

Internet Anwendungen unter OS/390

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

Internet Anwendungen unter OS/390

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

WS 2001/2002

Teil 1

ES/390 Architektur

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth

Telephon:

07031 - 672470 (privat)
0172 - 8051 - 485 (handy)

0341 - 97 - 32211 (Uni Leipzig)
**07071 - 297 - 5482 (Uni Tübingen, Prof. Rosenstiel,
Frau Bittner)**

Fax:

07031 - 760924 (privat)
0341 - 97 - 32209 (Leipzig)
07071 - 610 - 399 (Uni Tübingen, Prof. Rosenstiel, Frau Bittner)

e-mail:

spruth@informatik.uni-leipzig.de
spruth@informatik.uni-tuebingen.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. OS/390 Operating System, Unix System Services, S/390 Linux**
- 5. Sysplex, Coupling Facility und Work Load Manager**
- 6. Transaktionsverarbeitung unter CICS**
- 7. WebSphere Web Application Server**
- 8. e-Business, OS/390 Internet Integration**

Internet Anwendungen unter OS/390

Übungen

Es werden die folgenden OS/390 Aufgaben bearbeitet:

1. Programmentwicklung unter TSO
2. Erstellen einer CICS - DB2 Anwendung
3. WebSphere Web Application Server Anbindung an DB2
4. Internet Anbindung unter CICS mit CORBA, CICS Transaction Gateway und Enterprise Java Beans
5. Erstellung einer e-Business Anwendung



Literatur

Carmine A. Cannatello: „Advanced Assembler Language and MVS Interfaces : For IBM Systems and Application Programmers“.
John Wiley & Sons; 2nd edition, August 1999, ISBN: 0471361763

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

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

M. Teuffel: „TSO Time Sharing Option im Betriebssystem OS/390“. Oldenbourg, 6. Auflage, 1999.

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

C.K. Yuen: „Essential Concepts of Operating Systems“. Addison Wesley, 1986.

R. Ben-Natan: „IBM WebSphere Starter Kit“. McGrawHill, 2000.
ISBN 0-07-212407-5

D. Nilsson: „Enterprise Development with VisualAge for Java“. Wiley, 2000. ISBN 0-471-38949-8

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

Bill Qualls, William Qualls: „Mainframe Assembler Programming“. John Wiley & Sons; February 1998, ISBN: 0471249939

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

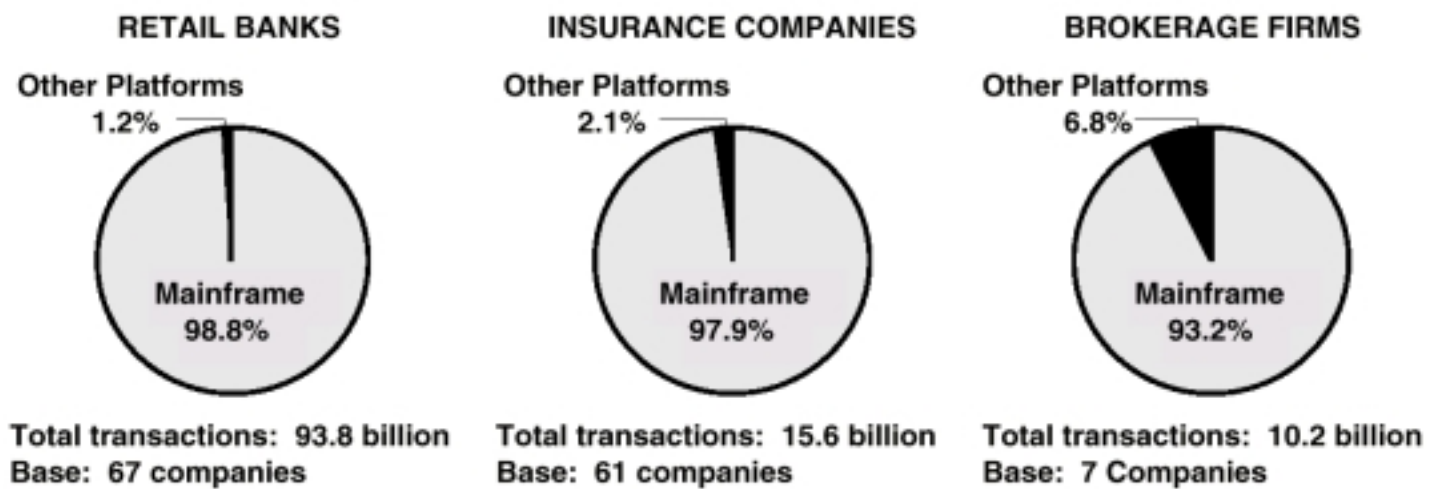
Verbreitung von OS/390

- **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

Business Transaction Volumes by Platform: Companies with Assets of More Than \$5 Billion



E-TRANSACTIONS IN FINANCIAL SERVICES

International Technology Group

Copyright © 2000

**In 2000 war die Anzahl der weltweit
ausgeführten
CICS Transaktionen etwa so groß
wie die Anzahl der Hits auf Seiten des World-
Wide Web.**

**In 1999 setzen weltweit etwa 15 000 Unternehmen CICS ein.
Von den 2000 größten Unternehmen setzen > 90% CICS
ein.**

Sie generierten etwa 20 Milliarden Transaktionen pro Tag.

Es existieren etwa 30 Mill. CICS Terminals weltweit.

**Zum Vergleich existierten weltweit 379 Mill. Internet
Anschlüsse im März 2001, die meisten davon in Privat-
haushalten.**

**Durchschnittliche CICS Terminal Benutzungsdauer
4 - 6 Stunden / Tag.**

**Durchschnittliche Internet Benutzungsdauer
etwa 10 Stunden / Monat.**

<http://www.hursley.ibm.com/infopack/A33578.pdf>

J. Gray: How High is High Performance Transaction Processing?
<http://research.microsoft.com/~Gray/Talks/>

R. Fox: „Net Population Newest Numbers“. Comm. ACM, Vol. 44, No.7, July 2001, P.9 .

Investition in Anwendungen

16 000 Unternehmen weltweit (darunter 490 of the Fortune 500 Companies) setzen CICS ein. Es sind 30 Millionen CICS Terminals installiert. Hiermit werden 20 Milliarden Transaktionen/Tag ausgeführt. Das ist mehr, als das World Wide Web im gleichen Zeitraum an Hits erzeugt.

Mit CICS Transaktionen werden täglich 64 Billionen (10^{12}) \$ transferiert oder abgerechnet.

Eine Überschlagsrechnung mit den folgenden Annahmen:

- **20 000 S/390 Servers haben durchschnittlich 1 Mill. Zeilen aktiven Anwendungscode (zwischen 200 000 und 50 Millionen pro Server), kumulativ 20 Milliarden LOC.**
- **Produktivität von 2 000 LOC/Mannjahr, Investition von 10 Millionen Mannjahren.**
- **100 000 \$/Mannjahr, Investition von 1 Billion \$ in S/390 Anwendungssoftware**

Zum Vergleich, das USA 1999 GNP war 9 Billion \$.

http://www-3.ibm.com/developer/solutionsevent/pdfs/spector_lunchtime_keynote.pdf

**OLTP/DB Evaluation Model
Technology Comparision
Gartner Group, Sept. 1999**

| | IBM S/390 OS/390 | SUN Exxxx Solaris | HP 9000 HPUX | Compaq Alpha True64 | Proliant NT 4.0 |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| System Performance | 15 | 15 | 15 | 12 | 6 |
| Clustering Performance | 5 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Single System Availability | 15 | 9 | 9 | 9 | 3 |
| Multiple Systems Availability | 15 | 9 | 12 | 12 | 3 |
| Workload Management | 15 | 6 | 9 | 6 | 3 |
| Partitioning | 10 | 6 | 2 | 2 | 2 |
| Systems Management | 10 | 6 | 8 | 6 | 6 |
| Totals | 85 | 53 | 57 | 50 | 24 |

IBM S/390 was the clear leader based on top ranking scores in nearly every criterion, based on:

- **superior availability**
- **workload management**
- **partitioning**
- **manageability**

Availability, Classes of 9s

| | Class of 9s | Outage | Example |
|--------------------------------|-------------|----------------|------------------------------------|
| Continuous Availability | 99,999 % | 5 min/year | z/OS 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 LANs | 90% | 876 hours/year | |

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.

While planned outages can be scheduled, they still are disruptive. The modern trend is to try to avoid planned outages altogether. This requires extensive hardware and software facilities.



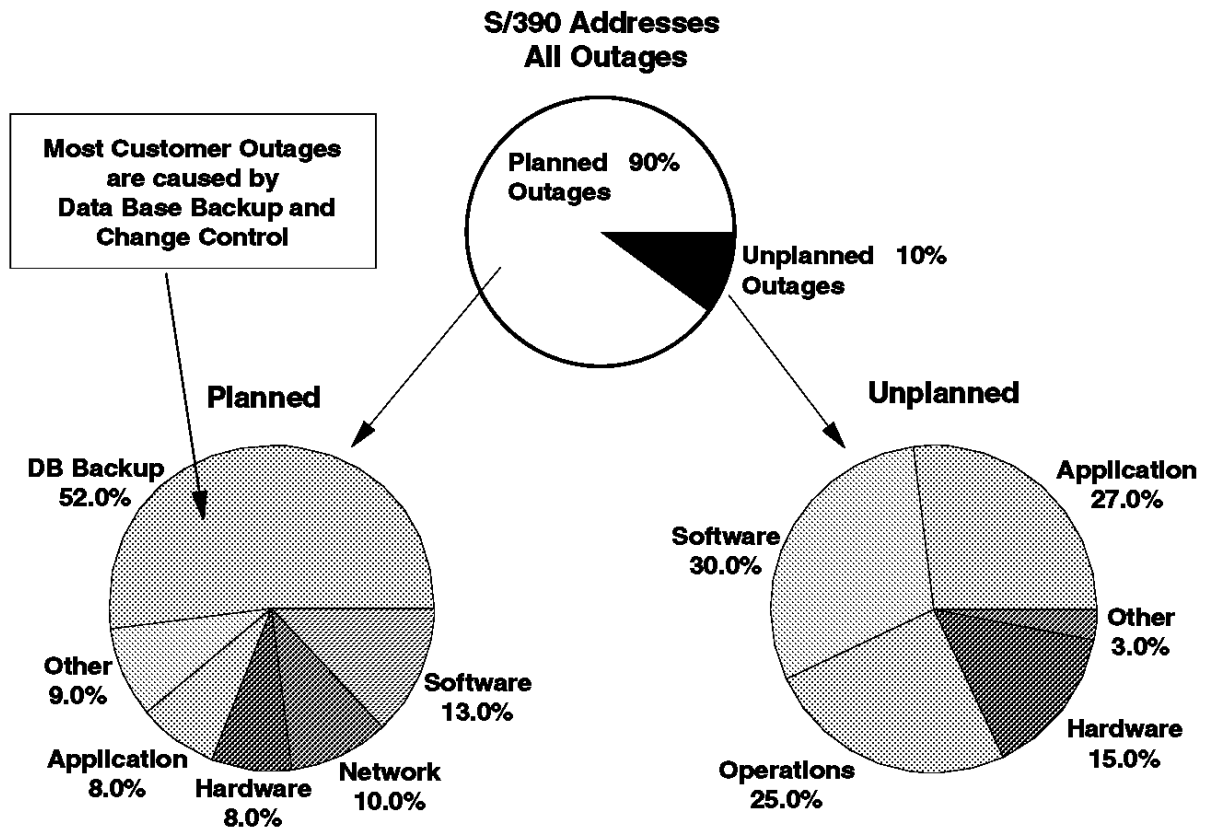
Mögliche Maßnahmen

- 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

Costs of Outages Calculation: Revenue Loss

| VARIABLES | S/390 SCENARIO | E10000 SCENARIO |
|---|--------------------------|----------------------------|
| Revenues per year | \$10 billion | \$10 billion |
| Trading days per year | 250 | 250 |
| Revenues per trading day | \$40 million | \$40 million |
| Trading hours per day | 9 | 9 |
| Revenues per hour | \$4,444,000 | \$4,444,000 |
| Revenues per hour per cluster | \$2,222,000 (2 clusters) | \$494,000 (9 clusters) |
| Availability during trading day | 99.998% | 99.75% |
| Downtime per cluster per year | 0.05 hours | 5.63 hours |
| Lost revenues per cluster per year | \$111,000 | \$2,781,000 |
| TOTAL LOST REVENUES PER YEAR | \$222,000 (x2 clusters) | \$25,031,000 (x9 clusters) |
| TOTAL LOST REVENUES — FIVE YEARS | \$1.11 million | \$125.16 million |

International Technology Group, January 2000



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

International Technology Group, January 2000

Data Security

Example: 350 companies in the New York City World Trade Center. When it was bombed in 1993, 150 of them went out of business.

The U.S. Government reported that 93% of all companies fail within five years of a data center disaster. (Survival rate of 7 %).

Analysis of the Aberdeen Group, 2000

System Management der Daten

In großen Unternehmen verdoppelt sich das Datenvolumen jedes Jahr

**1 Mitarbeiter für die Verwaltung von 500 - 700 Gbyte (Unix)
oder 1 - 3 Tbyte (OS/390)**

Aufgaben

- **neue Platten installieren**
- **Hardware rekonfigurieren**
- **Server mit neuem Speicherplatz ausstatten**
- **Daten zwischen den Laufwerken bewegen**
- **alte oder duplizierte Programme finden und beseitigen**

Manageability

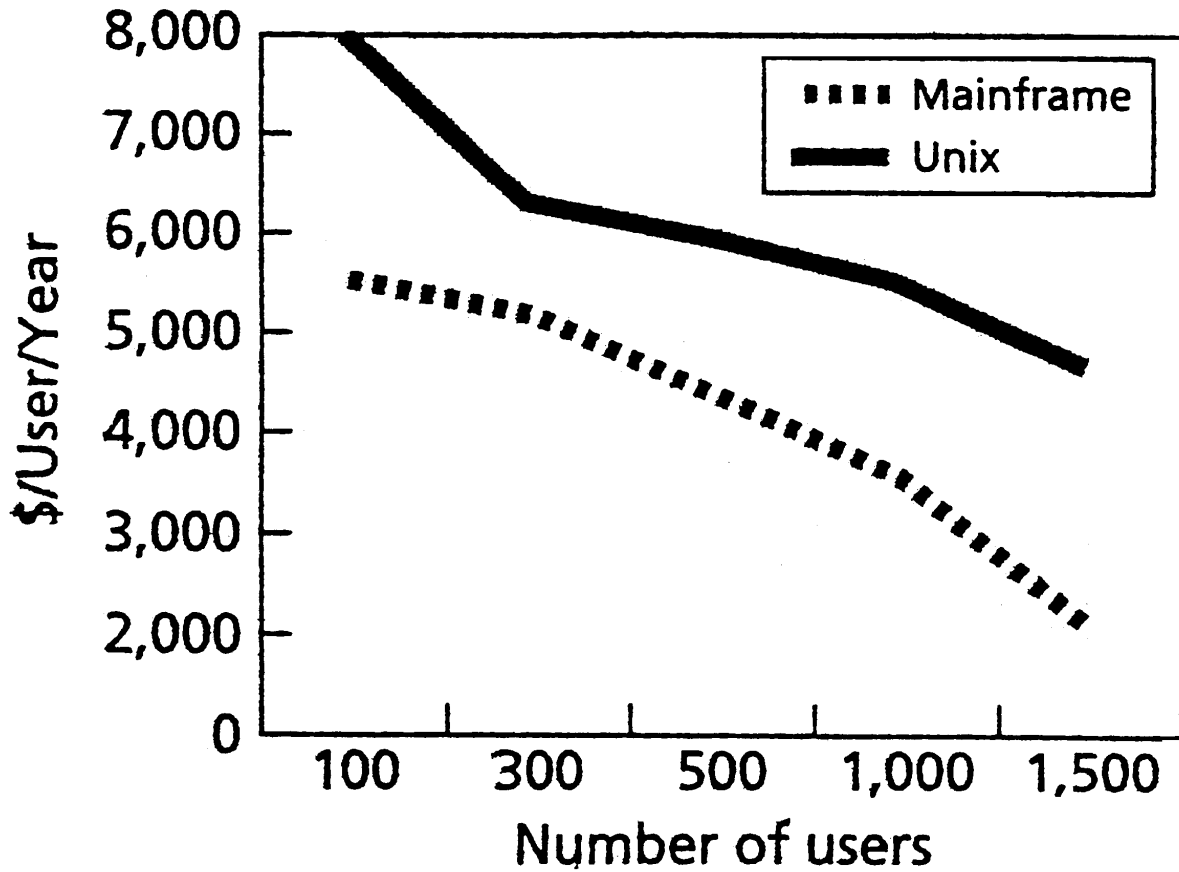
Costs of Ownership Calculation: Brokerage Example

| BUSINESS PROFILE | | | |
|--|----------------|--|----------------|
| FULL SERVICE BROKERAGE | | | |
| Revenues: | \$10 billion | Peak window: 50 hours/week | |
| Assets: | \$75 billion | — 75% online, 25% batch | |
| Trades/day: | 1 million+ | Off-peak workloads | |
| Customers: | 8 million | — 70% batch, 30% online | |
| Online customers: | 50% | 5 TB production data | |
| 2 data centers, 7 x 24 operation | | Subsecond response time at host | |
| 9,000 internal users | | | |
| S/390 SCENARIO | | E10000 SCENARIO | |
| Hardware | | Hardware | |
| 6 x Z77 | | 36 x E10000 | |
| 52 GB RAM each | | 64 CPUs - 400 MHz each | |
| 30 TB disk | | 48 GB RAM each | |
| Parallel Sysplex (2 x 3) | | 50 TB disk | |
| | | SPARCcluster (9 x 4) | |
| Software | | Software | |
| OS/390, DB2, CICS/ESA, VTAM, TCP/IP, IBM & Candle system management tools, COBOL, Assembler, REXX, C++, Java | | Solaris, Oracle 8i, Tuxedo, Veritas, TCP/IP, CA-Unicenter & Sun system management tools, C++, Java | |
| Personnel | | Personnel | |
| System administration | 27 | System administration | 66 |
| Database administration | 21 | Database administration | 49 |
| Operations | 25 | Operations | 39 |
| TOTAL | 73 | TOTAL | 154 |
| FIVE-YEAR COSTS (\$000) | | FIVE-YEAR COSTS (\$000) | |
| Hardware | 26,265 | Hardware | 96,456 |
| Maintenance | 11,136 | Maintenance | 40,372 |
| Software | 38,265 | Software | 31,460 |
| Personnel | 31,852 | Personnel | 61,481 |
| TOTAL | 107,518 | TOTAL | 229,769 |

Results of a case study, performed by a large Borkerage house in 2H1999, and published by the International Technology Group.

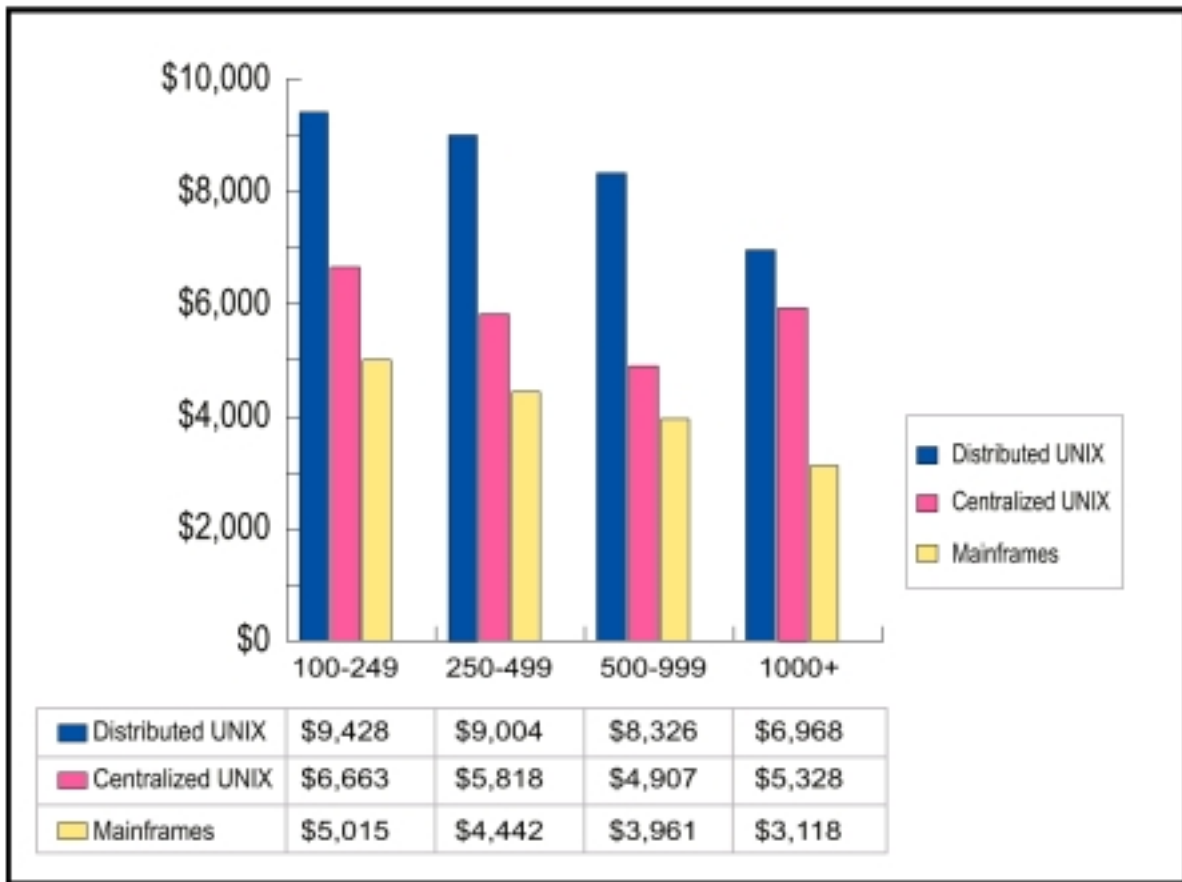
One frequently quoted statistic says that a Unix installation requires one data base administrator for each 500-700 Gbyte of business data stored while in an S/390 installation one data base administrator is required for each 1000 - 3000 Gbyte of business data stored.

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.

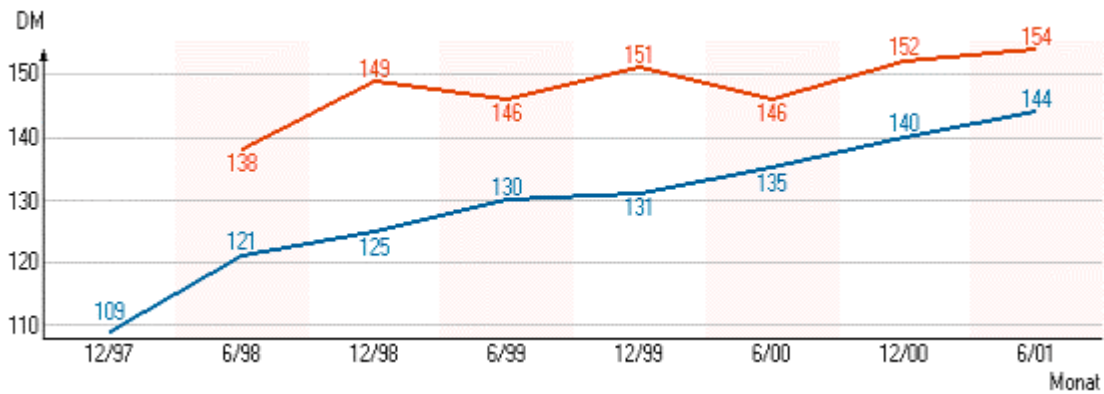


Average annual transaction processing costs per user

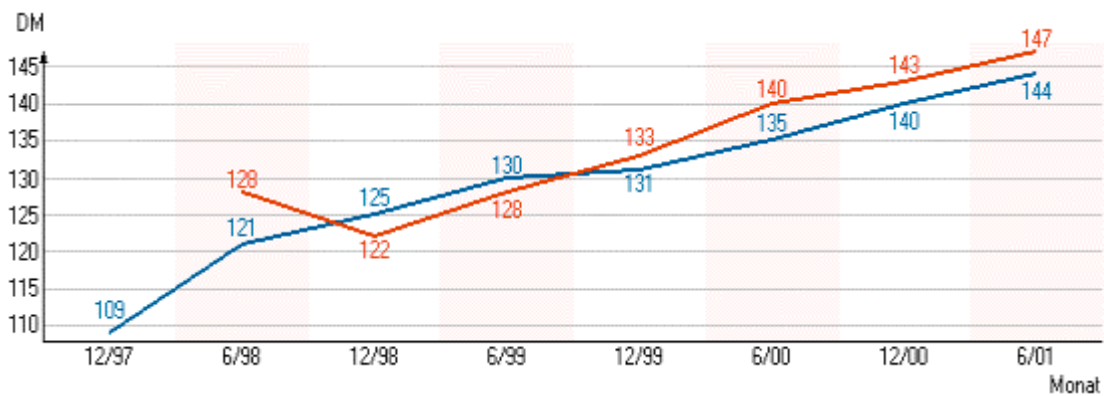
International Technology Group, 2/99

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

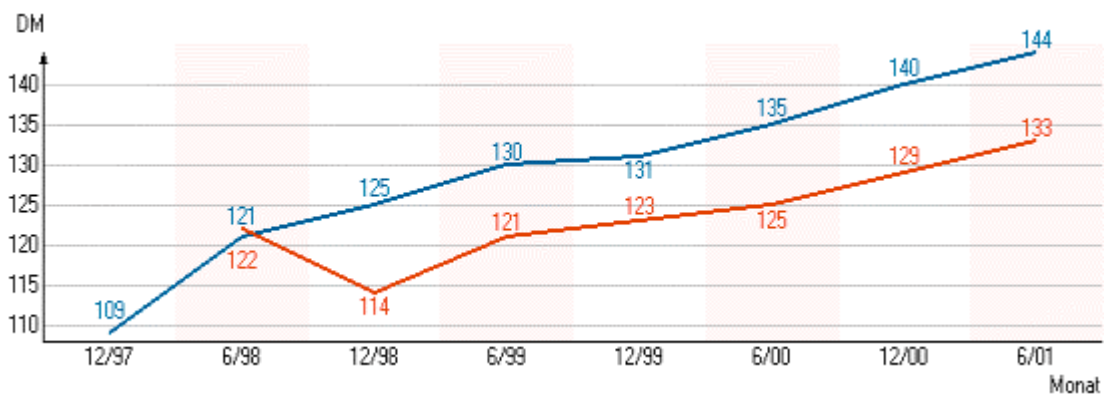
- Gartner Group, 2000



Entwicklung des Stundensatzes für einen IT-Freiberufler mit dem fachlichen Schwerpunkt auf MVS

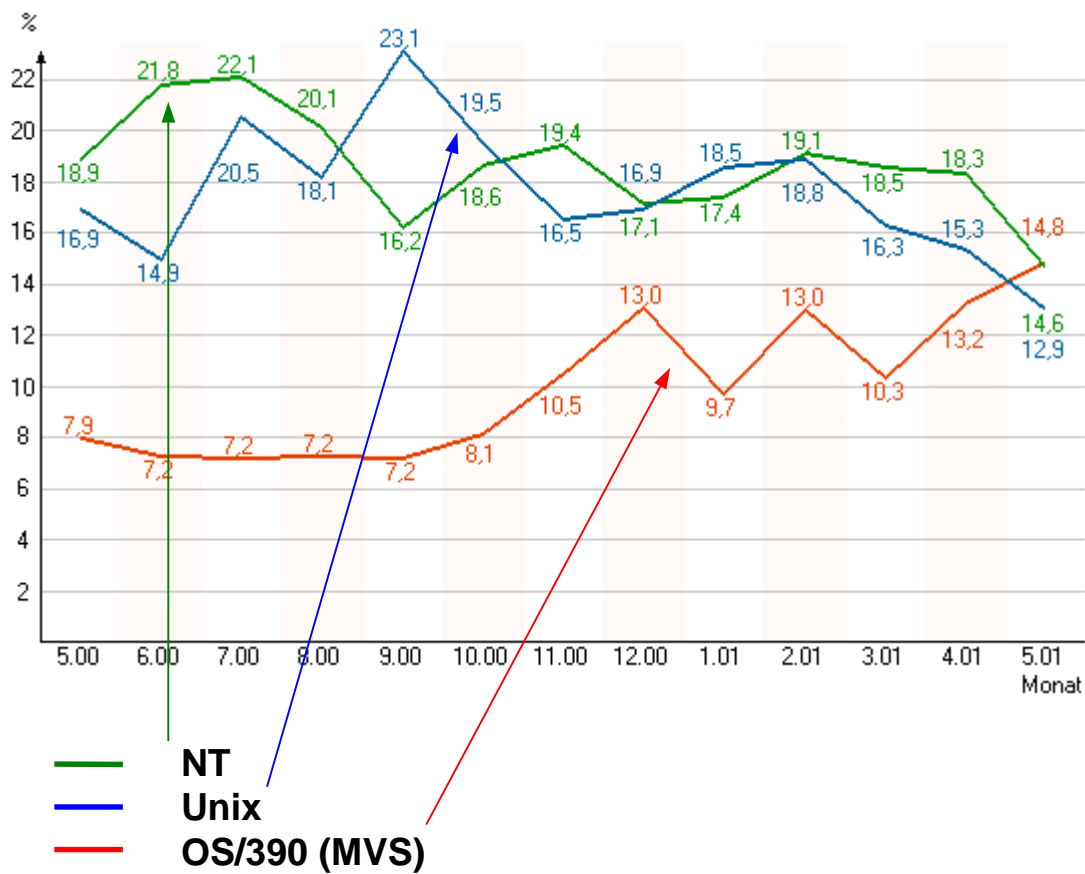


Entwicklung des Stundensatzes für einen IT-Freiberufler mit dem fachlichen Schwerpunkt Unix OS



Entwicklung des Stundensatzes für einen IT-Freiberufler mit dem fachlichen Schwerpunkt Windows NT

<http://www.gulp.de/kb/mk/chanpos/mvsgefragt.html>, Juli 2001



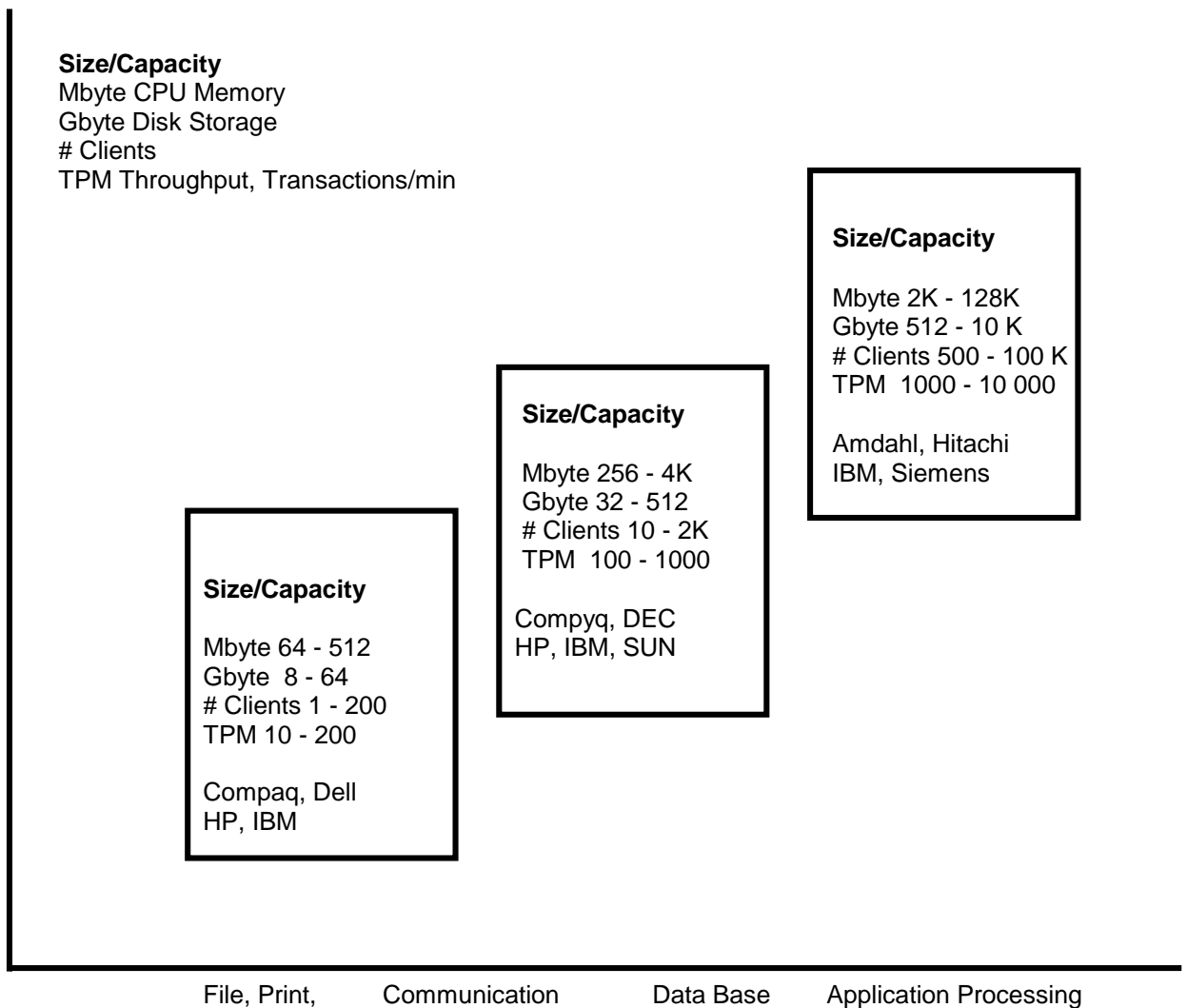
Die monatliche Entwicklung der Projektanfragen in Prozent für OS/390 (MVS), Unix und Windows NT

<http://www.gulp.de/kb/mk/chanpos/mvsgefragt.html>, Juli 2001

Server Arten

Client/Server System Anwendungen

- Transaktionsverarbeitung
- Decision Support Systeme, Data Mining
- Finance and administrative Applications
- World Wide Web Server
- Video and Dokumenten Server



Unterschiedliche Server für unterschiedliche Größen Anforderungen

Kommerzielle Großrechner

Das, was im zentralen Rechenzentrum eines Großunternehmens wie Volkswagen, Allianz oder Lufthansa steht.

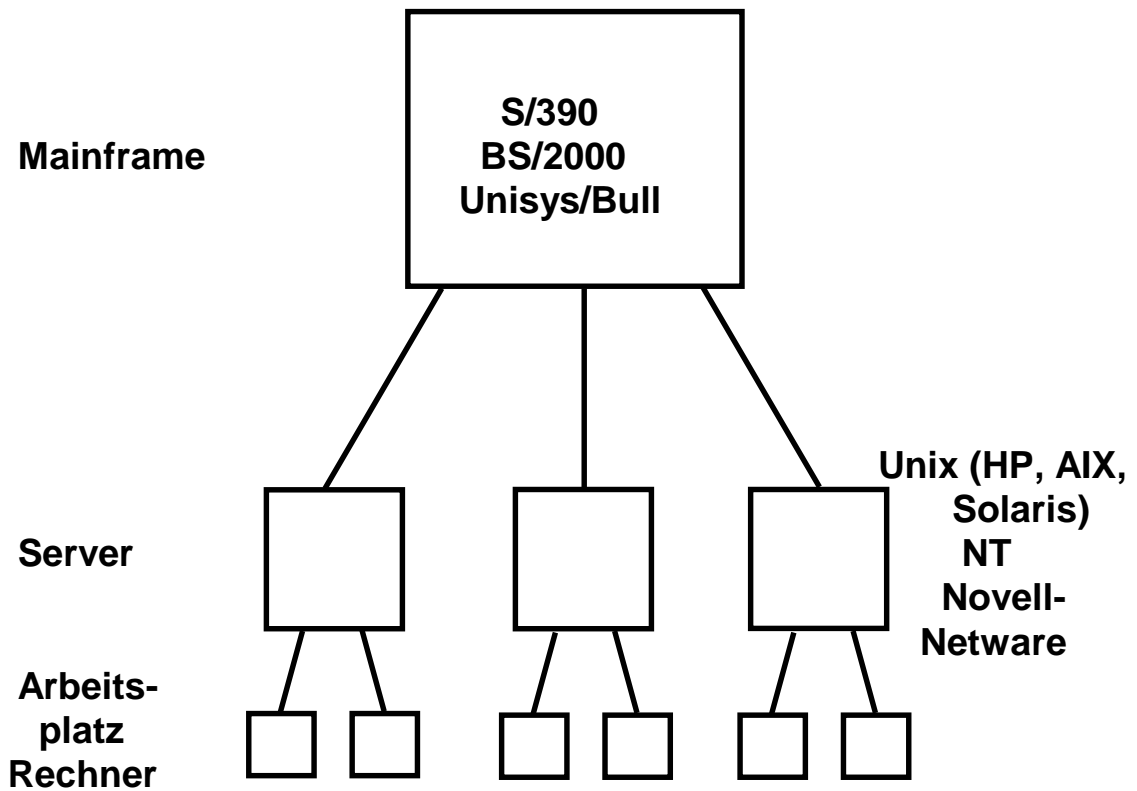
Implementierung: Cluster von SMP Knoten

Unterschiede zum wissenschaftlichen Großrechner

- Datenhaltung
- Transaktionsverarbeitung
- Zuverlässigkeit
- Verfügbarkeit
- System Management
- Workload Management
- Sicherheit

Produkte

Compaq Proliant Cluster
Digital Equipment AlphaServer ES40
HP Superdome
IBM OS/390 (z/OS) Sysplex
Siemens BS2000
Sun E10000
Tandem Himalaya



Typische Großfirmen DV Installation

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

G. Amdahl

G.A. Blaauw

F.P. Brooks

/360 Architektur

1964

8 Bit Byte

Mehrzweckregister

Byte Adressierung

Überwacher

Kanalprogramm

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 |

S/390 History

Architecture upwards compatibility: Program binaries written in 1965 will run unchanged on today's systems. Many do.

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

S/ 390 Control-, Access, General, and Floating-Point Register

2 adjacent General or Floating Point Registers may be coupled as a double register

| Register Number | Control Register | Access Register | General Register | Floating Point Register |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| | 64 bits | 32 bits | 64 bits | 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, General, and Floating-Point Register

| | 0000 | 0001 | 0010 | 0011 | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | 1000 | 1001 | 1010 | 1011 | 1100 | 1101 | 1110 | 1111 | ↑ |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MUL | DLE | DS | SP | ▲ | - | / | | | a | ~ | | | ⋈ | ⋈ | ⋈ | ⋈ | 0000 |
| SOH | DC1 | SOS | | | | | | b | k | | | | A | J | | | 0001 |
| STX | DC2 | FS | SYN | | | | | c | l | t | | | B | K | S | | 0010 |
| ETX | DC3 | MUS | IR | | | | | d | m | u | | | C | L | T | | 0011 |
| SEL | RES | BYP | PP | | | | | e | n | v | | | D | M | U | | 0100 |
| HT | NL | LF | TRN | | | | | f | o | w | | | E | N | V | | 0101 |
| RNL | BS | ETB | NBS | | | | | g | p | x | | | F | O | W | | 0110 |
| DEL | POC | ESC | EDT | | | | | h | q | y | | | G | P | X | | 0111 |
| GE | CAN | SA | SBS | | | | | i | r | z | | | H | Q | Y | | 1000 |
| SPS | EM | IT | | ! | ! | ! | : | | | | | | I | R | Z | | 1001 |
| RPT | UBS | SM | REF | ⋈ | ⋈ | ⋈ | ⋈ | | | | | | J | | | | 1010 |
| VT | CU1 | CSP | CU3 | . | . | . | . | | | | | | | | | | 1011 |
| FF | IFS | MFA | DC4 | ⋈ | ⋈ | ⋈ | ⋈ | | | | | | | | | | 1100 |
| CR | IGS | ENQ | NAK | ⋈ | ⋈ | ⋈ | ⋈ | | | | | | | | | | 1101 |
| SO | IRS | ACK | | + | + | + | + | - | | | | | | | | | 1110 |
| SI | IUS | BEL | SUB | | ~ | ? | ?" | | | | | | | | | | 1111 |

| | ASCII | | | | | | | bits 4,5,6,7 | | | | | | | | | |
|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|--|--|--|--|--|--|--|------|
| | bits 1,2,3 | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 | | | | | | | | |
| MUL | DLE | SP | 0 | ⋈ | P | ⋈ | P | ⋈ | P | | | | | | | | 0000 |
| SOH | DC1 | ! | 1 | A | ⋈ | a | ⋈ | a | ⋈ | | | | | | | | 0001 |
| STX | DC2 | " | 2 | B | ⋈ | b | ⋈ | b | ⋈ | | | | | | | | 0010 |
| ETX | DC3 | # | 3 | C | ⋈ | c | ⋈ | c | ⋈ | | | | | | | | 0011 |
| EOT | DC4 | \$ | 4 | D | ⋈ | d | ⋈ | d | ⋈ | | | | | | | | 0100 |
| ENQ | NAK | ⋈ | 5 | E | ⋈ | e | ⋈ | e | ⋈ | | | | | | | | 0101 |
| ACK | SYN | ⋈ | 6 | F | ⋈ | f | ⋈ | f | ⋈ | | | | | | | | 0110 |
| BEL | ETB | ' | 7 | G | ⋈ | g | ⋈ | g | ⋈ | | | | | | | | 0111 |
| BS | CAN | (| 8 | H | ⋈ | h | ⋈ | h | ⋈ | | | | | | | | 1000 |
| HT | EM |) | 9 | I | ⋈ | i | ⋈ | i | ⋈ | | | | | | | | 1001 |
| LF | SUB | * | : | J | ⋈ | j | ⋈ | j | ⋈ | | | | | | | | 1010 |
| VT | ESC | + | ; | K | ⋈ | k | ⋈ | k | ⋈ | | | | | | | | 1011 |
| FF | FS | , | < | L | ⋈ | l | ⋈ | l | ⋈ | | | | | | | | 1100 |
| CR | GS | - | = | M | ⋈ | m | ⋈ | m | ⋈ | | | | | | | | 1101 |
| SO | RS | . | > | N | ⋈ | n | ⋈ | n | ⋈ | | | | | | | | 1110 |
| SI | US | / | ? | O | ⋈ | o | ⋈ | o | ⋈ | | | | | | | | 1111 |

EBCDIC and ASCII Schemes

NOTE: The seven ASCII bits are numbered so as to enable direct comparison with EBCDIC. For example, the letter J is

1001010 in ASCII
11010001 in EBCDIC

The control character mnemonics are defined below. Note that SP is the space, or blank, character.

Unicode

ISO/IEC Standard 10646

**(International Organisation for Standardisation/
International Electrotechnical Organisation)**

2 Byte = 16 Bit werden benutzt, um ein alphanumerisches Zeichen darzustellen.

Sind die werthöchsten 9 Bit = 00000000, werden die wertniedrigsten 7 Bit als ASCII Code interpretiert.

Codes $(OOAO)_{16} \dots (OOFF)_{16}$ werden als „Latin 1“ bezeichnet, und sind identisch mit dem ISO 8859-1 Standard. Dies erlaubt die Darstellung zusätzlicher Zeichen der wichtigsten europäischen Sprachen.

Andere Teilbereiche des $2^{16} = 65536$ großen Namensraums sind reserviert für:

Mathematische Sonderzeichen, die nicht in Latin 1 dargestellt werden

Ideographen, z.B. chinesische Zeichen (Großteil des Namensraums)

Private Zeichen, die von Programm zu Programm anders belegt sein können

GLEITKOMMA - STANDARDS

IEEE 754

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

/390

| | | |
|-----------------|--------|-------|
| 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.

/390 verwendet ausschließlich den /390 Standard.

VAX und Alpha 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

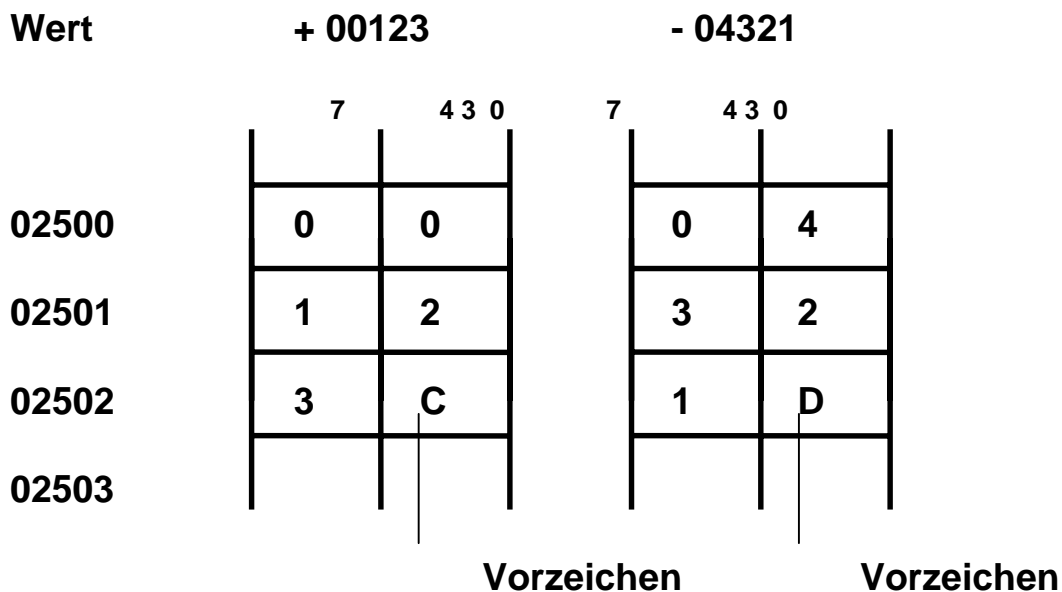
Darstellung als „gepackte dezimale Zeichenfolge“, 0 .. 31 Ziffern

2 Ziffern pro Byte (eine Ziffer pro Nibble)

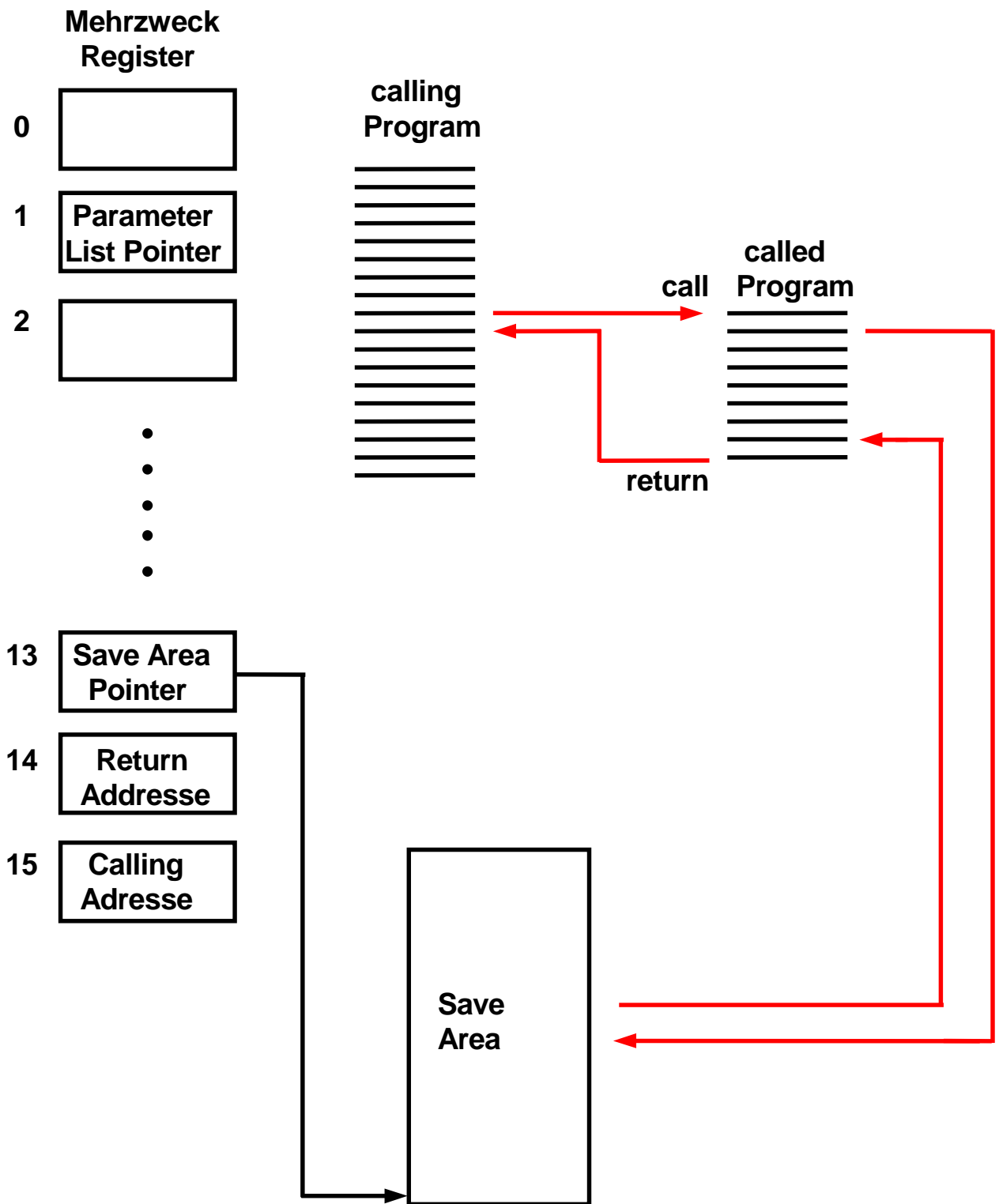
Hauptspeicheradresse der Zeichenfolge zeigt auf das werthöchste Byte. Bytes mit ansteigender Adresse beinhalten Ziffern mit abnehmenden Stellenwert

Das letzte Nibble enthält das Vorzeichen

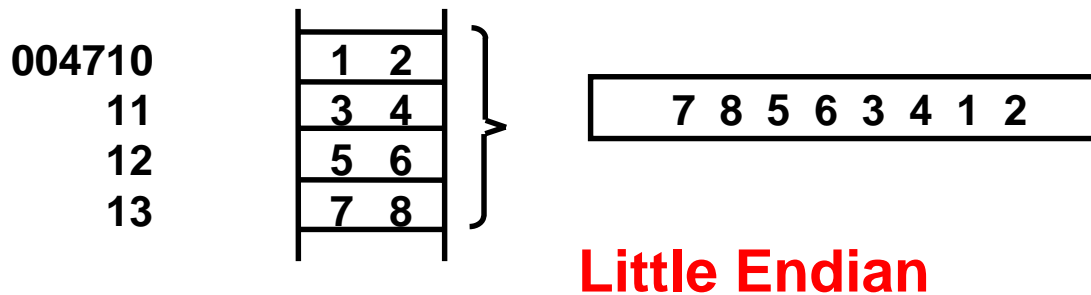
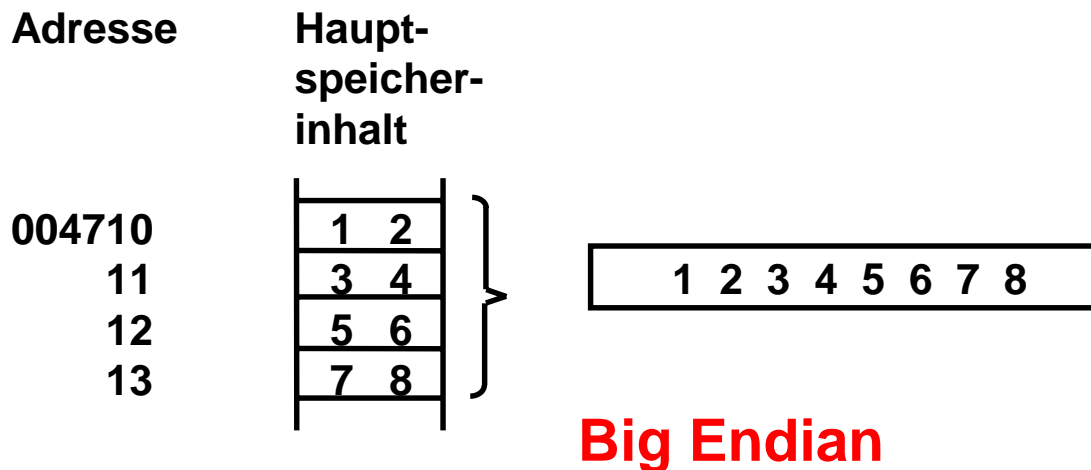
Beispiel: Gepackte dezimale Zeichenfolge auf Hauptspeicheradresse 02500



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



S/390 Unterprogramm Aufruf



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)

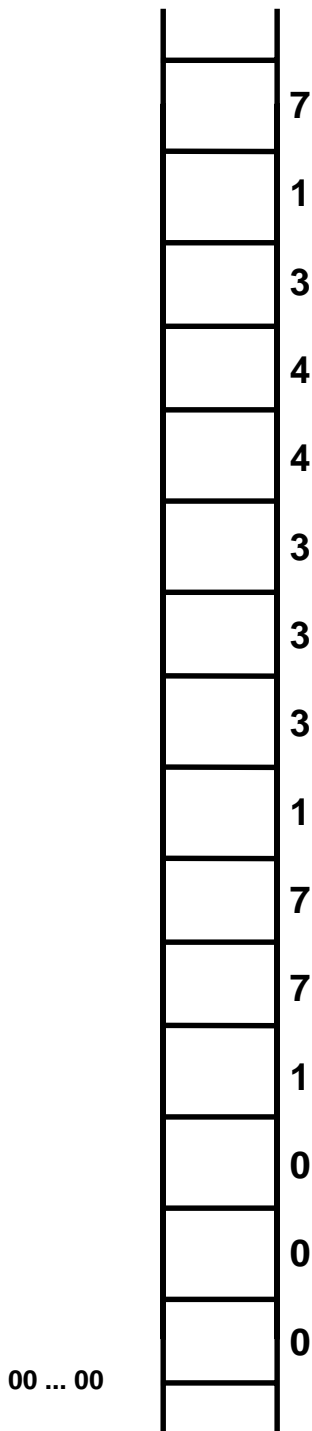
MIPS 10000 (mit little Endian Option)

Motorola 68040

Motorola 88110 (mit little Endian Option)

Sun Sparc

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



Hauptspeicher aufgeteilt in Blöcke (Rahmen) zu je 4096 Bytes

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

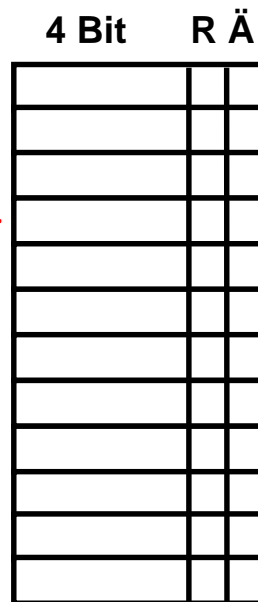
S/390 Speicherschutz

Speicherschutz

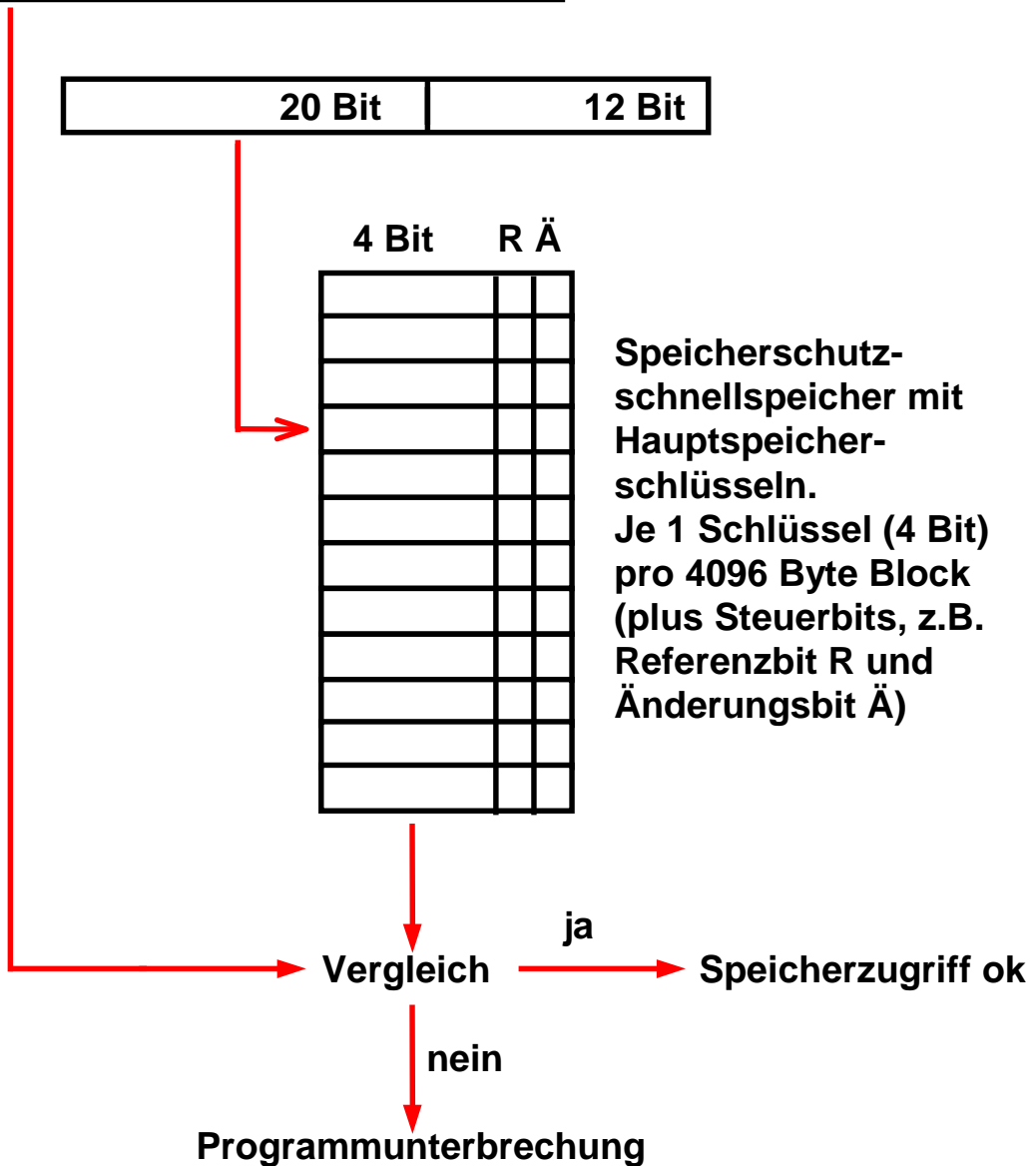
Speicherschutzschlüssel

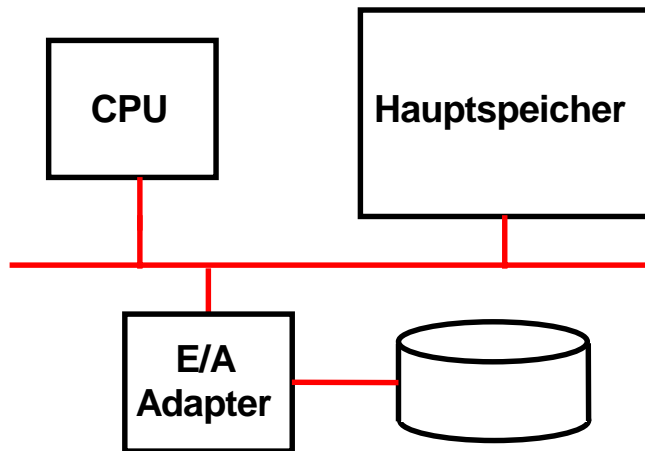


Programmstatuswort



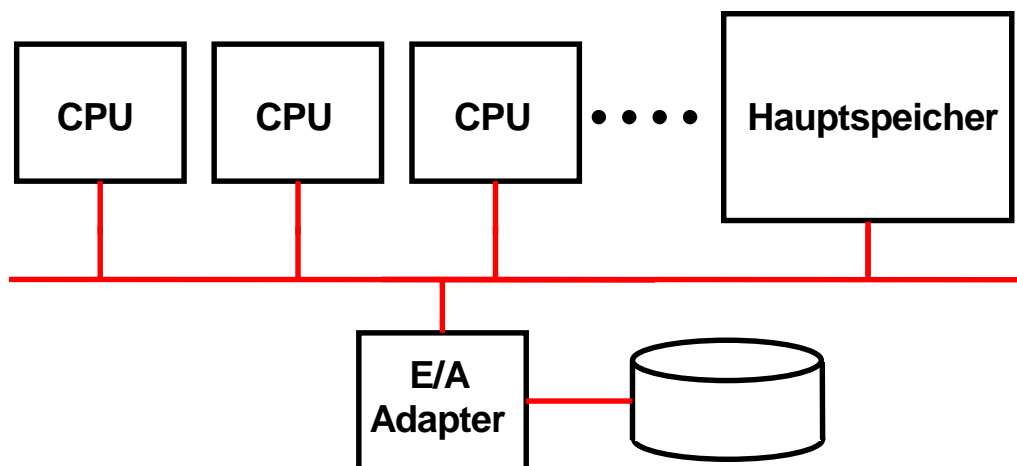
Speicherschutz-
schnellspeicher mit
Hauptspeicher-
schlüsseln.
Je 1 Schlüssel (4 Bit)
pro 4096 Byte Block
(plus Steuerbits, z.B.
Referenzbit R und
Änderungsbit Ä)





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

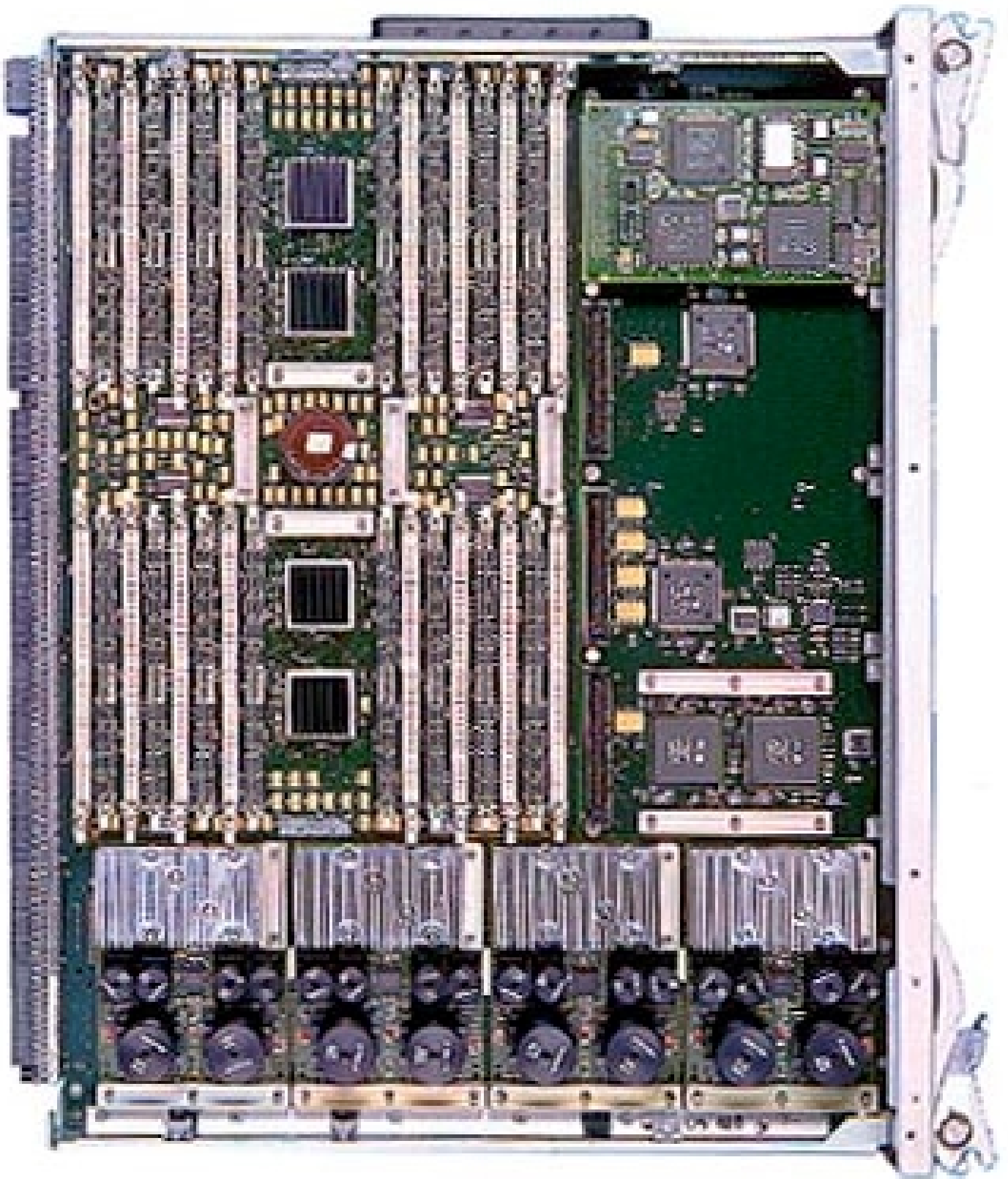
Unterschiedliche Begriffe

OS/390

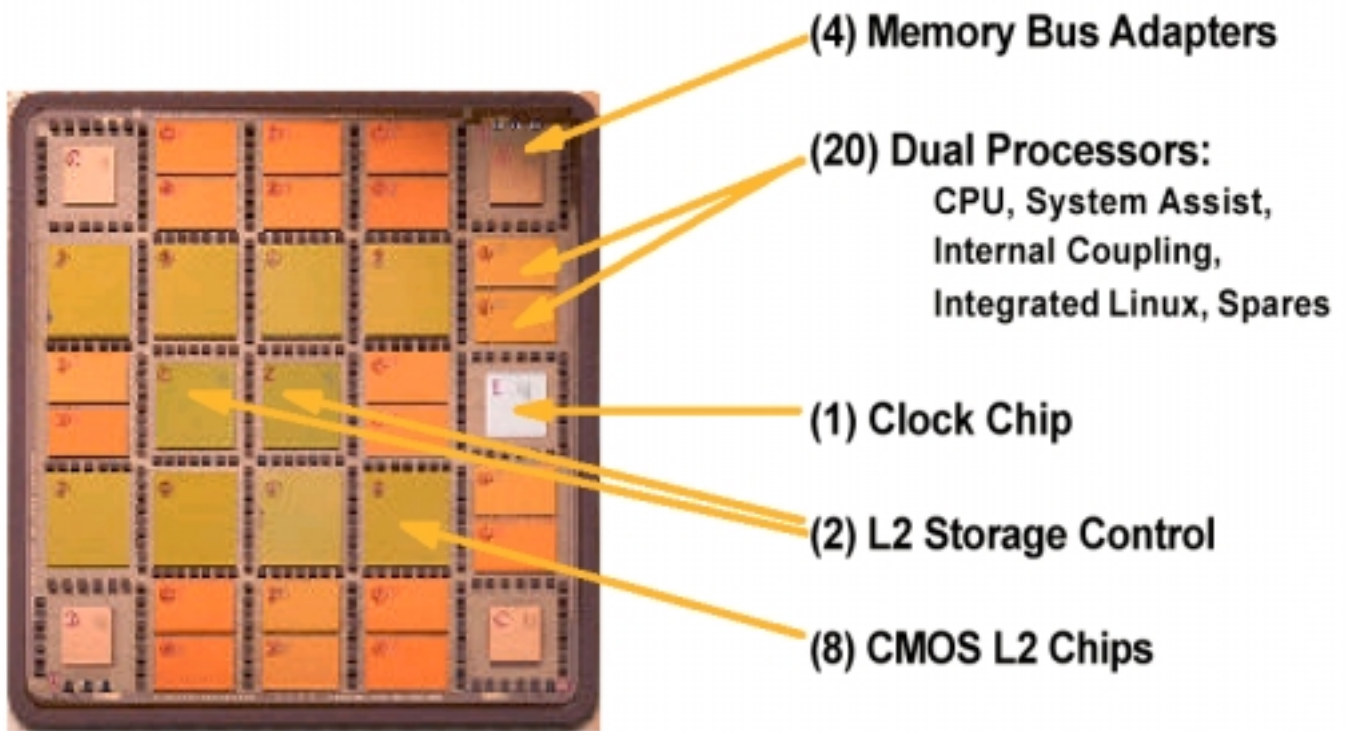
**Problem State
Supervisor State
Region
Data Set
DASD
(Direct Access Storage
Device)**

Windows/Unix

**User Mode
Kernel Mode
Virtueller Adressenraum
File
Plattenspeicher**



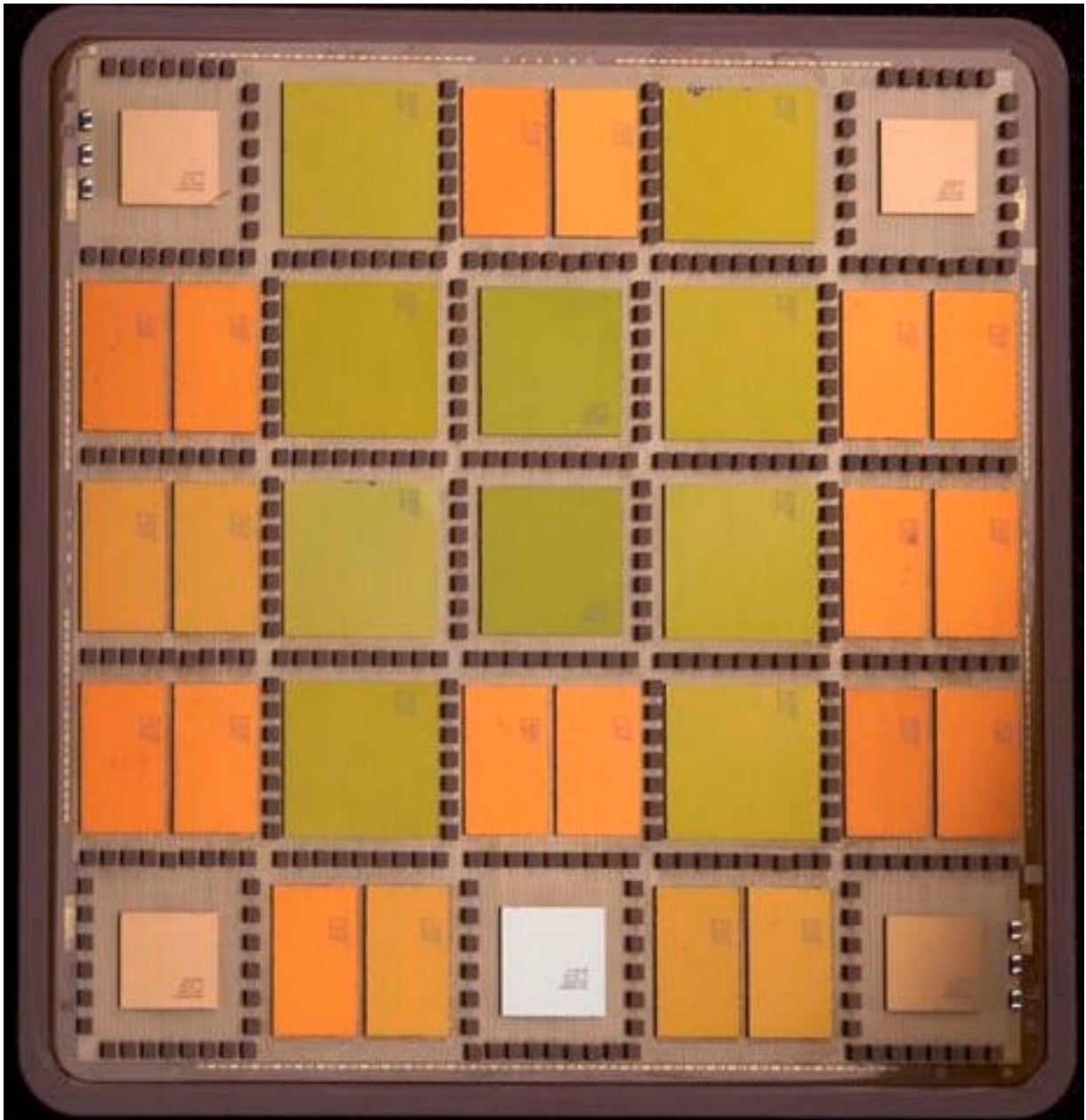
Sun E10000 System Board



z900 Multi Chip Modul

16 CPU Chip SMP

Shared L2 Cache mit Error Correction (ECC)



Z900 Multichip Module (MCM)

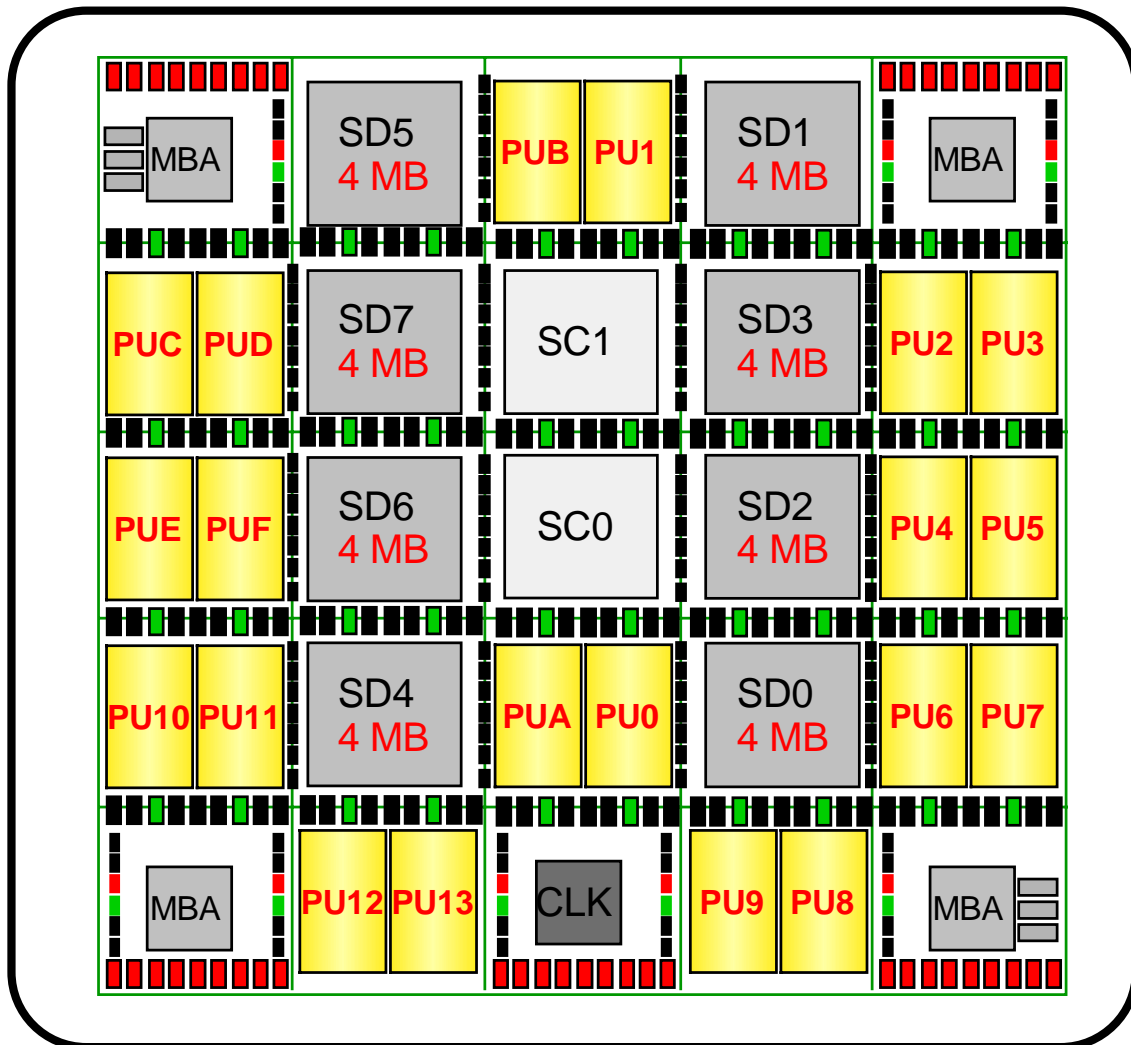
127,5 x 127,5 mm Modul

35 Chips, 2,5 Milliarden Transistoren

234 Million Transistoren L2 chip (SDn)

101 Glas-Keramik + 6 Dünnschicht Verdrahtungslagen

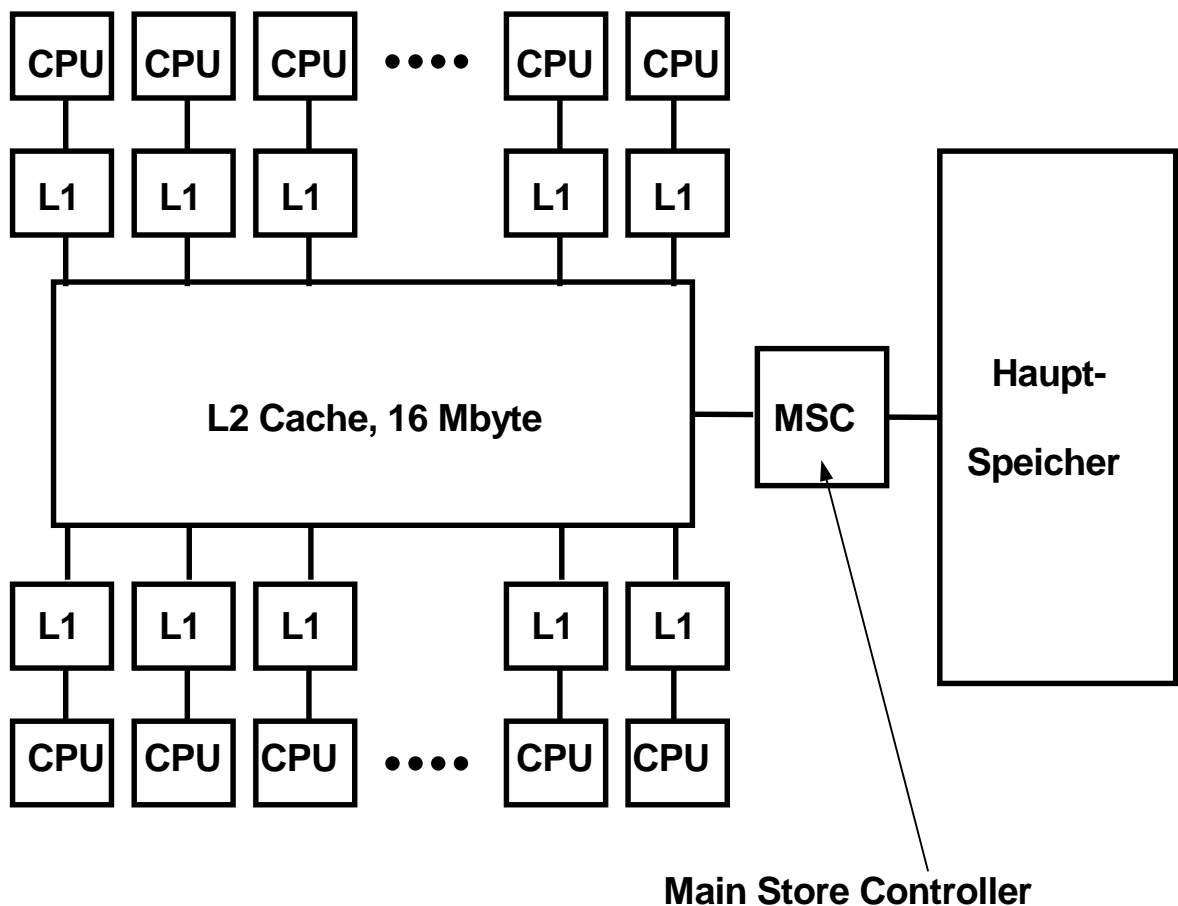
1 km Drahtlänge insgesamt



Z900 Multichip Module (MCM)

20 Mikroprozessor Chips, 16 CPU, 3 Channel Subsystem, 1 Spare
 8 L2 Cache Chips, je 4 Mbyte, je 234 Mill. Transistoren
 2 Storage Control Chips
 4 Memory Bus Adapter Chips
 1 Clock Chip

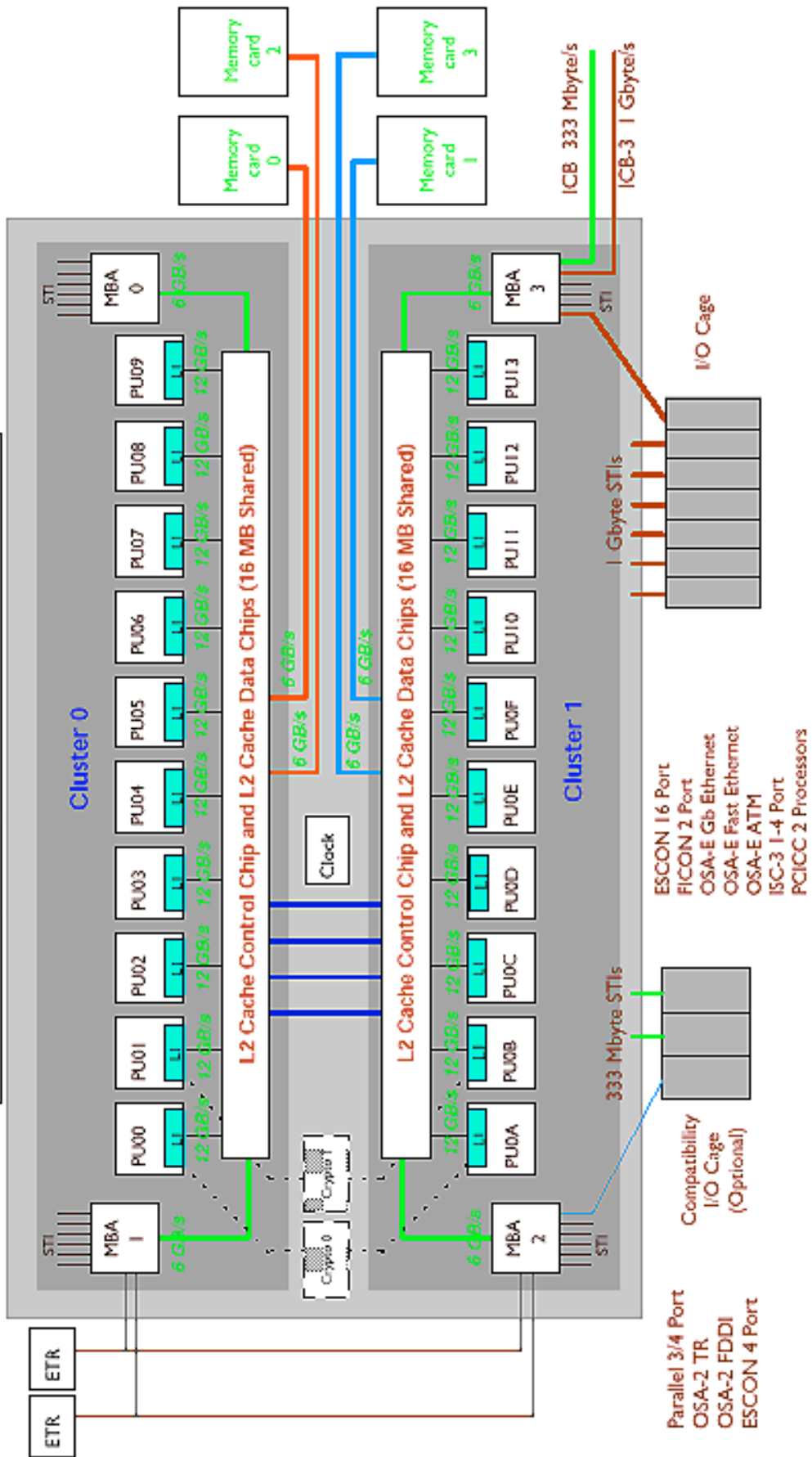
IBM z900 SMP Konfiguration



- 20 identische Mikroprozessoren, davon 16 CPU, 2 E/A, Spare, Coupling
- 47 Mill. Transistoren, 7 Lagen 0,18 μ Kupferprozess, 1 GHz
- Doppelte Instruction und Execution Baugruppen
- L1 Cache mit Paritätsbit, getrennte I- und D- Cache
- L2 Cache mit Fehler Korrektur
- Multilagern Keramik Multichip Modul
- 256 E/A Kanäle, 928 gleichzeitige E/A Operationen
- Datenkompression in Hardware
- Kryptographischer Koprozessor, 2000 SSL Session Handshakes/s

288 GB/s total aggregate bandwidth

35 Logic Chips on a 20 PU MCM



Hardware characteristics

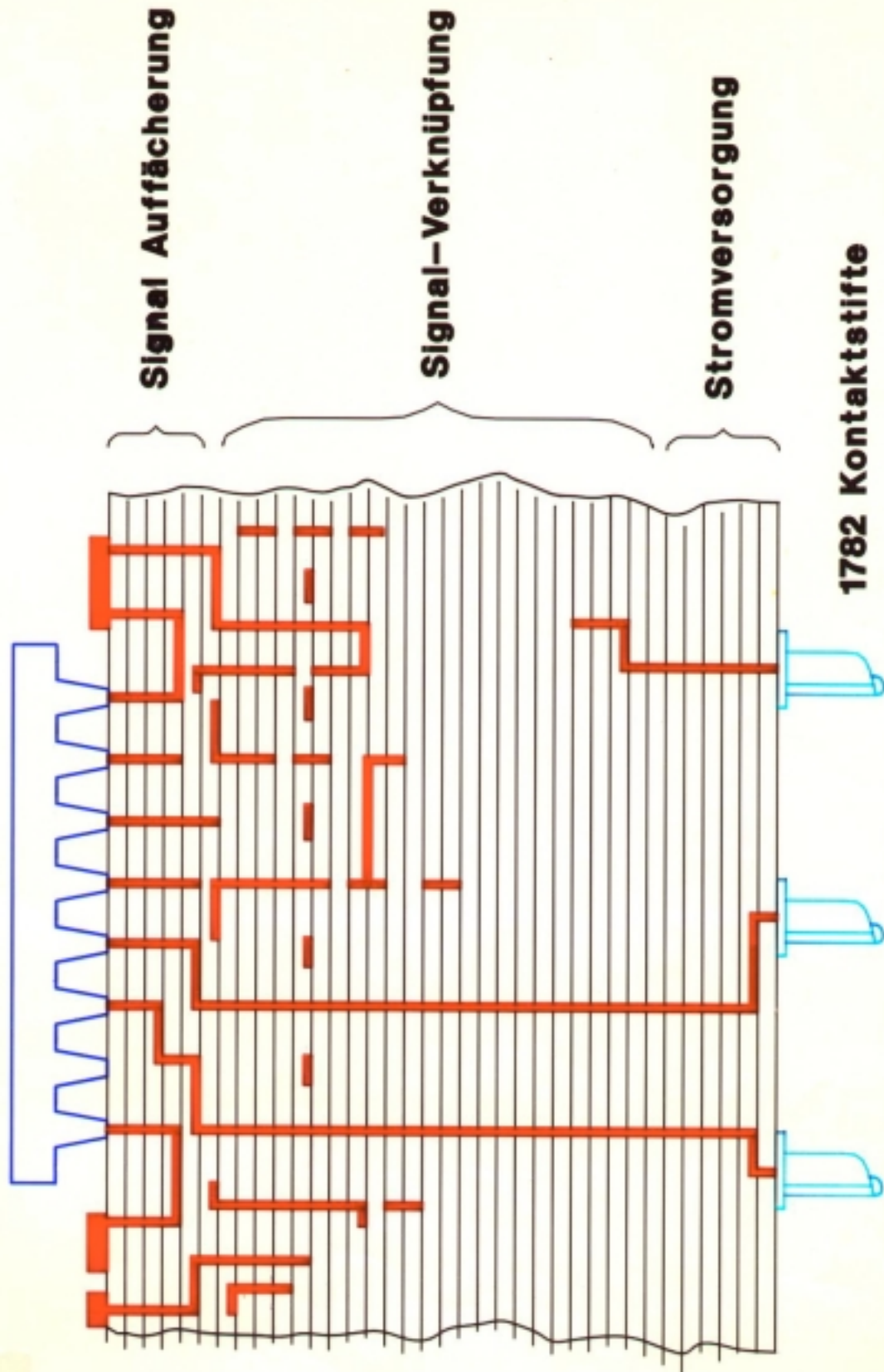
G6 has up to 32 Gbyte main memory, uses 637 Mhz CPU

The G6 CPU chip has 25 Mill. transistors, the L2 chip has 121 Mill. transistors. It runs at 637 Mhz, corresponding to a 1.57 ns cycle. Uses copper technology (the Macintosh G4 was the first chip to use copper technology).

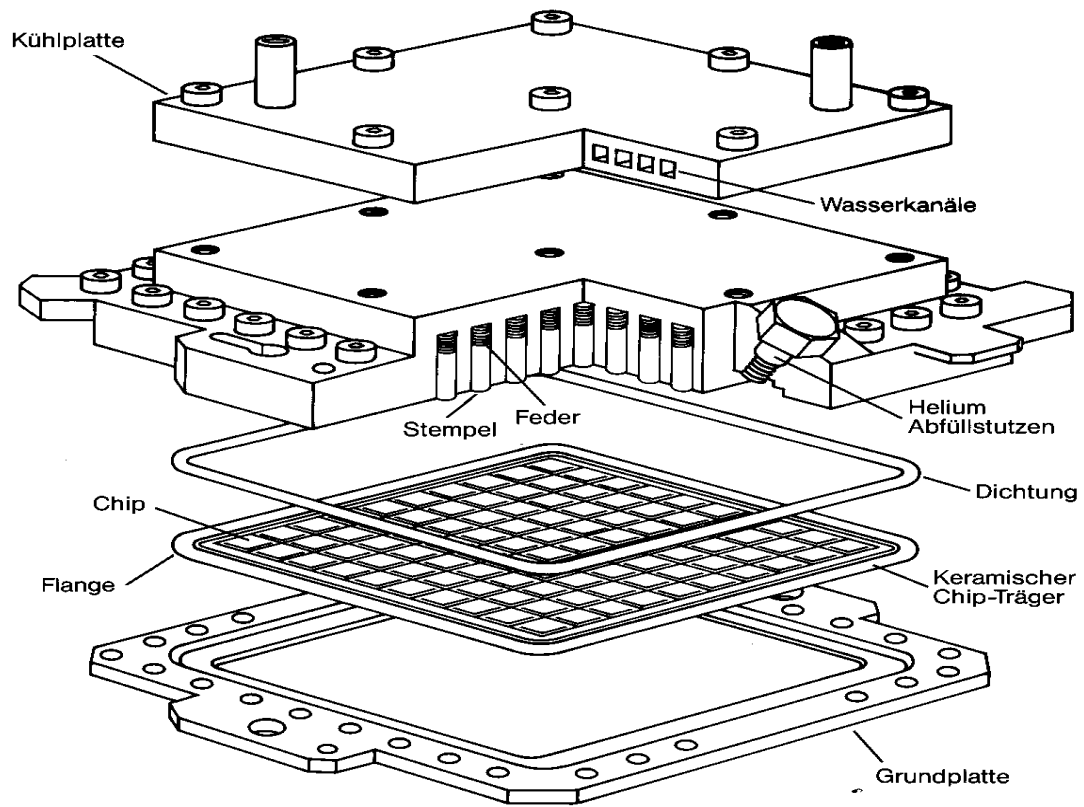
The MCM glass/ceramic substrate contains more than 1 Km of wiring in 88 layers.

The crypto coprocessor is used for example with SSL (secure socket layer). Using SSL under NT or Solaris reduces the number of transactions/s by a factor of 120 to 150, with G6 crypto processor by a factor 6 to 8.

X3 is the successor to G5/G6, to be announced in 2000, uses silicon on insulator (SOI) technology. It will provide dual 31 bit / 64 bit addressing, both virtual and real. The CPU chip has 38 M transistors, the 2 x 8 Mbyte L2 cache is replaced by a single 16 Mbyte cache.

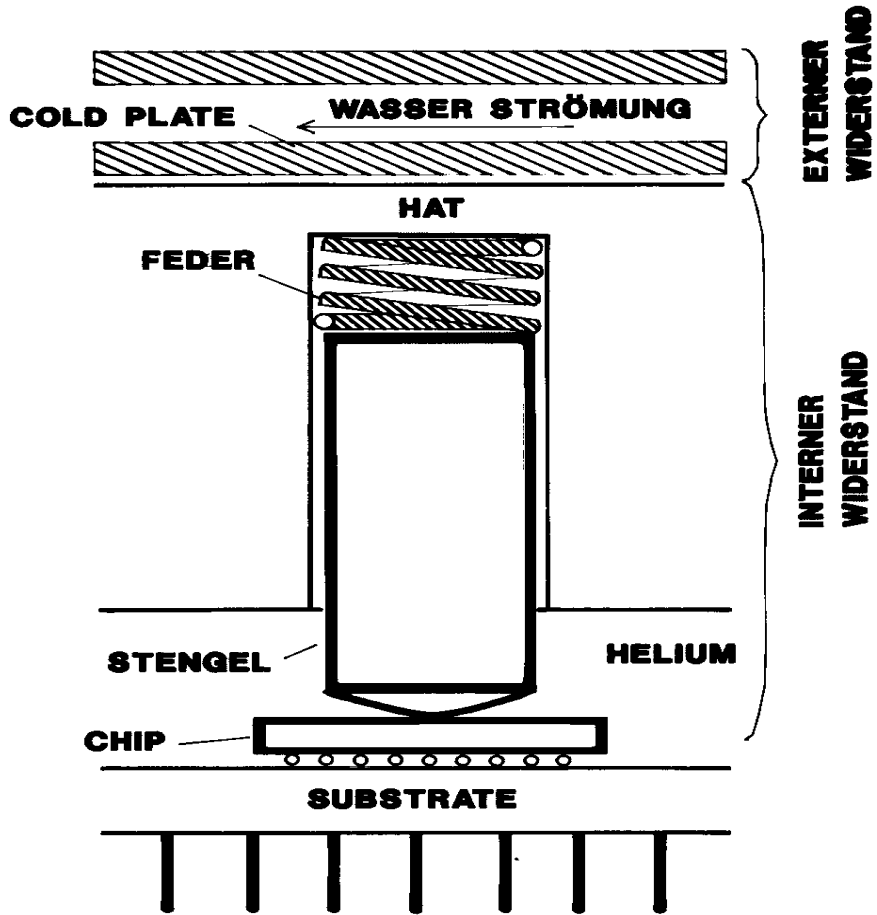


**ESA/9000 TCM Mehrschichtkeramik
63 Schichten; über 5 Meter Leiterbahnen pro cm²**



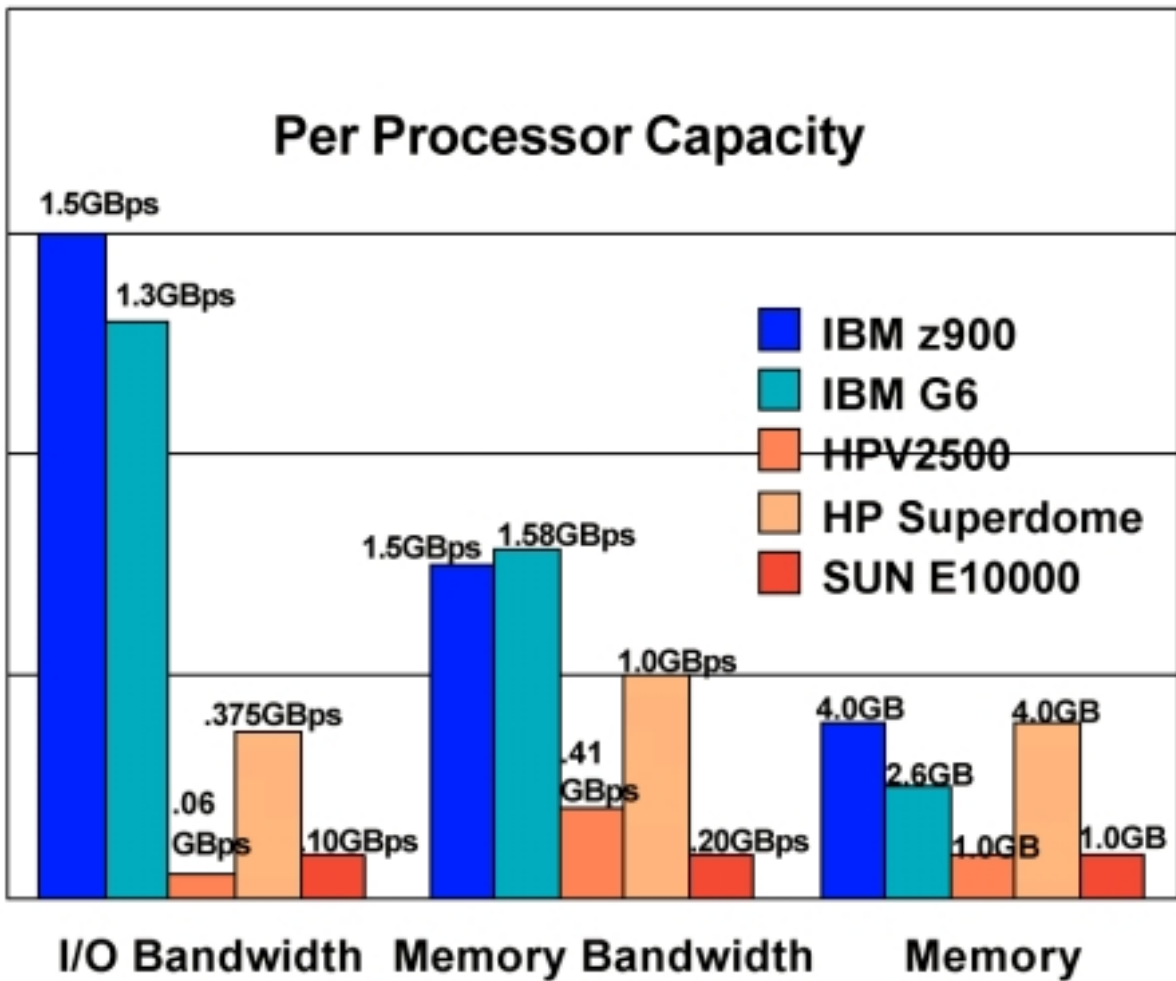
Aufbau eines „Thermal Conduction Module“ TCM

WÄRMEABLEITUNG IM TCM



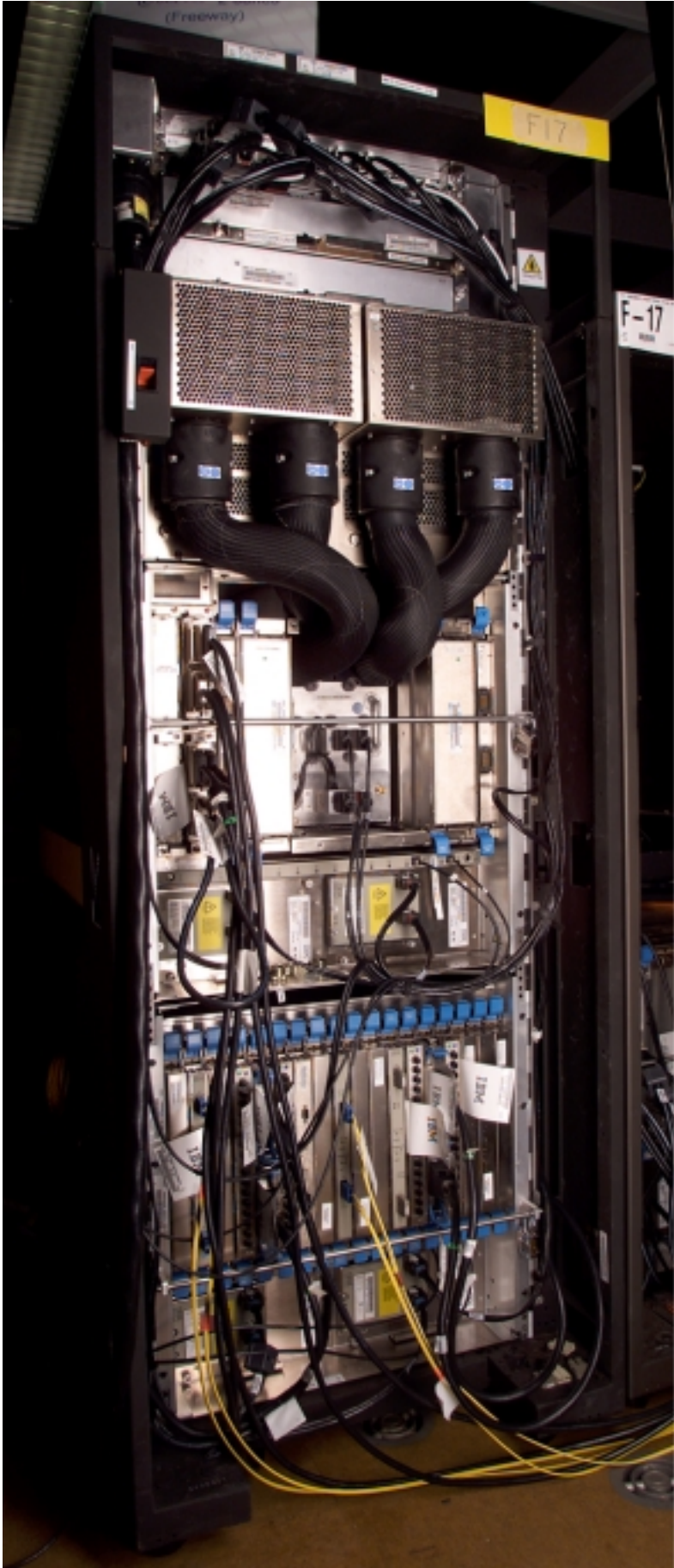
WGS4

TCM Wärmeübergang

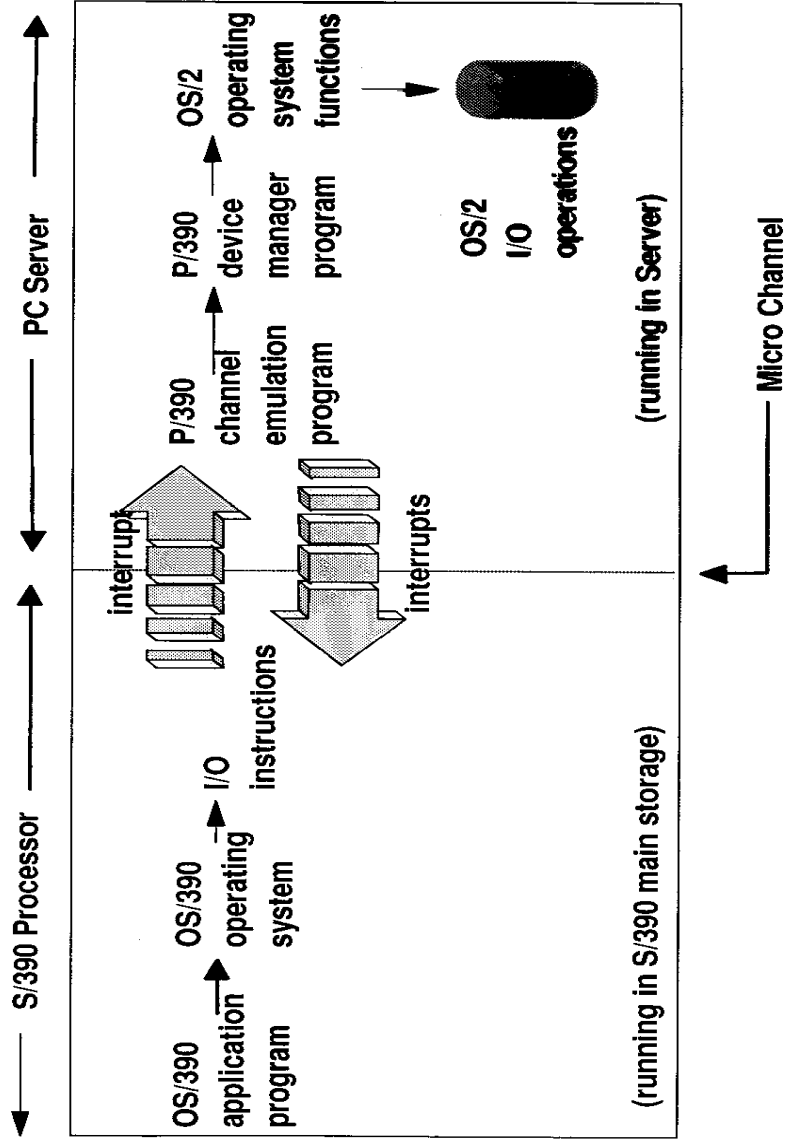


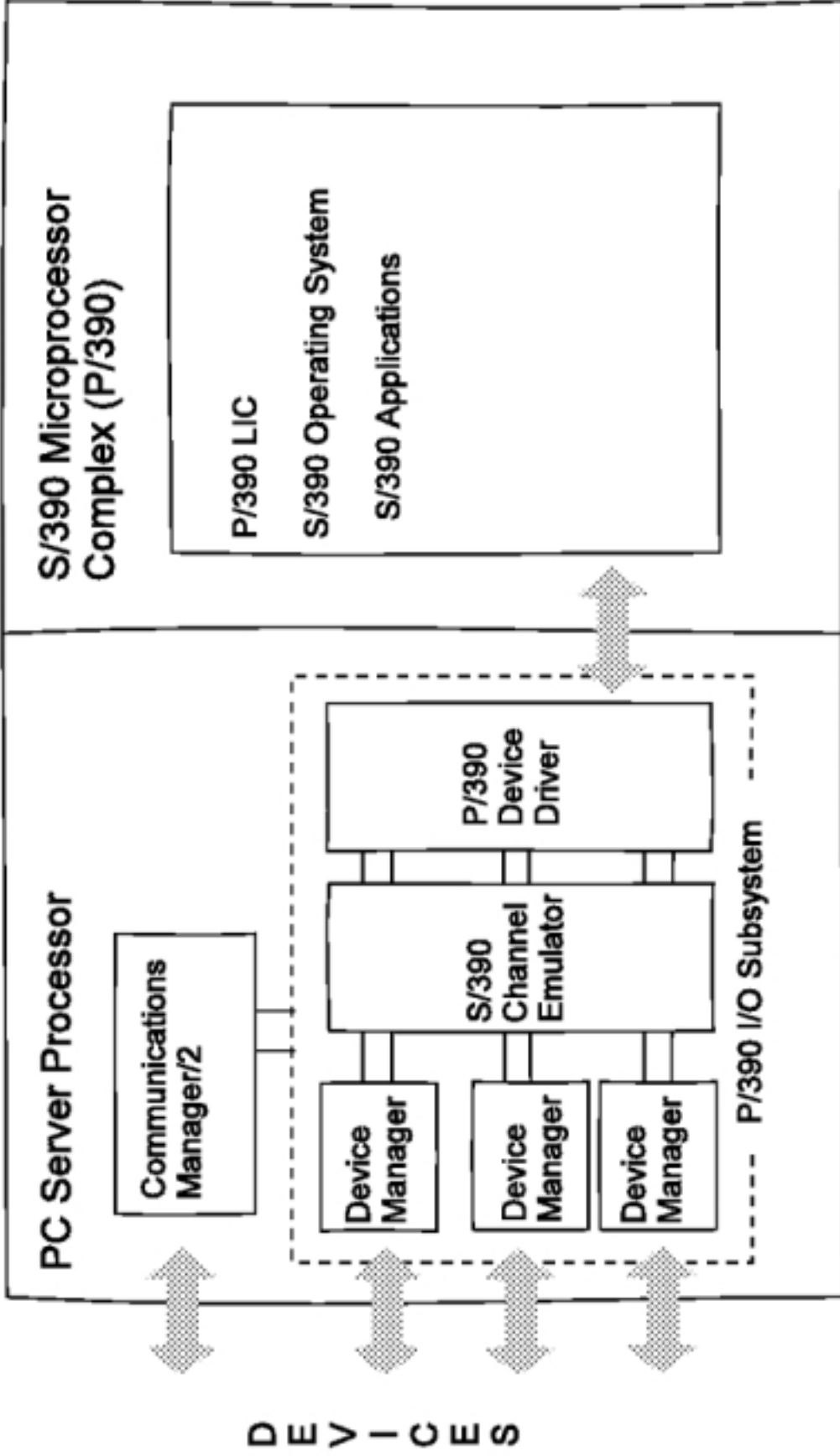
System internal and external data transfer rates

Enabling Technologies Group, Inc.: "Comparative Large System Capabilities and Attributes".
2/23/2001



Functional Flow





Hercules

Hercules ist ein open Source Software Paket. Es emuliert die System/370 and ESA/390 Aarchitektur sowie die neue 64-bit z/Architektur.

Hercules läuft auf einem regulären, leistungsfähigen PC unter Linux, Windows 98, Windows NT und Windows 2000.

Einzelheiten:

<http://www.conmicro.cx/hercules/>

<http://neuro2.med.uni-magdeburg.de/~markgraf/mvs/doc/hercfaq.html>