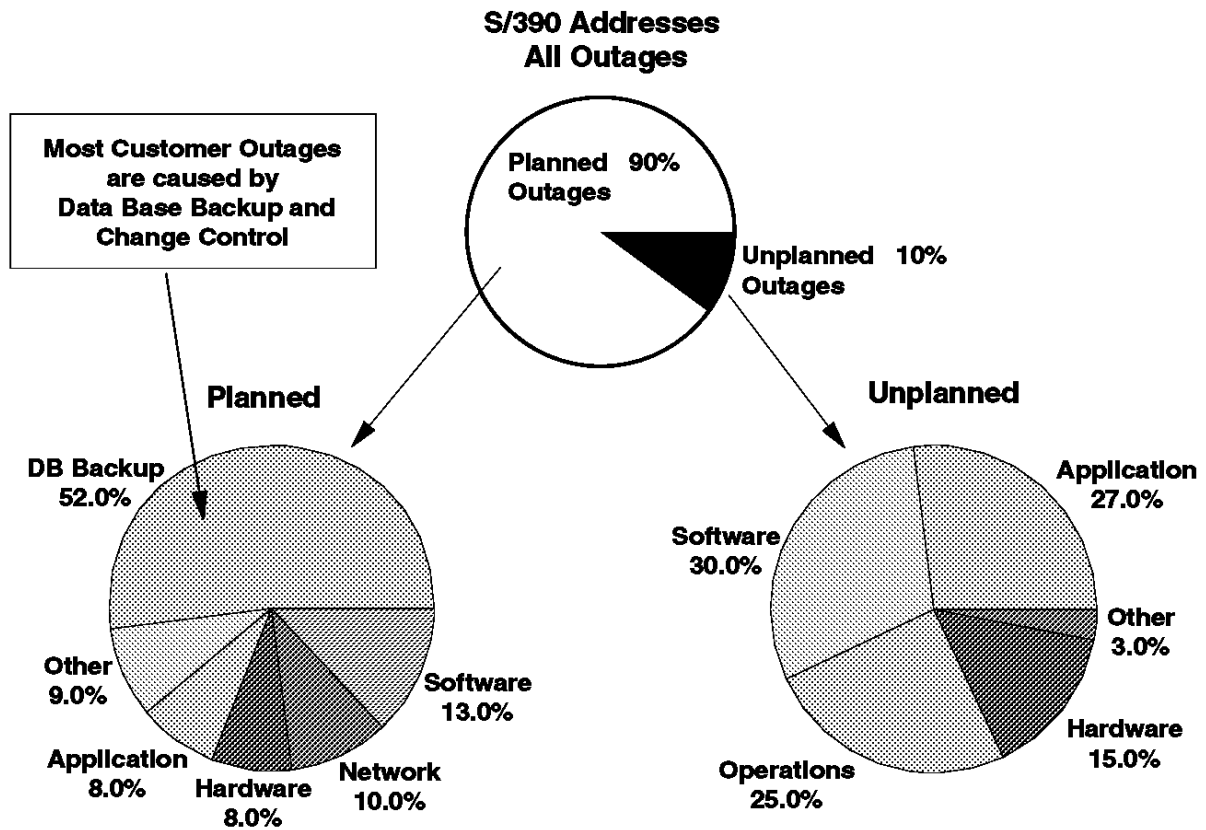


Toll Collect

Für das LKW Maut System der Bundesrepublik (Toll Collect) ist mit der Betreibergesellschaft eine Konventionalstrafe von 30 Mill. Euro für jede 60 Minuten Ausfallzeit vereinbart worden.

Outage

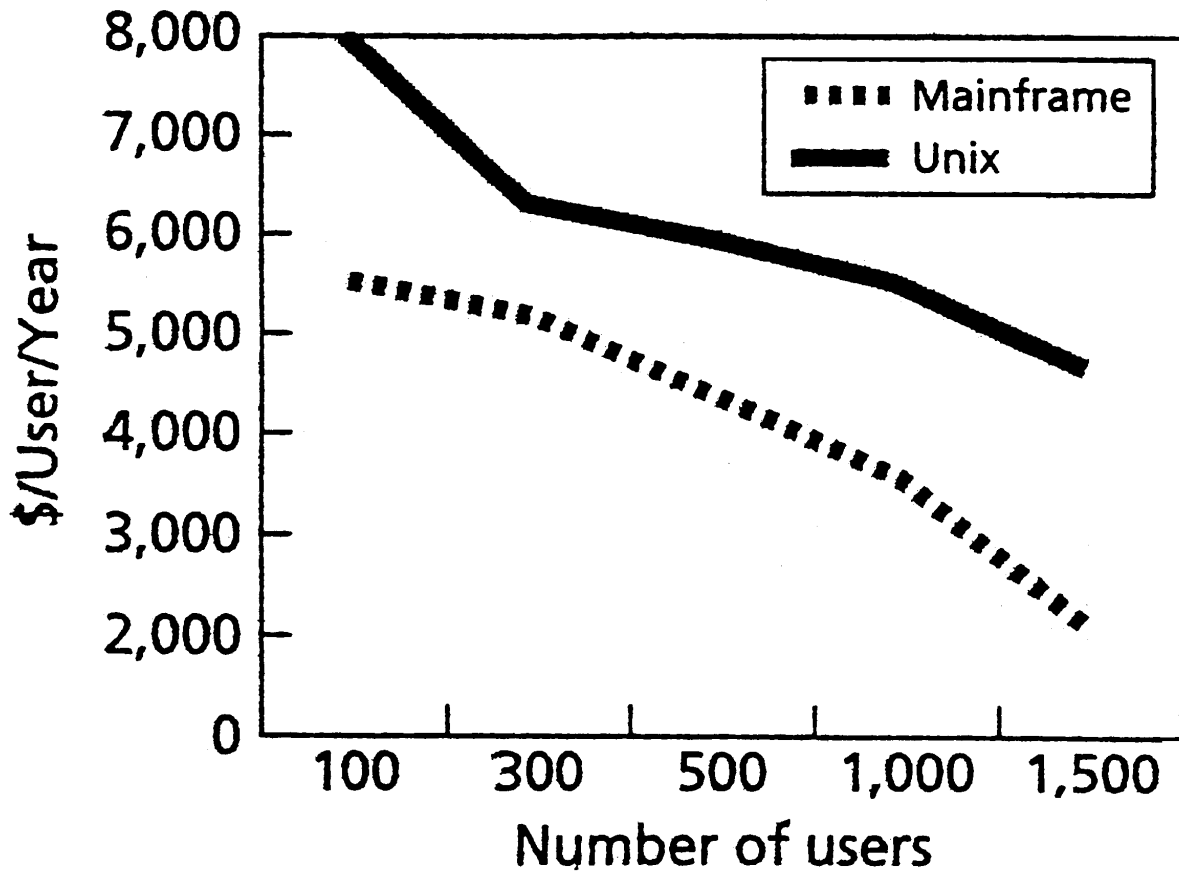
An outage (unavailability) is the time, a system is not available to an end user. Outages may be planned or unexpected. Planned outages include causes like data base reorganisation, release changes, and network reconfiguration. Unplanned outages are caused by some kind of a hardware, software or data problem.



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

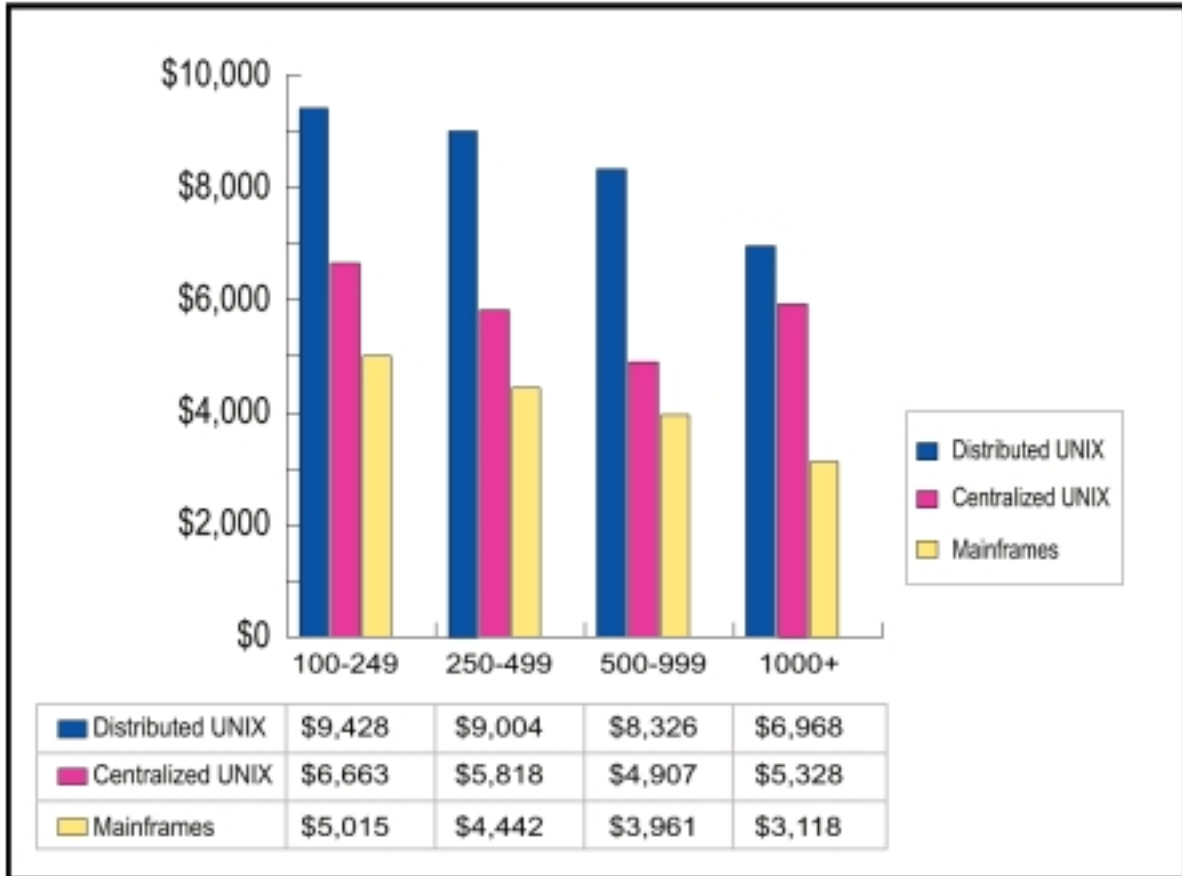
International Technology Group, January 2000

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

Und die Wirtschaftlichkeit? Zahlreiche Untersuchungen zeigten immer wieder, dass der moderne Mainframe die bei weitem niedrigste Total Cost of Ownership (TCO) aller Server-Plattformen hat. So liegt laut den Analysten von At Kearney (2001) die TCO bei zentraler Mainframe-Architektur lediglich zwischen 3100 und 5100 Dollar, während sie sich bei zentraler Unix-Server-Architektur zwischen 5300 und 6700 Dollar und bei dezentraler Unix-Server-Architektur sogar zwischen 7000 und 9000 Dolla bewegt.

COMPUTERWOCHE 15/2002

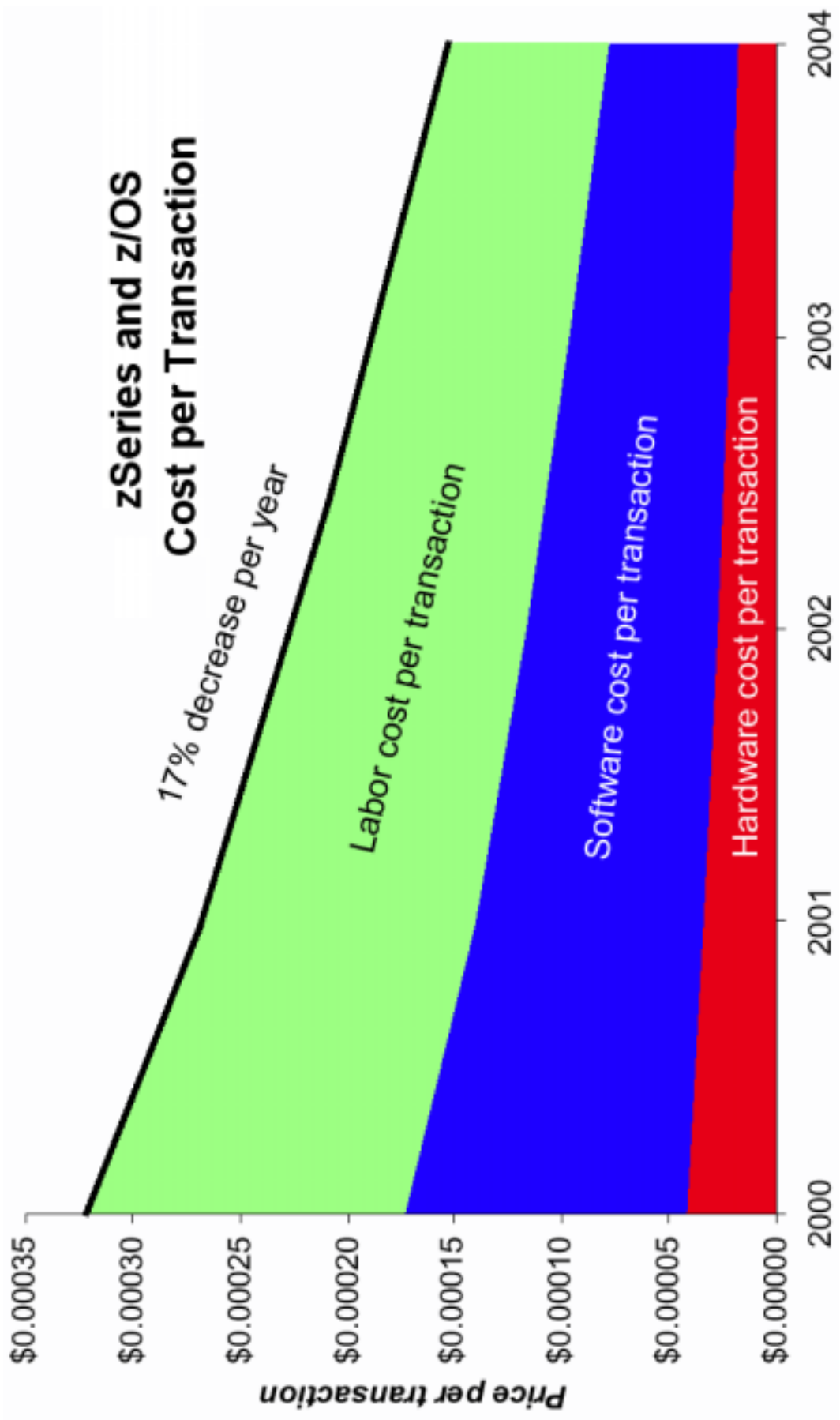
First National Bank of Omaha



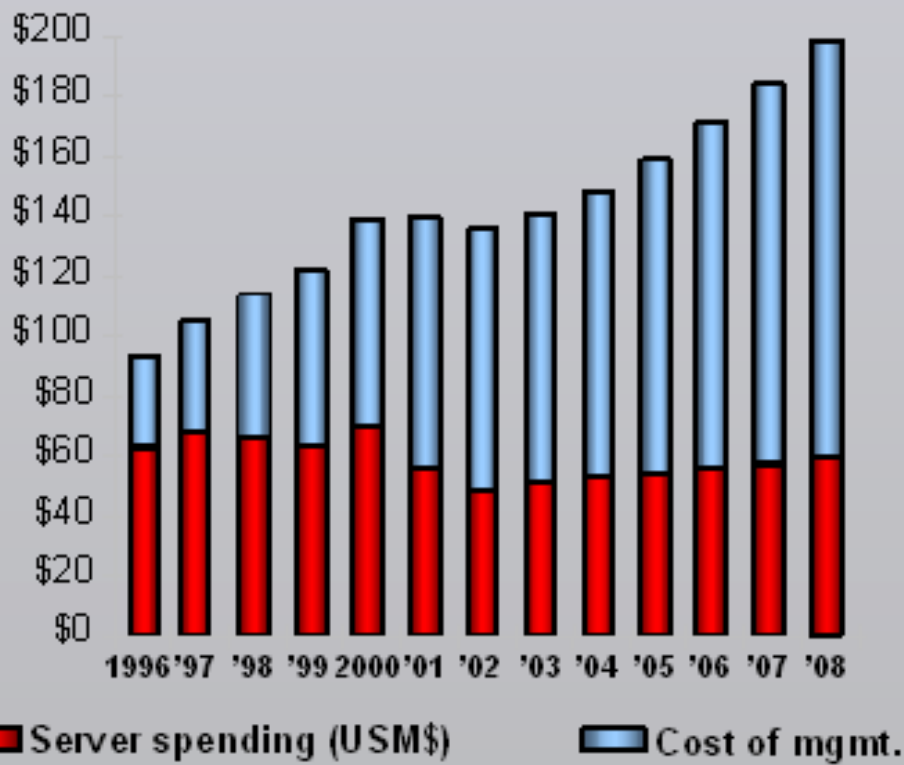
First National Bank
Omaha

	Servers	Reliability	Utilization	Staff
First move: Implemented distributed computing architecture that became too difficult to monitor, maintain, upgrade and scale	<ul style="list-style-type: none">■ 30+ Sun Solaris servers■ 560+ Intel servers	Un-acceptable	12%	24 people growing at 30% year
Next move: Consolidated back on the mainframe	z990	Much improved	84% with additional reserve capacity on-demand	Reduced to 8 people

Seven times better utilization on mainframe hardware



Cost of People vs. Spending on New Systems



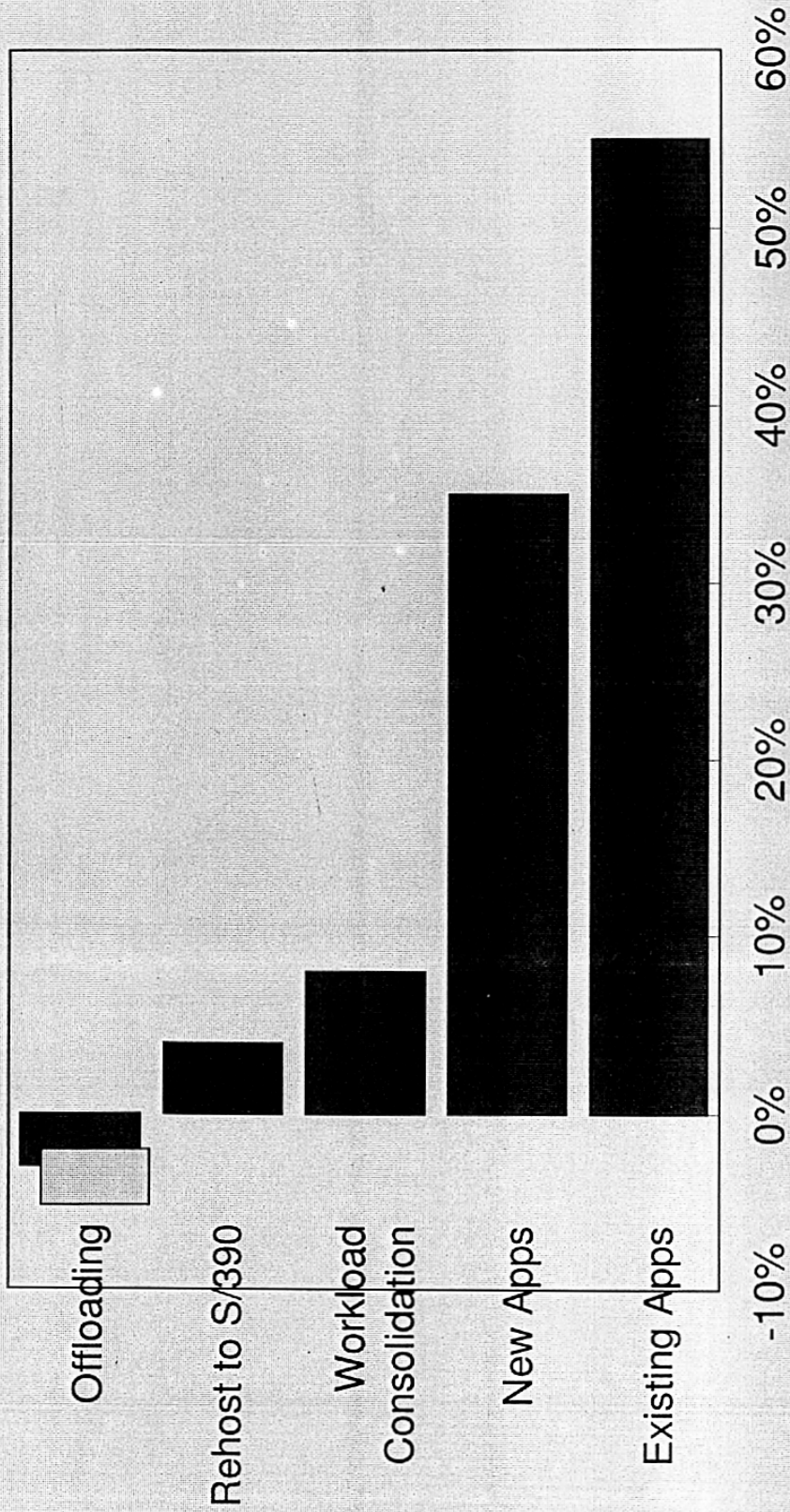
Source: IDC

Die Kosten für Mitarbeiter, die den laufenden Betrieb der IT Infrastruktur aufrecht erhalten, sind sehr viel höher als die Kosten für die Hardware und Software.

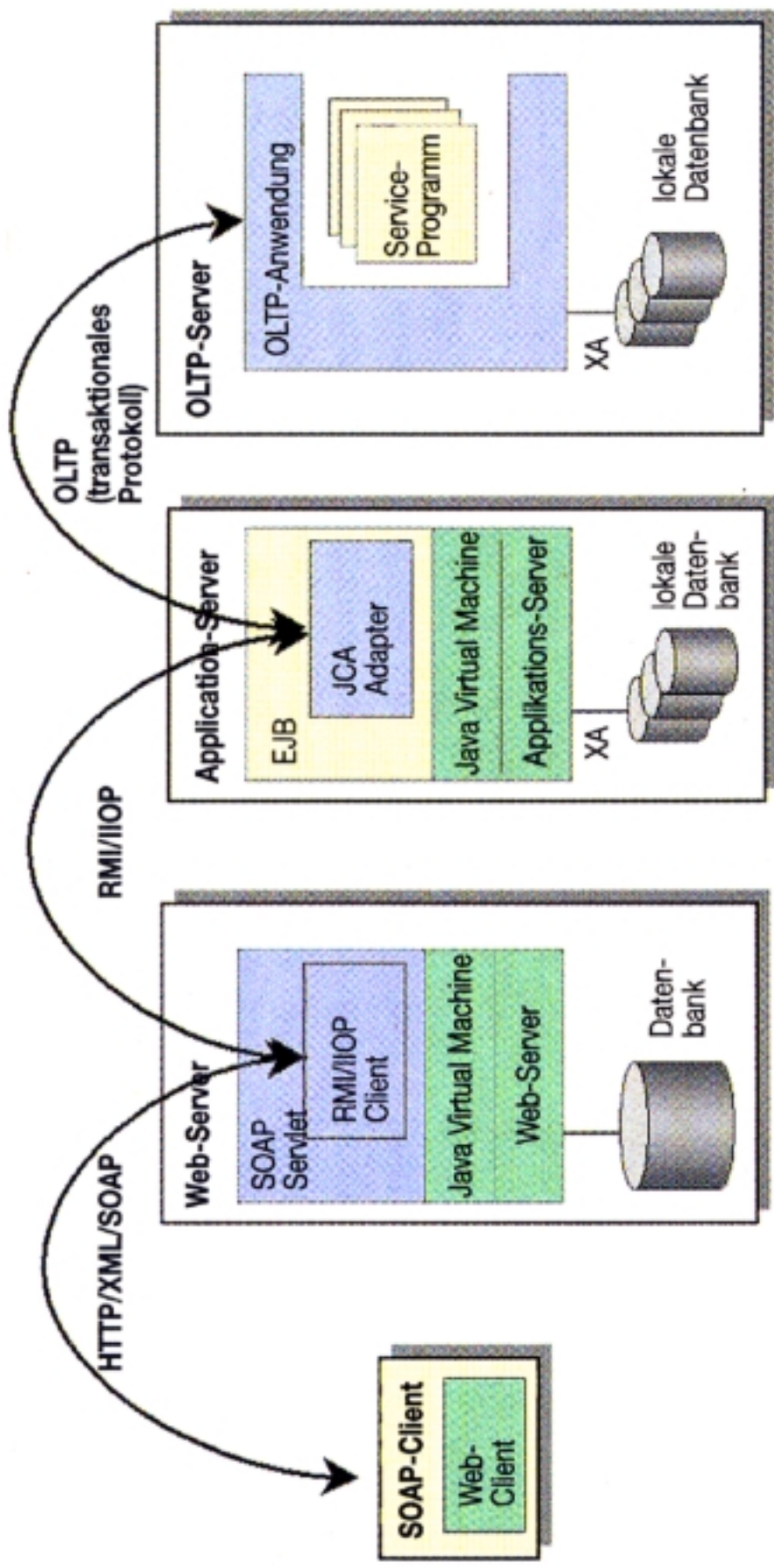
Es lohnt sich, mehr Geld für Hardware und Software auszugeben, wenn dadurch die Personalkosten gesenkt werden können.

Workload-Bilanz der S/390-Plattform

- ▲ Existing applications growing 55 %
- ▲ Over 35 % of robust S/390 growth: New applications C/S



Quelle: META Group



Versicherungen suchen System-Spezialisten

Computerwoche 6/2003

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-

rufseinstiege, 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

Großrechnerexperten sind nachhaltig gefragt. Doch die alte Mainframe-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-Forums 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);
- bei IBM, wo Studenten und Entwickler einen kostenlosen Zugang zu einer Linux-OS/390-Umgebung erhalten (www.ibm.com/servers/eserver/zseries/os/linux/lcds);
- bei Spezialisten wie Spectrum & Partner aus Wiesbaden, die mit praxisorientierten Schulungen aufwarten (www.spectrum-ag.de).

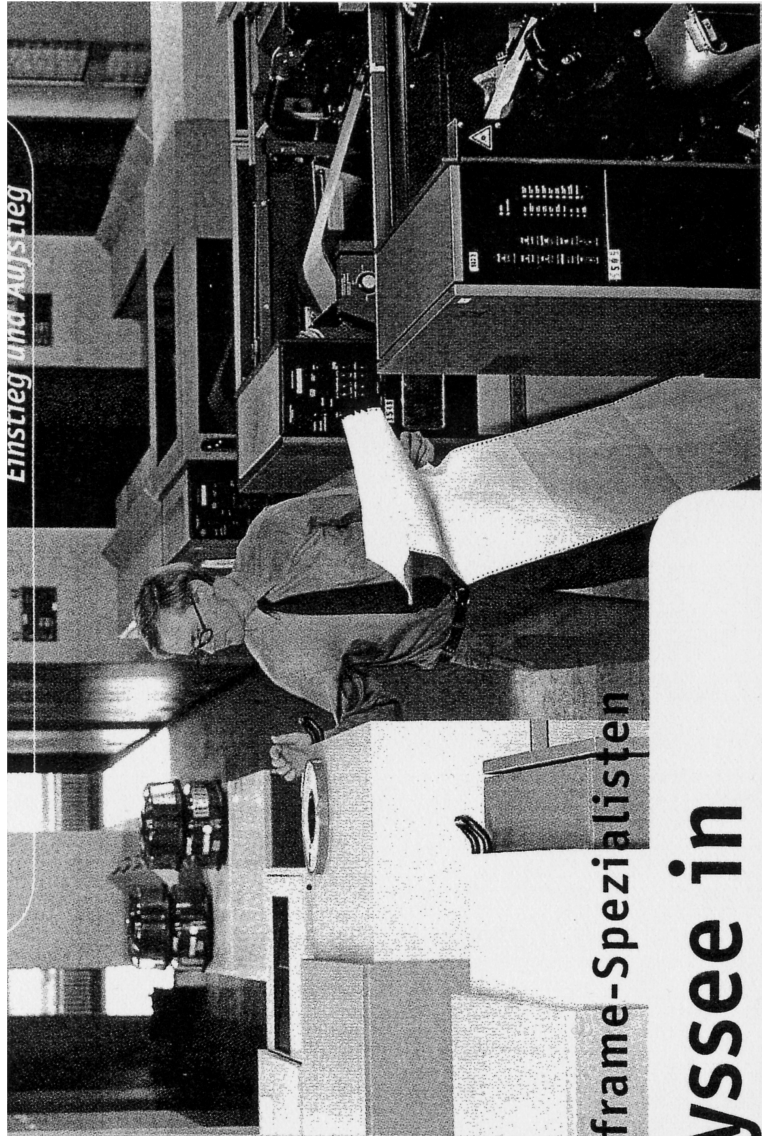
oder OS/390 sei Ähnliches zu erwarten. Das Hauptproblem heißt Überalterung. So sind mehr als ein Drittel der bei Gulp eingetragenen PL1-Programmierer Jahrgang 1950 und älter. Zum Vergleich sind 38 Prozent der Java-Entwickler nach 1970 geboren.

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 Großrechnerexperten 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.



Einstieg und Aufstieg

Text: Amd Westendorf
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

Heiß begehrt: Die Herren der Mainframe-Rechner.

Subject: Absolventen mit Schwerpunkt Großrechner
From: "Beydeda, Sami" <Sami.Beydeda@bff.bund.de>
Date: Mon, 10 Jan 2005 13:26:34 +0100
To: "spruth@informatik.uni-leipzig.de" <spruth@informatik.uni-leipzig.de>

Sehr geehrter Herr Prof. Spruth,

nach meiner Promotion an der Uni Leipzig, an dem Verfahren haben Sie ja dankeswerterweise als Gutachter und Kommissionsmitglied teilgenommen, habe ich zum Bundesamt für Finanzen in Bonn gewechselt. Wir betreiben zwei IBM z900 unter Linux und OS/390 und haben entsprechend immer Bedarf an Experten, die sich im Großrechnerbereich auskennen.

Ich würde mich freuen, wenn Sie interessierten Absolventen uns als möglichen Arbeitgeber nennen würden. Es ist absehbar, dass ab Februar eine ganze Reihe Stellen zu besetzen sind und zukünftig wird die Zahl der offenen Stellen mit der Gründung des Zentrums für Informationsverarbeitung und Informationstechnik (ZIVIT) eher zunehmen.

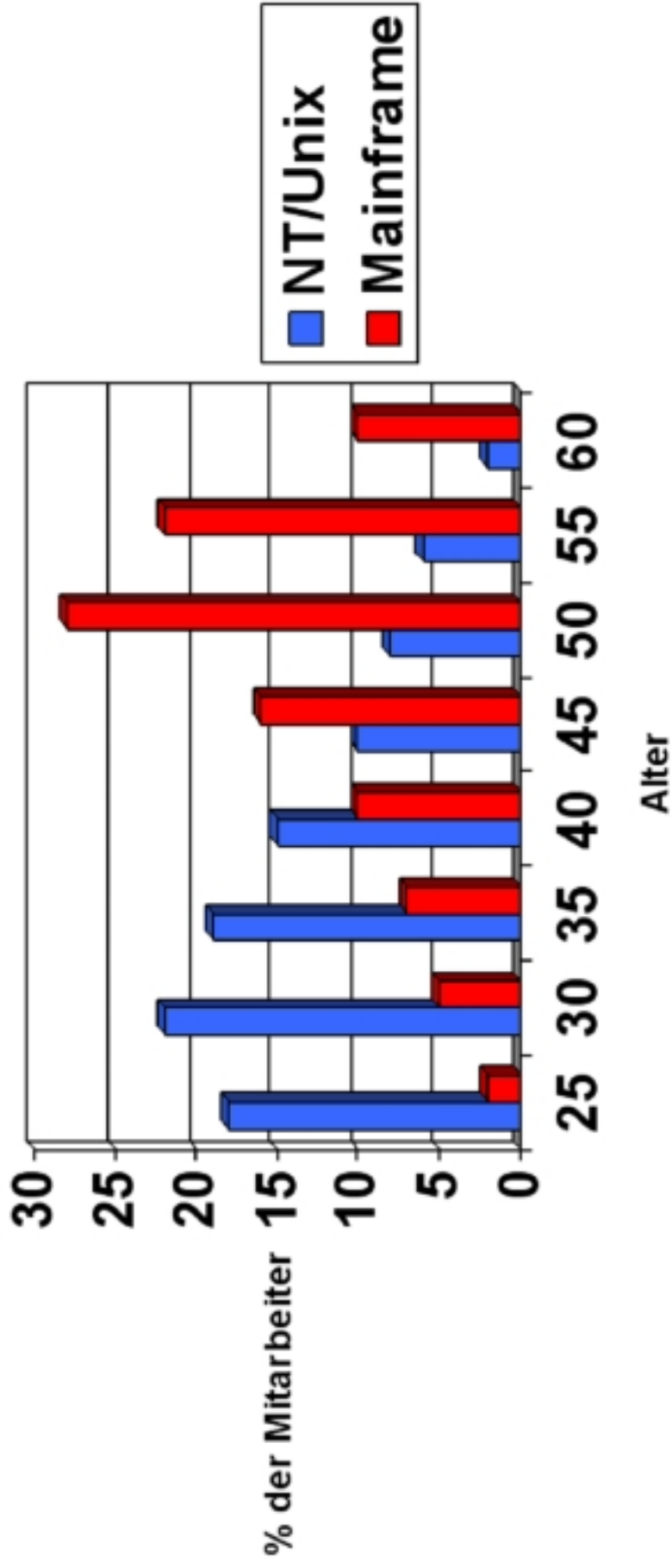
Für weitere Informationen stehe ich Ihnen und Ihren Absolventen gerne zur Verfügung.

Viele Grüße

Sami Beydeda

Altersverteilung Mitarbeiter

(Quelle: Meta Group's Survey)



Gemeinsam mit Hochschulen will IBM frisches Großrechnerpersonal in den Arbeitsmarkt bringen – Dieser wird laut Experten bald anziehen

Mainframe-Ausbildung kommt auf Touren

Um dem absehbaren Mangel an Großrechnerexperten gegenzusteuern, will IBM gemeinsam mit Hochschulen bis 2010 mindestens 20 000 Mainframe-Experten auf den Arbeitsmarkt bringen. Die Ausbildungsinitiative kommt langsam voran.

„Allein in Deutschland gibt es knapp 1000 Z-Series- und S/390-Installationen, und die meisten der 100 bis 200 größten Unternehmen setzen Mainframes ein“, zählt Wilhelm Spruth auf, Professor an den Universitäten Leipzig und Tübingen. Dass sie nicht vom Großrechner abrücken werden, dessen ist sich Spruth sicher: „Abgesehen von den technologischen Vorzügen der Z-Series würde eine Migration eine zu

große finanzielle und organisatorische Hürde darstellen.“

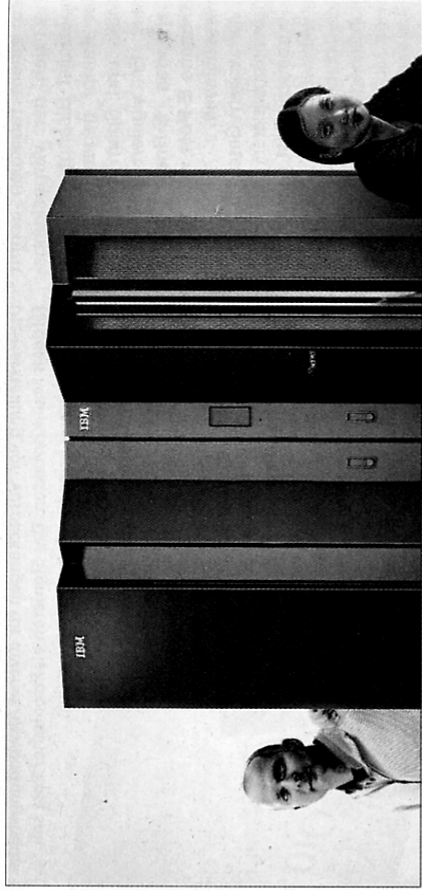
Dieser Situation steht die Aussicht gegenüber, dass es auf absehbare Zeit nur wenige Informatikabsolventen geben wird, die mit dem Thema Großrechner während ihrer Ausbildung in Berührung gekommen sind. Marktführer IBM reagiert:

Mit einer umfassenden Ausbildungsinitiative umwirbt Big Blue weltweit Hochschulen, damit Studenten die Mainframe-Welt kennen lernen. Mehr als 150 Hochschulen haben sich laut Big Blue der zum Teil seit dem Jahr 2002 laufenden Ausbildungsinitiative in Deutschland angeschlossen. In Leipzig und Tübingen sowie die Fachhochschule Bo-

chum. Die Hälfte der angestrebten 20 000 Mainframer will IBM bis zum Jahr 2010 in China heranziehen. „Dort gibt es ein immenses Potenzial, da der Bedarf an hochverfügbaren Infrastrukturen noch hoch ist“, erläutert Andreas Hermelink, der bei IBM Deutschland für die Ausbildungsinitiative zuständig ist.

„Es ist sehr erfreulich, dass sich hier etwas bewegt“, kommentiert Spruth. Ähnlich sieht das Josh Krischer – allerdings hat der Gartner-Analyst auch Bedenken: Die Initiative sei besser als nichts, „aber man kann an der Hochschule keine Systemadministratoren ausbilden.“ Besser wäre es in seinen Augen gewesen, wenn Anbieter wie IBM in der Vergangenheit Kurse organisiert hätten, zu denen Anwenderunternehmen ihren angehenden Großrechnernachwuchs hätten schicken können.

Andreas Zientek entschied sich nach seinem Informatikstudium für die Mainframe-Welt und arbeitet inzwischen als Systemadministrator bei Zeppelin in München. Der Informatiker hat an der Uni Tübingen für seine Diplomarbeit ein Thema aus dem Großrechnerbereich gewählt. „Es ging tief hinunter auf die Systemebene“, so Zientek, „und ich befasste mich sowohl mit Java-Anwendungen als



Big Blues neues Mainframe-Flagschiff Z9 bricht Performance-Rekorde – doch es muss auch künftig genügend Leute geben, die es bedienen können. Foto: IBM

auch mit dem Transaktionsmonitor CICS.“ In Berührung kam er mit dem Thema durch Spruths Vorlesung. „Das war schon eine sehr fremde Welt“, sagt Zientek rückblickend.

Altersdurchschnitt liegt meist hoch

Seit Anfang 2004 arbeitet der Informatiker nun in einem vierköpfigen Großrechnerteam. „Ich hätte auch eine Stelle gefunden, für die keine Mainframe-Kenntnisse erforderlich sind, aber ich wollte im Großrechnerbereich bleiben“, so

Zientek. „Wir betreuen hier eine kleinere Installation für rund 2000 User“, sagt der Informatiker, „und haben einen eher untypischen Altersdurchschnitt für die Mainframe-Welt“. Drei der vier Mitarbeiter des Teams sind zwischen Mitte 20 und Mitte 30, der Leiter Mitte 40.

„Wenn ich auf Fortbildungen gehe, bin ich häufig der beste“, so Zientek. Dort bekomme man auch immer wieder zu hören, dass die Unternehmen vorgehen nach Großrechnerexperten suchen. „Aber als ich gegen Studienende nach einer einschlägigen

Stelle Ausschau hielt, fand ich so gut wie keine Anzeige.“

Dass sich dies ändern wird, davon ist Spruth überzeugt: „Seit dem Jahr 2000 haben die Unternehmen die Ausgaben stark reduziert und nur noch die lebensnotwendigen Projekte durchgeführt.“ Der nun bestehende Nachholbedarf, der auch ein Know-how-Bedarf sei, lasse sich am Markt jedoch nicht befriedigen. „Auch nicht mit Freiberuflern aus dem Z-Series-Umfeld“, sagt Spruth, „weil viele in der mageren Zeit auf freiwerdende Stellen gewechselt haben.“ Michael Vogel/frm

Lehrmaterial und Host-Zugriff

Die Universität Leipzig betreibt den wohl einzigen Großrechner Europas, der ausschließlich für Ausbildungszwecke genutzt wird. Unter <http://fedi.informatik.uni-leipzig.de/tutor.html> stehen rund 20 Übungen rund um die Z-Series bereit, welche die Unis Chemnitz, Leipzig und Tübingen, die FHs Bochum, Darmstadt, Lüneburg und Schmalkalden sowie die IT-Akademie Bayern nutzen. IBM bietet Zugriff auf Hosts am Marist College, USA, sowie im französischen Montpellier. Unter www.developer.ibm.com/us/en/university/schools/courseware findet man Kursunterlagen. Interessierte Studenten wenden sich an einen Hochschulmitarbeiter, der durch Registrierung (unter www.ibm.com/university) Zugriff erhält. Michael Vogel/frm

COMPUTERWOCHE 42/2005

Viele Überstunden

Scholz hat auch eruiert, wie viel ein IT-Spezialist mit einem bestimmten Schwerpunktwissen verdient. Dabei wird statistisch nicht berücksichtigt, welche weiteren Kenntnisse der Profi mitbringt. Bei den Programmiersprachen fällt auf, dass – wie auch im Vorjahr – Smalltalk-Kenner gut im Rennen liegen und die Spitzenprofis auf über 100 000 Euro kommen. C++-Leu-

te dagegen haben im Schnitt 65 000 Euro in der Tasche – genauso viel wie die Java-Könnner. Bei den Datenbanken verdienen DB2- und Oracle-Profis rund 70 000 Euro, und was Betriebssysteme betrifft, haben die Großrechnerprofis nach wie vor gute Karten, denn sie erzielen über 80 000 Euro im Jahr, was einen leichten Zuwachs gegenüber dem Vorjahr bedeutet. Linux-Anhänger dagegen müssen sich mit 63 000 Euro zufrieden geben, was etwa dem Vorjahresgehalt entspricht.

CA eröffnet Mainframe-Zentrum in Prag

MÜNCHEN (COMPUTERWOCHE) - Computer Associates (CA) will im kommenden August in der tschechischen Hauptstadt Prag ein neues Mainframe Center of Excellence eröffnen. Dieses soll über 200 Mitarbeiter anheuern und trainieren, darunter Manager, Großrechner-Experten und Studenten. CA ist seit 1998 direkt in der früheren Tschechoslowakei vertreten und beschäftigt gegenwärtig in seinen Niederlassungen in Prag und Bratislava rund 20 Menschen.

Für das neue Mainframe-Center erhielt der Konzern aus Islandia, New York, Schützenhilfe von CzechInvest, der Investment- und Business-Development-Agentur des tschechischen Industrie- und Handelsministeriums. Es soll sich auf Software-Entwicklung, Maintenance, Validation und Qualitätssicherung für den Großrechner fokussieren. "Dieses Center of Excellence wird Großrechnerkunden weltweit mit eine Fülle von Innovationen versorgen und die Position der Tschechischen Republik als Hub für IT-Aktivitäten stärken", erklärte Guy Harrison, Senior Vice President Development Operations bei CA.

Die Entscheidung für Prag fiel nach Angaben des Unternehmens aufgrund der dortigen hochqualifizierten und gut ausgebildeten Workforce, einer gut ausgebauten Mainframe-Ausbildung an tschechischen Universitäten und der strategischen Lage Prags "im geographischen Herzen der Europäischen Union". (tc)



Good morning !
Today is 16. Juli 2036.
your 1370
Computer



G. Amdahl

G.A. Blaauw

B.O. Evans

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,¹ 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): 67-101.

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

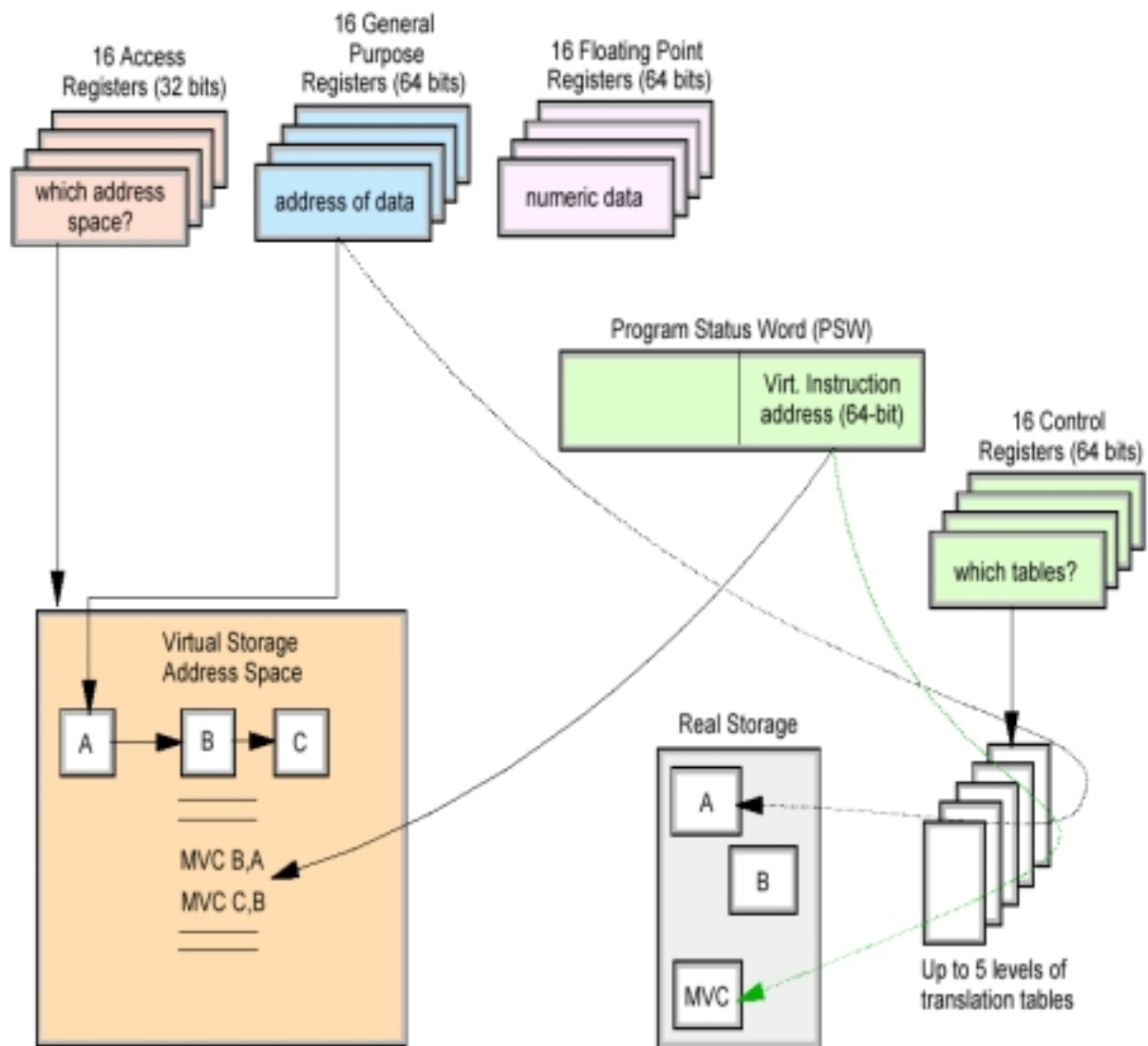
3270 Bildschirmprotokoll

SNA / LU 6.2

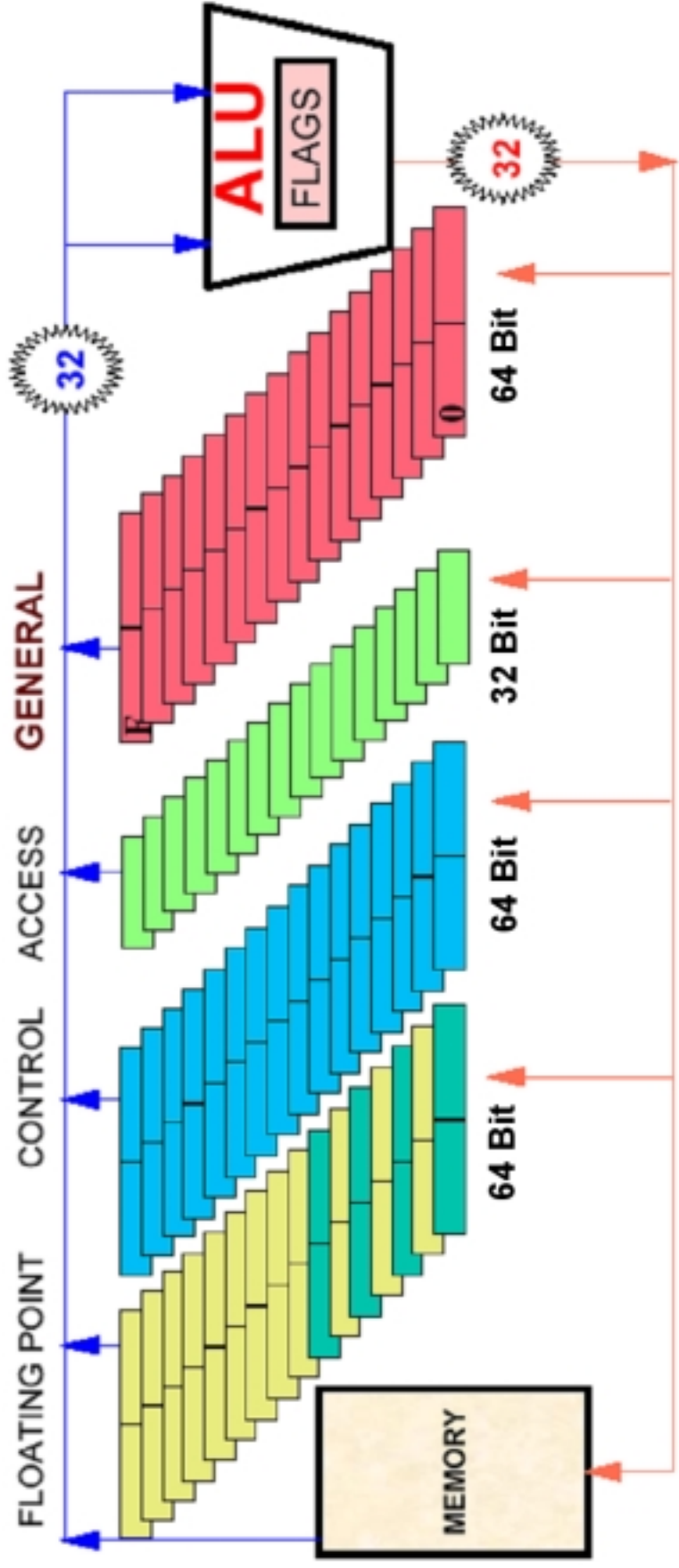
1964	S/360	Uniprocessors, single-user batch (PCP), and 24-bit addressing (16 MB). Real memory only (typically less than 128 KB)
1968		First two-way SMP. Concurrent batch (up to 15 jobs). Printer spooling.
1970	S/370	Interactive time sharing (TSO).
1971	OS/VS1	Virtual storage (up to 16 MB). Workload management 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.



Move (MVC) instruction - moves the contents of the second operand into the first operand location



zSeries Programmiermodell

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

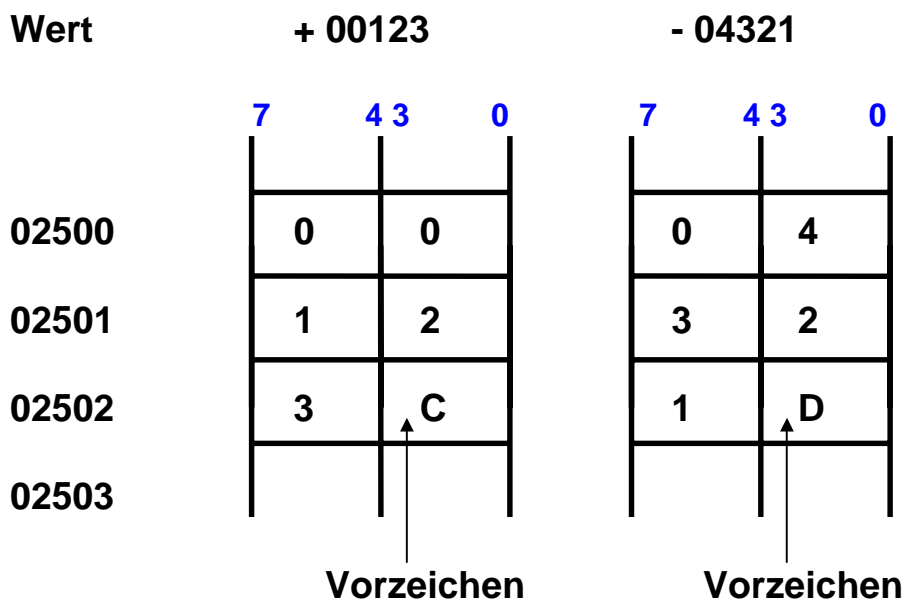
Darstellung als „gepackte dezimale Zeichenfolge“, 0 .. 31 Ziffern

2 Ziffern pro Byte (eine Ziffer pro Nibble)

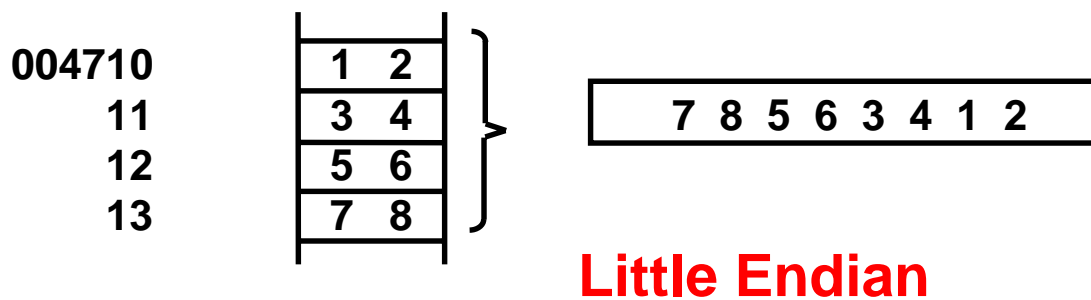
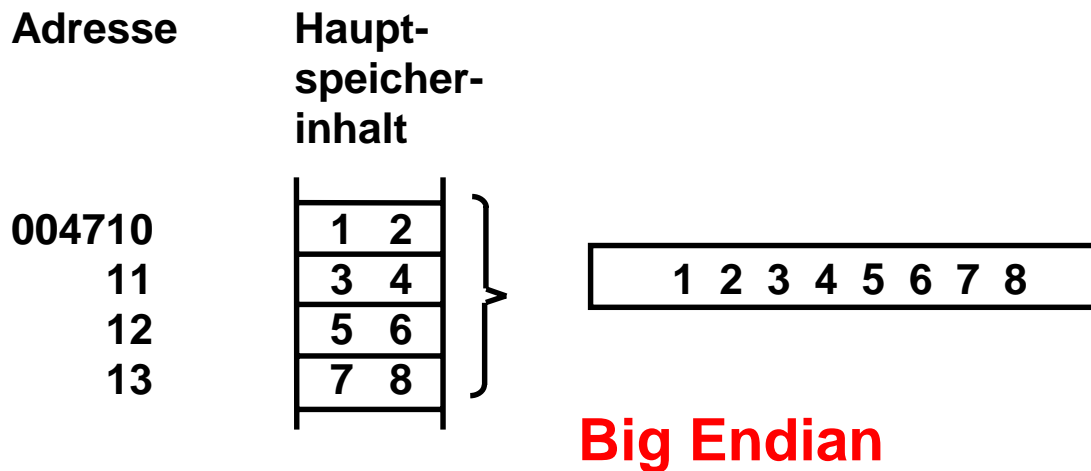
Hauptspeicheradresse der Zeichenfolge zeigt auf das werthöchste Byte. Bytes mit ansteigender Adresse beinhalten Ziffern mit abnehmenden Stellenwert

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)

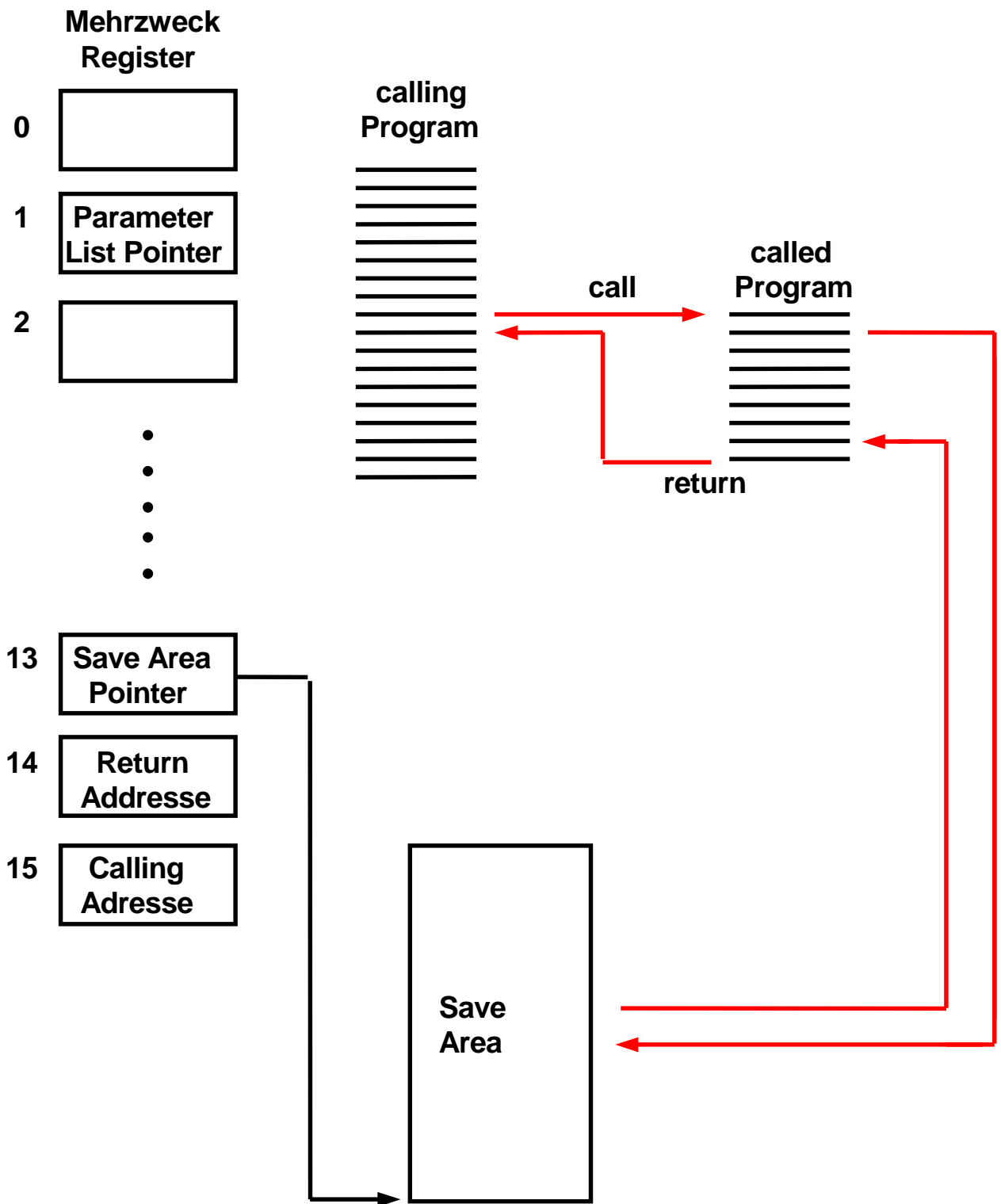
MIPS 10000 (mit little Endian Option)

Motorola 68040

Motorola 88110 (mit little Endian Option)

Sun Sparc

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

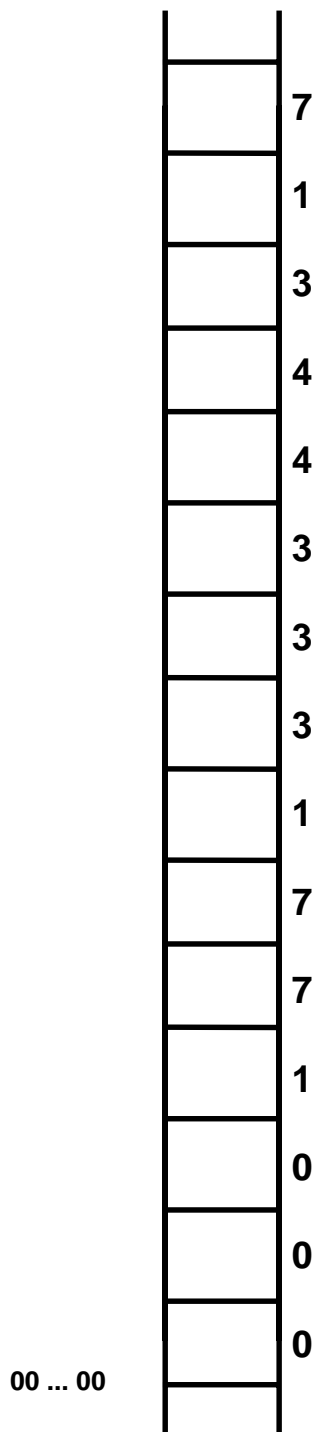


S/390 Unterprogramm Aufruf

Hardware Protection Key Programm Status Word

PSW Key: Bits 8-11 form the access key for storage references by the CPU. If the reference is subject to key-controlled protection, the PSW key is matched with a storage key when information is stored or when information is fetched from a location that is protected against fetching.

Principles of Operation

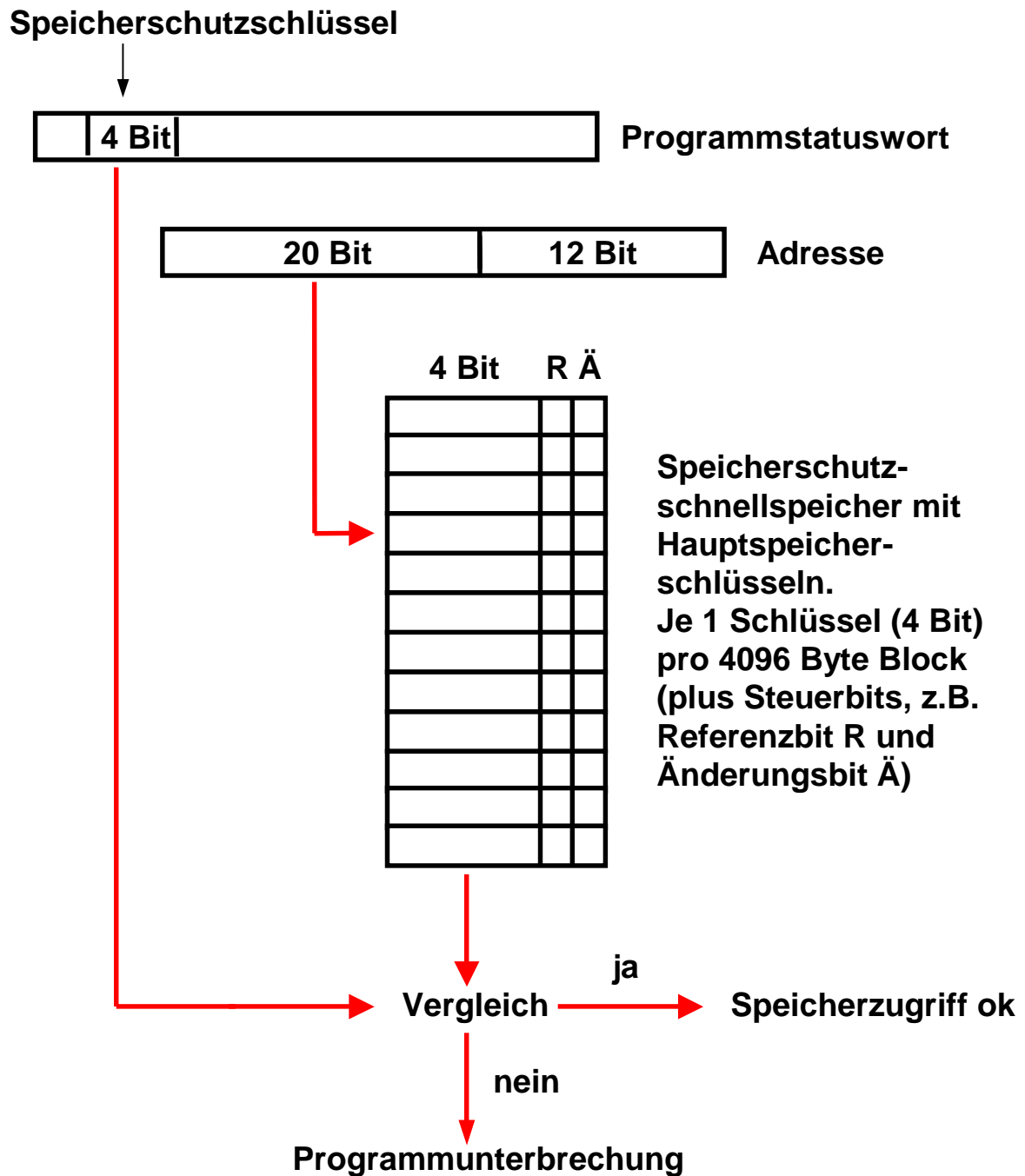


Hauptspeicher aufgeteilt in Blöcke (Rahmen) zu je 4096 Bytes

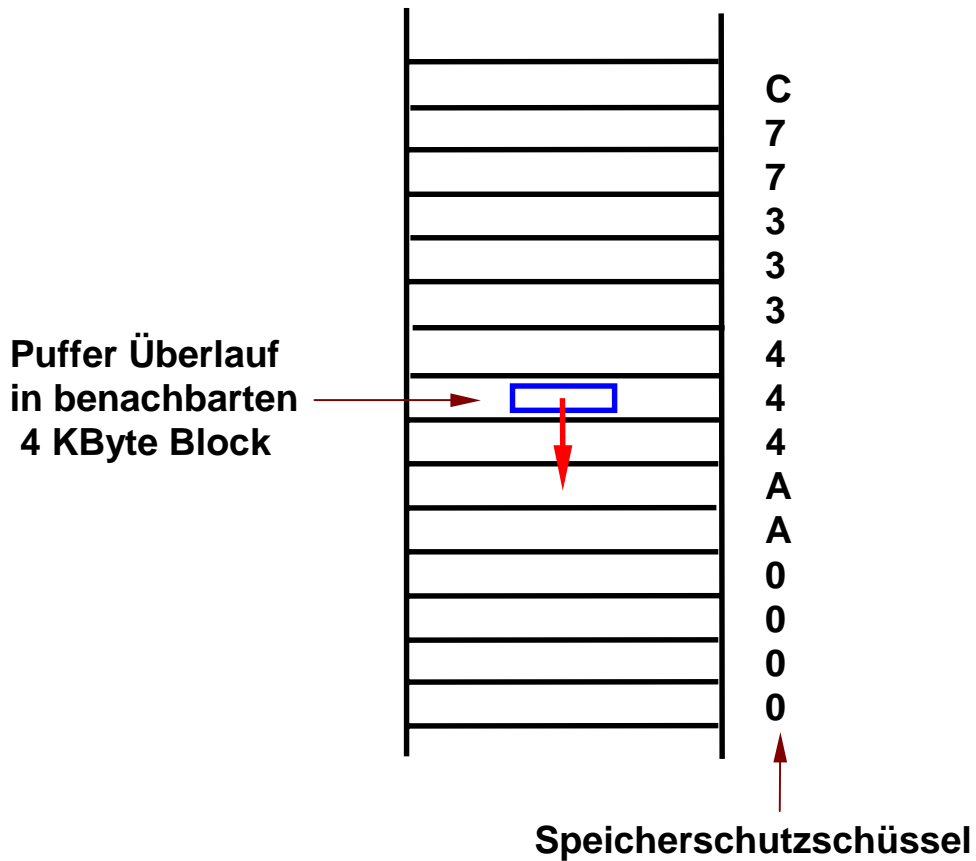
Jedem Block wird vom Kernel eine Speicherschutznummer zwischen 0 ... 15 zugeordnet

S/390 Speicherschutz

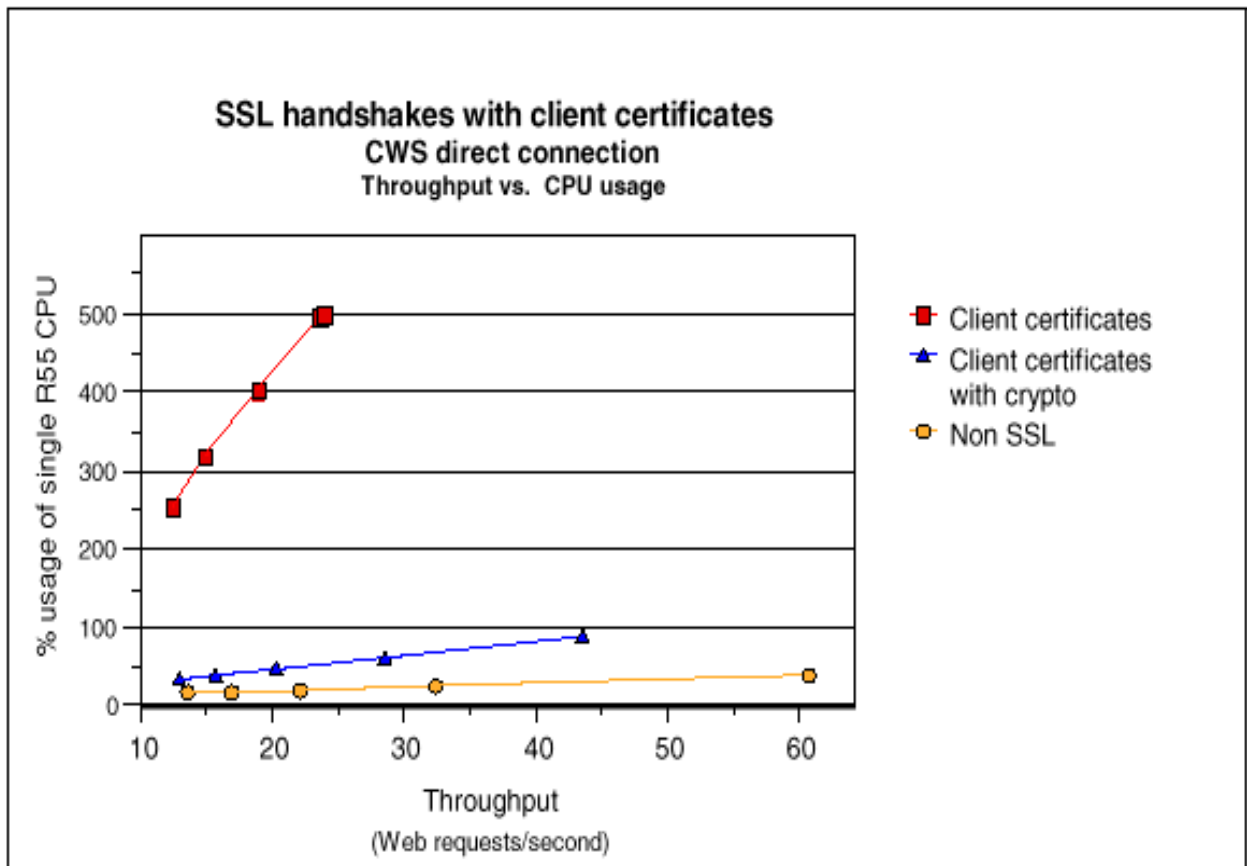
Speicherschutz



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



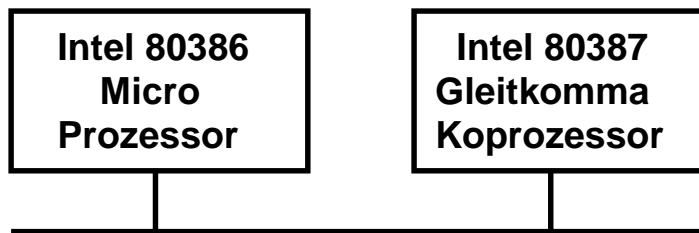
Verhinderung des Puffer Überlaufs
(Buffer Overflow)



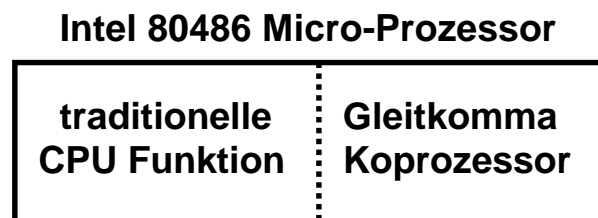
Verbesserung des SSL Leistungsabfalls durch Krypto- Einrichtungen

Implementierungsalternativen:

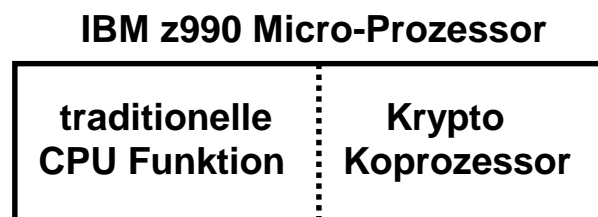
- Krypto-Koprozessoren
- Integration einer Kryptoverarbeitungseinheit in den Mikroprozessor



Ohne 80387 verursacht die Ausführung eines Gleitkomma-Maschinenbefehls eine Programmunterbrechung. Die Unterbrechungsroutine führt die Gleitkommaoperation aus.



Beim Intel 80486 und Pentium/AMD ist die Gleitkommafunktion in das Micro-Prozessor Chip integriert



Bei den IBM z9, z990 und 890 Micro-Prozessoren ist die Krypto-Koprozessor Funktion in das Micro-Prozessor Chip integriert. Ca. 150 zusätzliche Maschinenbefehle.

z900 Cryptographic Hardware

Cryptographic Coprocessor(s) Facility (CCF)
Direct CPU attachment

PCI Cryptographic Coprocessors (PCICC)
PCI card

PCI Cryptographic Accelerator (PCICA)
PCI card

Characteristics

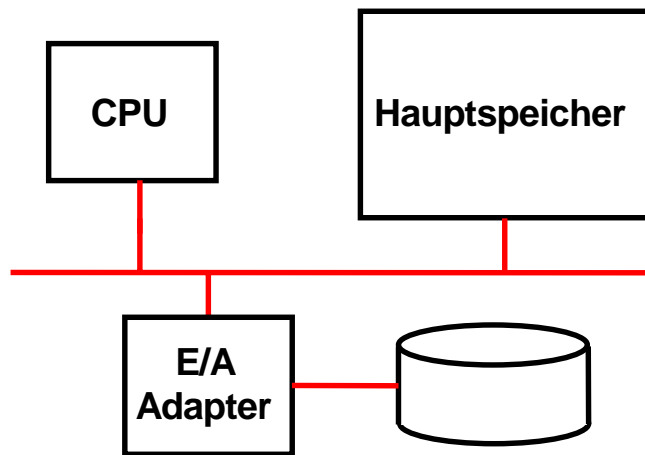
Enables End-to-End Security
Tamper-proof CCF and PCICC
Traditional Triple-DES Encryption/Decryption
Digital Signature function
Secure Sockets Layer (SSL)
User-Defined Extensions (on PCICC)

z/OS ICSF

Manages cryptographic hardware facilities
Routes requests for crypto services

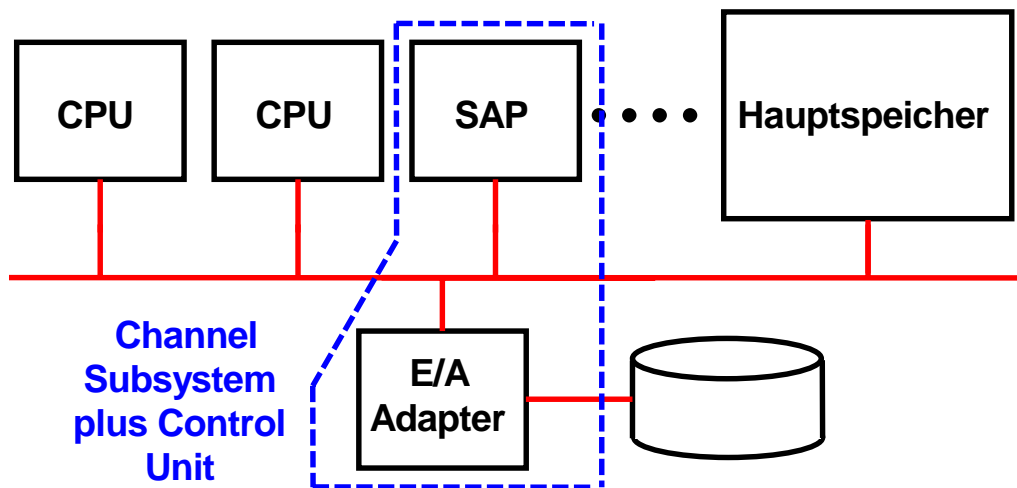
Performance

Up to 19 times over software for RSA Digital Signatures
Generate up to 7,000 SSL handshakes/sec on z900 Model 216



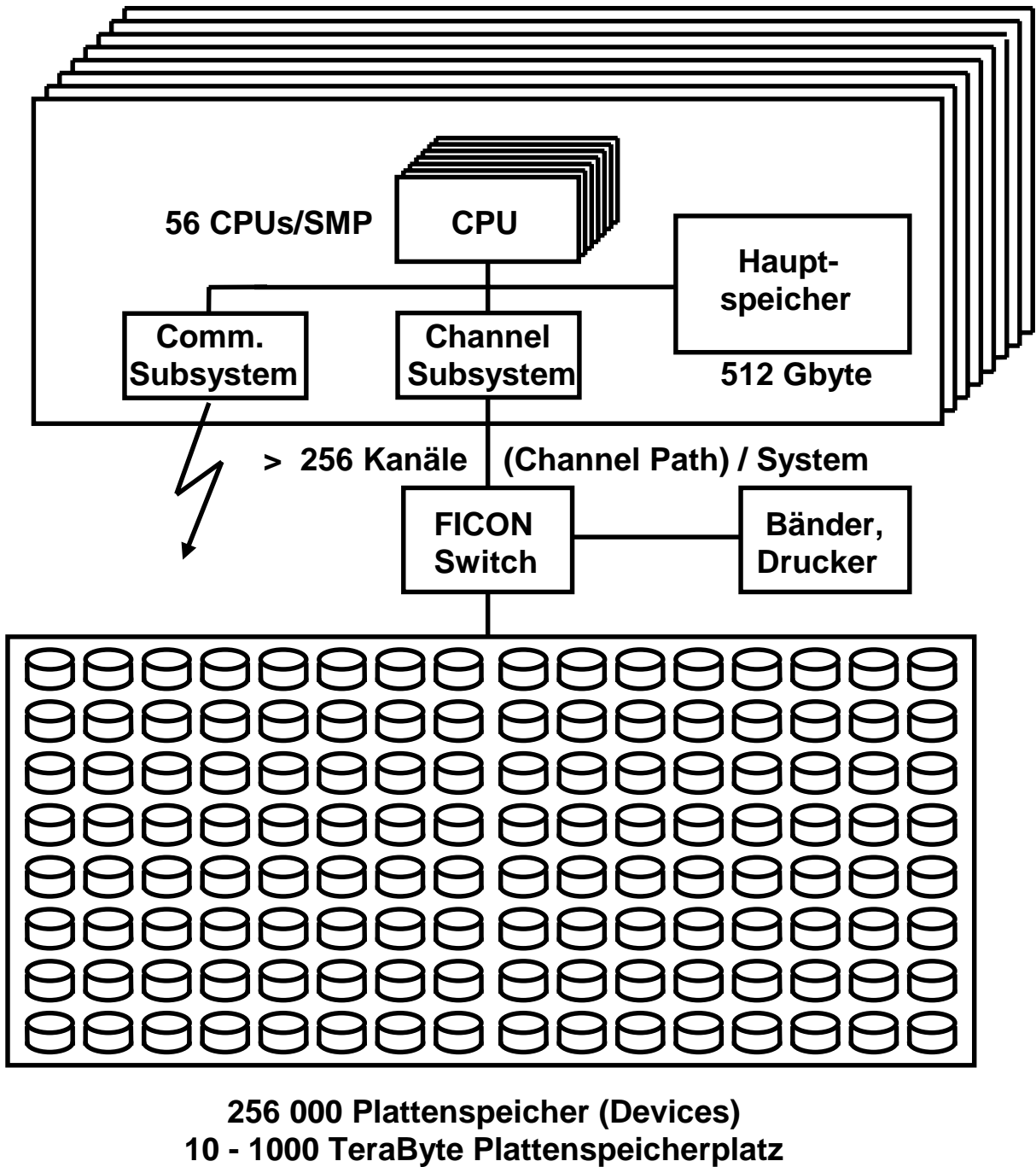
Grundsätzliche zSeries Architektur

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 zSeries Konfiguration

32 Systeme (SMPs)



z Series (S/390) Großsystemkonfiguration



Komponenten einer z/OS Systemkonfiguration

Platten- und Magnetbandspeicher werden über externe Control Units angeschlossen.

Je eine Konsole für die Administration der Hardware und des Betriebssystems (evtl. mehrere)

Prozessoren für Spezialaufgaben

- **System Assist Prozessor (SAP)**
exklusiv für I/O
- **Internal Coupling Facility (ICF)**
exklusiv für Parallel Sysplex
- **Integrated Facility for Linux (IFL)**
exklusiv für zLinux
- **zSeries Application Assist Processor (zAAP)**
(exklusiv für Java Workloads)

OS/390 Hardware Konsole

Kombiniert Funktionen:

Boot Manager = IPL
BIOS setup
Utilities

Architekturierte Funktion

Unterschiedliche Begriffe

z/OS, OS/390	Windows/Unix
Problem State	User Mode
Supervisor State	Kernel Mode
Region	Virtueller Adressenraum
Data Set	File
DASD	Plattenspeicher

DASD = Direct Access Storage Device

Fujitsu Siemens BS2000 Betriebssystem

Verfügbar auf zwei Hardware Plattformen

S-Serie: S/390-Architektur kompatibel

SX-Serie: SPARC64-Architektur

IBM OS/390 (31 Bit Version) läuft auch auf **S-Serie** Rechnern, aber BS2000 läuft nicht auf IBM Rechnern (zusätzliche Maschinenbefehle). Keine zSeries Kompatibilität.

Neue Modelle Mai 2005, weltweiter Vertrieb.

64-Bit-Adressierung über S/390 Data-Spaces. z.B. 64-Bit-Hauptspeicherpuffer für SESAM/SQL Datenbanksystem, die von 64-Bit-Pointern im C-Compiler unterstützt werden.

SX-Serie verwendet Standard SPARC HW mit Solaris

- S/390 Anwender-SW läuft im kompatiblen Modus, (Anwendungen laufen unverändert)
- BS2000 Betriebssystem portiert auf SPARC
- Emulation von /390 Anwender-Befehls-Schicht auf SPARC, effiziente JIT-Translator-Techniken
- X2000 (Solaris basiert) Unterstützung/Abbildung des /390 HW/SW-Interface

Reine Software emulation der S/390 und zSeries Architektur mit **FLEX-ES** Emulator (unterstützt von IBM) und **Hercules** Emulator (nicht unterstützt von IBM)