

Multiprozessor-Systeme (MPS)

- Sequentielle Rechner stoßen an physikalische Grenzen
- Numerische Berechnungen erfordern hohe Performance
- Deshalb → Multiprozessor-Systeme (MPS) - mehrere (2 bis viele tausend) Prozessoren in einem Rechner

Man unterscheidet:

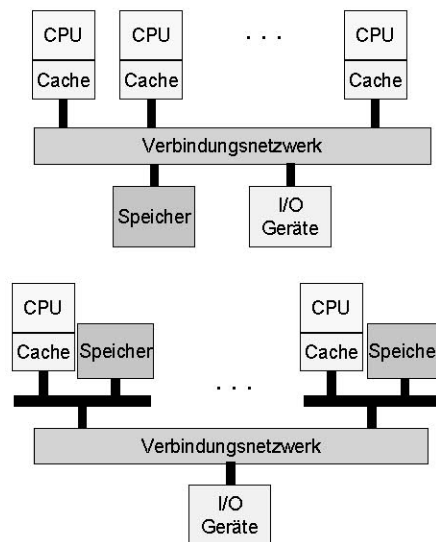
- Workstations, Hosts (Server)
- Parallelrechner (Supercomputer)
- Vektorrechner
- Cluster of Workstations / Advanced Cluster Systems



Multiprozessor-Systeme (MPS)

MPS werden unterschieden in:

- Rechner mit gemeinsamen Hauptspeicher (shared memory)
 - Symmetric Multi Processor (SMP)
- Rechner mit verteiltem Hauptspeicher (distributed memory)
 - Massiv Parallel Processor (MPP)
- Es sind auch Kombinationen möglich
 - distributed shared memory



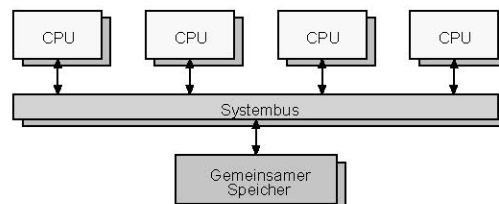
Symmetrische Multiprozessor-Systeme

- Ein **Symmetrisches Multiprozessorsystem** (SMP) ist eine Multiprozessor-Architektur, bei der die laufenden Prozesse auf alle verfügbaren Prozessoren verteilt werden können
- alle CPU's sind gleichberechtigt
- es kann jede CPU über den Speicher mit jeder anderen kommunizieren → Speicherbus sollte entsprechend breit und schnell sein
- es gibt zwei wesentliche SMP-Symmetrien:
 - **Speichersymmetrie**
 - **I/O-Symmetrie**



SMP mit Speichersymmetrie

- Alle CPU's teilen sich den selben Speicherbereich und greifen darauf mit den selben Adressen zu (**UMA - Uniform-Memory-Access**)
- Dadurch wird es möglich, dass alle Prozessoren ein einziges Betriebssystem ausführen, da lediglich die Betriebssystem-Aufgaben auf die unterschiedlichen Prozessoren verteilt werden

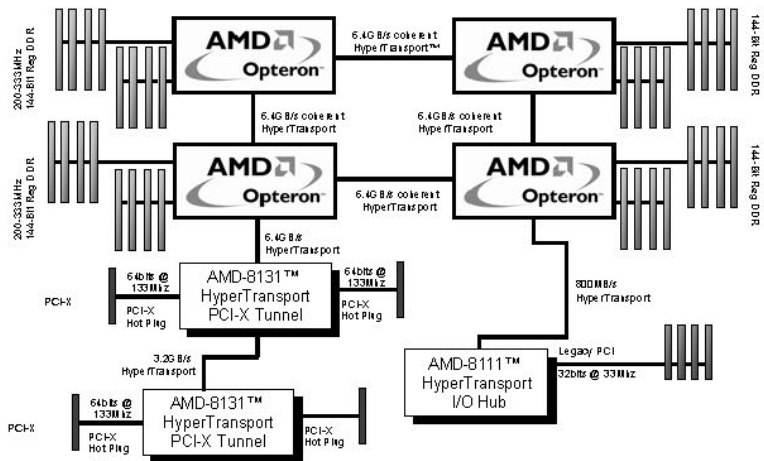


- Bei größeren Systemen wird jedoch der Speicherbus zum Flaschenhals. Mit jeder zusätzlichen CPU sinkt der relative Leistungs-Gewinn, da die Speichersubsysteme die Daten nicht mehr schnell genug liefern können, um alle vorhandenen CPUs auszulasten.



NUMA-Architektur am Bsp. des Opteron

Mit der NUMA Architektur (Non Uniform Memory Access) werden diese Speicherproblem vermindert.

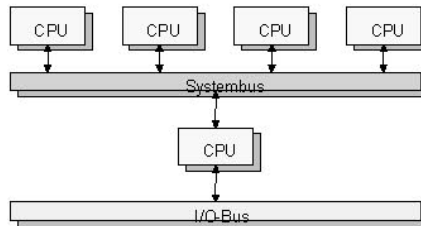


Prof. Dr.-Ing. W. Schmäbasser

Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET

Asymmetrische MPS

- Ein **Asymmetrisches Multiprozessorsystem** ist eine Multiprozessor-Architektur, bei dem ein Prozessor das System steuert und die Tasks an sich und die anderen Prozessoren verteilt.
- Heutzutage verwendet man einen Hauptprozessor und mehrere auf bestimmte Aufgaben spezialisierte nachrangige Prozessoren.
- Da dies dazu führt, dass bei Nichtverfügbarkeit (Einfrieren durch vollständige Auslastung oder Ausfall) des primären Prozessors das gesamte System nicht mehr benutzbar ist, werden heute fast nur noch symmetrische Multiprozessorensysteme verwendet.



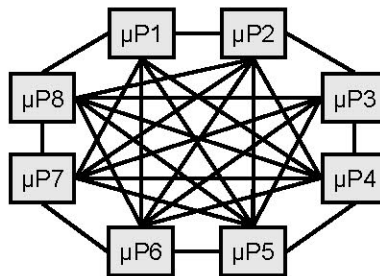
Prof. Dr.-Ing. W. Schmäbasser

Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET

Prozessor- / Rechnerkopplung

Vollständige Verbindung aller Prozessoren eines Systems: erfordert $(n/2) \cdot (n-1)$ Leitungen.

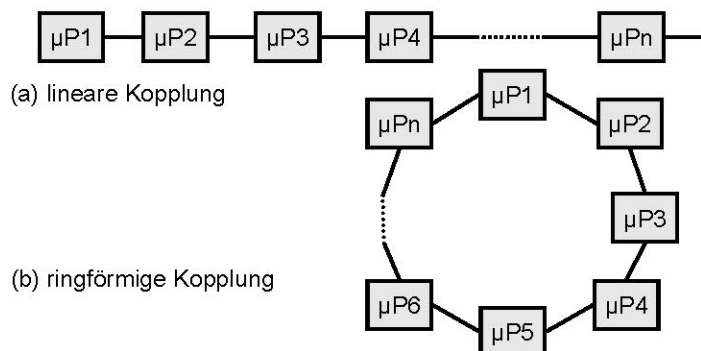
Vollständige Verbindung:



Prozessor- / Rechnerkopplung

Eine lineare (a) oder ringförmige (b) Kopplung verbindet jeweils zwei Prozessoren nacheinander.

Die Übertragungsleistung des Netzwerkes kann dadurch nicht mit der Anzahl der Prozessoren steigen und wird bei Einsatz vieler Prozessoren zu einem Engpass.

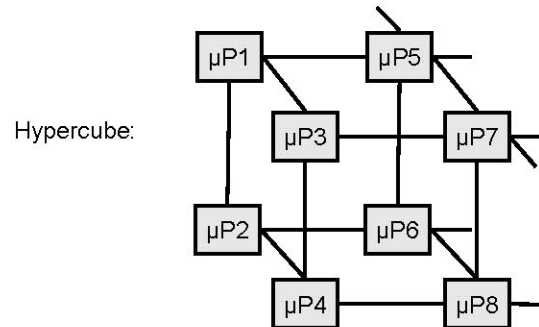


Prozessor- / Rechnerkopplung

Einen Kompromiss stellen Rechner mit einer Hypercube-Netztopologie dar.

Ein Hypercube ist ein Verbindungsnetzwerk, das n Prozessoren so miteinander verbindet, dass eine Netztopologie mit $(n/2) * \log_2 n$ Verbindungen entsteht.

Die mittlere Entfernung zwischen zwei Knoten beträgt $(1/2) * \log_2 n$.



Verbindungsnetzwerke

- (Gigabit) Fast Ethernet: hohe Bandbreite, aber hohe Latenzzeit (~100ms)
- Scalable Coherent Interface (SCI): Speziell für MP ausgelegt, geringe Latenzzeit (<math><1\mu\text{s}</math>), hohe Bandbreite, sehr flexibel, hauptsächlich für SBUS (SPARC) entwickelt.
- Myrinet: Von Myricom entwickeltes 1.28 GB/s Netzwerk mit sehr geringer Latenzzeit und programmierbaren Netzwerkprozessoren.



Workstations

Workstations



Merkmale von Workstations

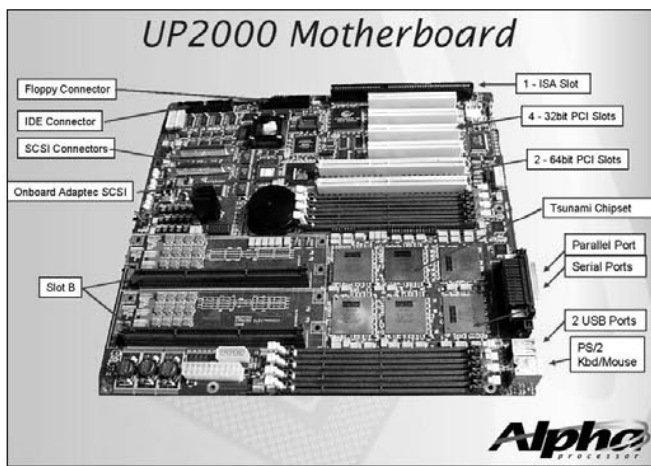
- Als Workstation bezeichnet man besonders leistungsfähige Arbeitsplatzrechner, die für anspruchsvolle wissenschaftlich-technische Anwendungen eingesetzt werden.
 - Die Grenzen zwischen Arbeitsplatzrechner (Desktop-PC) und Workstation verwischen sich zunehmend.
- sehr hohe Prozessorleistung (RISC-Prozessoren)
 - sehr hohe Speicherkapazität (RAM / HD)
 - sehr gute Grafikleistung (X11 – Grafiksysteme)
 - Multiuserbetrieb mit zusätzlichen X-Terminals
 - Betriebssysteme: UNIX / UNIX-Derivate; FreeBSD, Mac OS X,
 - Einbindung in ein Hochleistungsnetzwerk
 - für rechenintensive Aufgaben werden häufig Workstations zu Clustern zusammengefasst (billiger als „Superrechner“) → Cluster of Workstations (COW)

Merkmale von Workstations

- Workstations entwickelten sich in den 80er Jahren zu einer eigenständigen Rechnerform, deren Vorzüge gegenüber Mehrbenutzersystemen immer stärker zum Ausdruck kamen.
- Heutzutage übertreffen PCs in punkto Rechen- und Grafikleistung die traditionellen Workstation-Architekturen, sie sind wesentlich preisgünstiger und übernehmen die traditionellen Anwendungsbereiche von Workstations.
- Hersteller: Apollo, DEC, HP, Sun, SGI, NeXT etc
- Prozessoren: Alpha, MIPS, PA_RISC, PowerPC, SPARC, ULTRA-SPARC, XEON, Itanium, Opteron
- Anwendungen:
 - CAD/CAE Bereich
 - 3D-Modellierung / Rendering / Animation
 - Geographische Informationssysteme (Wettervorhersage)
 - Finanzsektor (Bank/Börse)
 - Schaltkreisentwurf (VHDL Synthese/Simulation komplexer Systeme)
 - Medizin (Computertomographie)



Beispiel eines Workstation Motherboards



- 256 Bit Memory-Bus
- 750 MHz Dualprozessor
- 8 MByte L2-Cache



Beispiele von Workstations

Silicon Graphics O2+



MIPS Prozessor R12000 400MHz
2 MByte L2-Cache
bis zu 1 GByte RAM

Silicon Graphics 750



INTEL Itanium Prozessor
2 MByte L3-Cache
bis zu 16 GByte RAM

Beispiele von Workstations

Compaq Alphastation ES40



4 Alpha-Prozessoren (667 MHz)
8 MByte L2-Cache
bis zu 16 GByte RAM

Compaq W8000



INTEL XEON Prozessor (1,7 GHz)
auch Dualprozessor
bis 4 GByte RAM

Beispiele von Workstations

SUN BLADE 1000



2 Ultra-SPARCIII Prozessoren 900MHz
8 MByte L2-Cache
bis zu 8 GByte RAM

SUN FIRE 15K



106 ULTRA-SPARC III CPU's 900MHz
8 MByte L2-Cache pro Prozessor
bis zu 576 GByte RAM

Server



Merkmale von Servern (Hosts)

Als Server (Host) bezeichnet man Rechner, deren Hardware speziell für den Einsatz als Server angepasst ist.

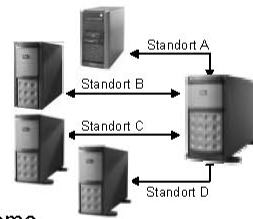
- Die hohe Leistungsanforderung wird mit mehreren sehr leistungsfähigen (RISC-) Prozessoren, speziellen Motherboards, großem Arbeitsspeicher sowie hoch kapazitiven und schnellen Festplatten erreicht.
- Hosts laufen in der Regel permanent. Daher werden bevorzugt Komponenten eingesetzt, die für den Dauerbetrieb ausgelegt sind.
- Zur Gewährleistung der hohen Ausfallsicherheit (Hochverfügbarkeit) kommen SCSI-RAID-Systeme, redundante Netzteile und USVs zum Einsatz.
- Betriebssysteme: UNIX / UNIX-Derivate, Novell, Windows Server
- Schnelle Netzwerkanbindung



Serverkonzepte

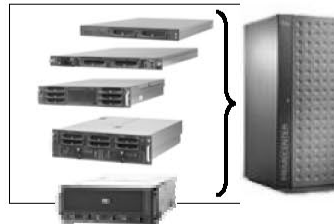
Universal Server - „All in one“ Ansatz

- Anwendungen und Daten auf einem Server
- Die Größe und der Ausbau des Servers ist abhängig vom Datenvolumen und der notwendigen Leistung
- Vorwiegend für Mono, Dual und 4-way Prozessor Systeme
- Typischer Einsatz: kleinere org. Einheiten, Niederlassungen

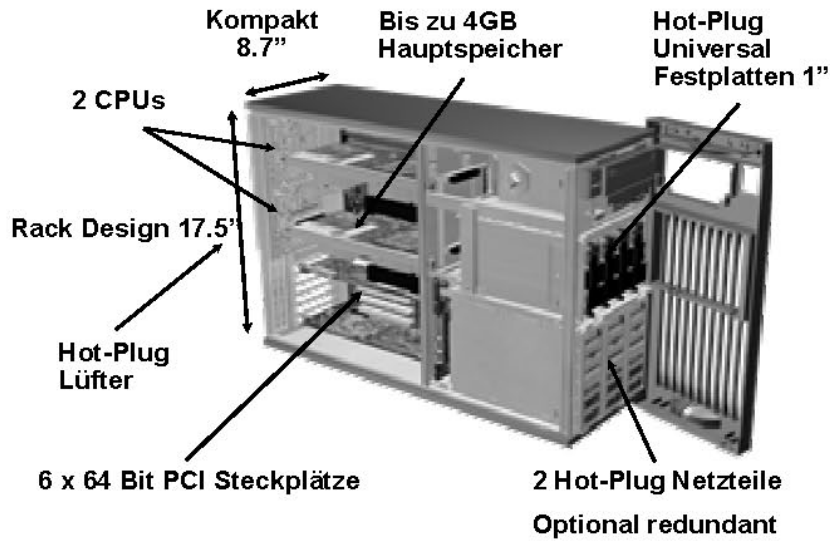


Spezielle Server für definierte Funktionen

- Rack optimierte Server in hoch kompakten Gehäusen
- Modularer Ansatz
- Typischer Einsatz:
 - Data Center Zentralisierung
 - Zunehmend in Niederlassungen, für verschiedene Anwendungen auf ausgewählten Servern

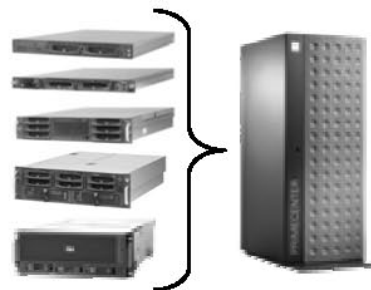


Universal Server



Rack Server

- Spezielle Server für definierte Aufgaben
 - Rack optimierte Server in hoch kompakten Gehäusen
 - Modularer Ansatz
- Typischer Einsatz
 - Rechenzentren & Server Farmen
- Anforderung an das Server Design
 - Zuverlässigkeit (24 x 7 Std. Betrieb)
 - Remote Management bzw. Wartung
 - Einfacher Service
 - Leistung und Erweiterbarkeit für wachsende Anforderungen



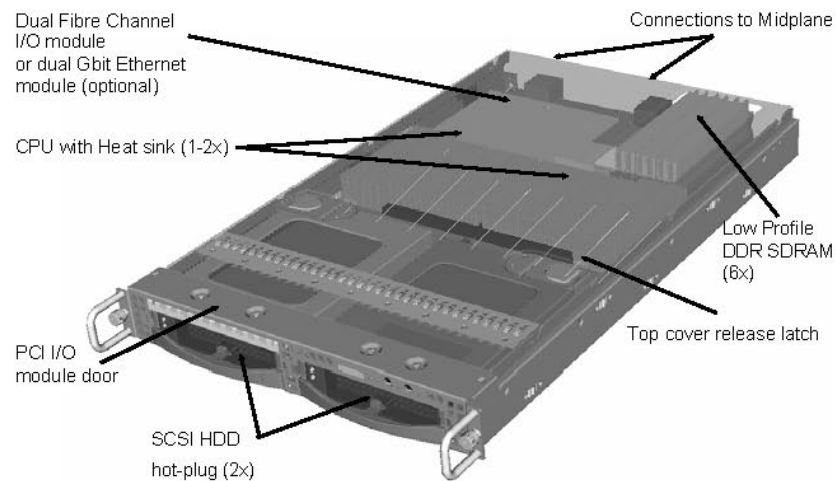
Beispiel eines Servers (RX300 S2)



CPU	Up to 2 × Intel XEON 3.80 GHz with 1 MB SLC
RAM	Up to 16 GB DDR II 400 RAM with ECC, Chipkill™, hot-spare memory support and memory mirroring
onboard I/O	2 × Ultra320 SCSI 2 × RS-232-C, 1 × Centronics (EPP/ECP), PS/2 keyboard and mouse, 4 × USB, 2 × IDE VGA-Controller ATI Rage XL with 8MB VRAM 2 × onboard LAN 1 Gbit/s
Slots	2 × 64-Bit / 133MHz PCI-X 3 × 64-Bit / 100MHz PCI-X
Security	Hot-Plug hard disks, Hot-Plug power supply units, Hot-Plug fan PDA (Prefailure Detection and Analyzing) ServerView®, LocalView™, RemoteView®

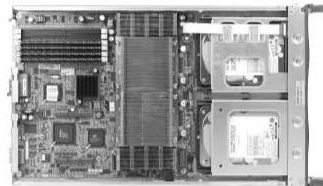


Blade Server PRIMERGY BX620 S1

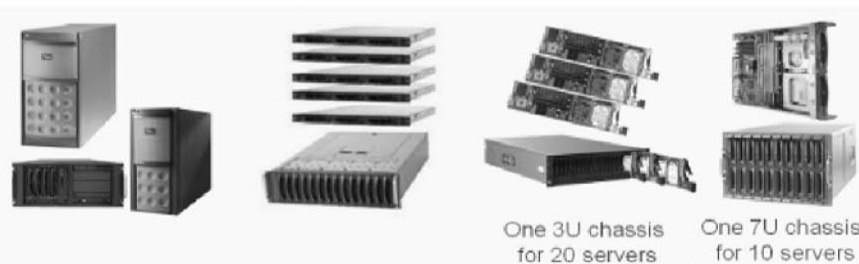


Blade Server PRIMERGY BX620 S1

- Processor / chipset
 - 1 - 2 x Intel® Xeon™, 533 MHz FSB
 - 2.80 GHz/512 Kbyte SLC
 - 3.06 GHz/512 Kbyte SLC/1 Mbyte TLC
 - 3.20 GHz/512 Kbyte SLC/1 Mbyte TLC
 - 3.20 GHz/512 Kbyte SLC/2 Mbyte TLC
- ServerWorks GC LE chipset
- Memory
 - 512 - 12 Gbyte ECC DDR SDRAM, 2-way interleaved, memory scrubbing, Chipkill™, hot-spare memory option
- Onboard controller
 - Ultra320 SCSI controller with HostRAID 0, 1, 10 on chip
 - 2x 10/100/1000 Mbit/s Ethernet controller
 - Graphics controller ATI Rage XL 8 MB



Trend der Server Entwicklung



Universal Server
All-in-One Server (enthält Rechner, Speicher und I/O-Einheiten)

Rack optimised Server
Server von Speicher getrennt

Blade Server
Server von Speicher und I/O-Einheiten getrennt



Parallelrechner

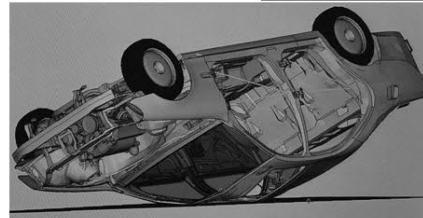


Parallelrechner sind Computer, in denen Operationen gleichzeitig auf mehreren CPUs ablaufen.

- Parallelrechner dienen der Berechnung schwieriger numerischer Aufgaben
- Es sind Spezialrechner, die nicht unter den gängigen Betriebssystemen, wie Windows, laufen → **Unix**
- Es gibt in der Regel einen Frontend-Rechner, über den auf den Parallelrechner zugegriffen wird
- Jeder Prozessor besitzt einen eigenen Speicher
- Es gibt verschiedene Topologien:
 - Netz
 - Würfel
 - Torus

Aufgabenfelder von Parallelrechnern

- Wettervorhersage
- Strömungssimulationen - Computational Fluid Dynamics (CFD)
- Crash Tests, Belastungsprüfungen
- Hochenergiephysik
- Astrophysikalische Berechnungen
- Reaktorsicherheit
- Atombombentests
- Bild- /Video- Verarbeitung
- Chemische Berechnungen
- Pharmaforschung
- Biowissenschaften



Aufbau eines Parallelrechners

- Auf einer I/O Karte werden einzelne CPU's mit eigenem Speicher integriert
- Die I/O Karten werden wiederum auf den so genannten Node Karten zusammengefügt
- Diese Node Karten werden dann in einzelnen Kabinen gesammelt
- Diese bilden dann miteinander gekoppelt das komplette Systemen



Supercomputer

ASCI White, IBM RS/6000 Power3

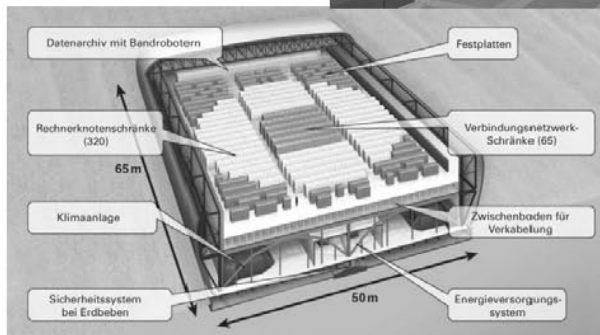


- 8192 CPUs (512 Knoten mit je 16 CPUs)
- Spitzenleistung: 12.3 TFlops
- 8 TByte Hauptspeicher
- 145 TByte Festplattenplatz
- Zugriff ist beschränkt (classified)
- LINPACK: 7.2 TFlops
- war Nr. 1 in Top500-Liste

Supercomputer

Earth Simulator

- 5120 Vektor-CPU's (640 Knoten mit je 8 CPUs)
- Spitzenleistung: 41 TFlops
- LINPACK: 35 TFlops
- Schneller als die ersten 20 Rechner der Top500 zusammen
- Vorgesehen für die Simulation von Klima- und Umweltmodellen



Supercomputer

IBM BlueGene/L

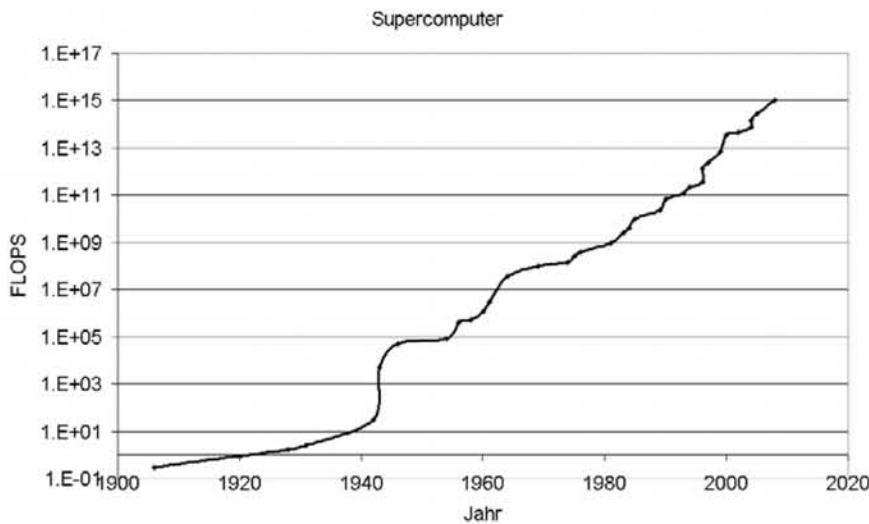


- Platz 1 der Top 500 von 2005
- Spitzenleistung: 91 TFlops (91 750 GFlops)
- LINPACK: 70 TFlops (70 720 GFlops)
- Anzahl der CPUs: 32 768 Dual Core CPUs (0.7 GHz PowerPC 440) in 32 Racks
- System: BlueGene/L DD2 beta-System
- Hersteller: IBM
- Einsatz: 2004 in Rochester, United States
- Aufgabe: Erforschung von Proteinen



Die Leistung von Supercomputern

<http://de.wikipedia.org/wiki/Supercomputer>



Die Leistung von Supercomputern

<http://de.wikipedia.org/wiki/Supercomputer>

- Zum Vergleich: sämtliche Berechnungen aller Computer weltweit von 1960 bis 1970 könnte der *Earth Simulator* in etwa 35 Minuten durchführen.
- In einem angenommenen Balkendiagramm, in welchem 1 Millimeter Balkenlänge für 100 MegaFLOPS stehen, wäre der entsprechende Balken für 100 TeraFLOPS 1 Kilometer lang.
- Deep Blue 2 schlägt als erster Computer einen Schachweltmeister in einem offiziellen Zweikampf.
- Yasumasa Kanada bestimmt die Kreiszahl Pi mit einem Hitachi SR8000 der Universität Tokio auf 1,24 Billionen Stellen genau.



Vektorrechner

Vektorrechner



Vektorrechner

Ein **Vektorrechner** ist ein Rechner mit pipelineartig aufgebautem/n Rechenwerk/en zur Verarbeitung von Arrays mit Gleitkommazahlen.

- Zusätzlicher Datentyp: **Vektor** = Array (Feld) von Gleitkommazahlen
- Vektoren als zusammenhängende Speicherbereiche mit n Wörtern
- Ergebnis wird als Vektor ausgegeben
- Spezielle Befehle für Vektoren z.B. Vektoraddition, Skalarprodukt,...
- Vektoraddition: n skalare Additionen
- Je ein Prozessor für eine Funktion
- mehrere Operationen pro Takt
- Verwendung von **Pipelineprozessoren** (bis zu einer Addition je Taktzyklus)
- bei allen Geräten: **Speicherverschränkung**



Vektorrechner

- Jeder Vektorrechner besitzt in seinem Rechenwerk einen Satz von Vektorpipelines. Dieser wird als Vektoreinheit bezeichnet.
- Im Gegensatz zur Vektorverarbeitung wird die Verknüpfung einzelner Operanden als Skalarverarbeitung bezeichnet.
- Ein Vektorrechner enthält neben der Vektoreinheit auch noch eine oder mehrere Skalareinheiten. Dort werden die skalaren Befehle ausgeführt, d.h. Befehle, die nicht auf ganze Vektoren angewendet werden sollen.
- Die Vektoreinheit und die Skalareinheit(en) können parallel zueinander arbeiten, d.h. Vektorbefehle und Skalarbefehle können parallel ausgeführt werden.



Vektorrechner

- Erste Vektormaschinen
 - CDC STAR-100 (1972)
 - Texas Instruments ASC (1972)
- Schwächen beider Geräte:
 - arbeiteten direkt auf dem Speicher
 - aufwendige, multifunktionale Pipelines
- CRAY Research:
 - Gegründet 1972 von Seymour Cray
 - 1957-1972 bei CDC: 1604, 6600, 7600
 - 1996 Finanzielle Schwierigkeiten - von Silicon Graphics akquiriert
 - 1997 wieder ausgeschieden
 - ab 1999 wieder eigenständig
 - Jetzt mit Tera zusammen (vielfädige Architektur – multithreaded architecture)



Beispiel eines Vektorrechners: CRAY-1



- Erste Systeme 1976 ausgeliefert.
- Herstellung in Handarbeit
- Kosten: 8,8 Millionen \$
- Gewicht: 5,2 Tonnen
- Betriebskosten: \$100.000 je Monat

Merkmale:

- 12 Funktionseinheiten
- Je 8 Register (64 Bit) für Skalare und Vektoren
- Wortlänge: 64 Bit
- Speicher für 1.048.576 Worte
- 128 Instruktionen
- Leistung: 160 MFLOPS
- ECL-Gatter mit 12,5 ns Takt
- 1662 Module mit je bis zu 288 ICs
- Leistungsverbrauch: 115kW
- Hohe Zuverlässigkeit
- Betriebssystem: CRAY OS
- Programmierung: Cray Assembler Language (CAL); Fortran 66 Compiler



Entwicklung der Cray - Vektorrechner

- 1983 Cray X-MP: 2-4 Prozessoren
- 1985 CRAY-2: 256MW DRAM-Speicher
- 1988 Cray Y-MP: wie X-MP
- 1991 Cray C-90: 128x64 Vektoren
- 1995 Cray J-90:
- 1996 Cray T-90:
- 2001 CRAY/NEC SX/6
 - ▶ SMP, 8x8 GFLOPS
 - ▶ skalierbar bis 8 TFLOPS
- 2001 CRAY SV-1
 - ▶ SMP, 4x8 GFLOPS
 - ▶ skalierbar bis 1 TFLOPS
- 2002 CRAY SV-2
 - ▶ mit einigen 10 TFLOPS



Entwicklung Parallelverarbeitung

Früher:

Spezialisierte Vektorrechner (pipelining) für bestimmte Probleme, SMP
z.B.: Cray I (8 MB RAM → 160 MFLOPS)



Seit ca. 1990:

Kopplung mehrerer Rechner zur parallelen Verarbeitung → Cluster Computing
z.B.: HELICS Uni Mannheim (512 Athlon MP → 1.4 TeraFlop/s)





Ein Cluster ist eine Zahl eigenständiger, vernetzter Rechnersysteme zur Lösung einer oder mehrerer gleichartiger Aufgaben.

- Dedizierte Systeme
- Standardkomponenten – **billig!**
- Hohe Flexibilität, einfache Erweiterbarkeit
- 2 bis tausende Knoten
- Häufig: frei verfügbare Software
- Leistungsfähiges Verbindungsnetz

Aber:

- Aufwändigere und langsamere Kommunikation, als bei Großrechnern

Beowulf Cluster **CLIC** der TU-Chemnitz
 528 Pentium III (800 MHz);
 264 GB SDRAM; **221,6 GFLOPS**



Merkmale von Clustern

- Arten:
 - High Performance Cluster (HPC) - Forschung
 - High Availability Cluster (HAC) - Server
- Systemkonfiguration:
 - homogen
 - heterogen
- Betriebssysteme:
 - Unix
 - Solaris
 - Windows
- Netzwerktechnologien:
 - (Gigabit) Fast Ethernet: hohe Bandbreite, aber hohe Latenzzeit (~100ms)
 - Scalable Coherent Interface (SCI): Speziell für MP ausgelegt, geringe Latenzzeit (<1µs), hohe Bandbreite, sehr flexibel, hauptsächlich für SBUS (SPARC) entwickelt.
 - Myrinet: Von Myricom entwickeltes 1.28 GB/s Netzwerk mit sehr geringer Latenzzeit und programmierbaren Netzwerkprozessoren.



Beispiele heutiger Rechnerarchitekturen

- **massiv-parallele Systeme (MPP):**
Cray T3E (Alpha), SGI SN1 (MIPS), IBM RS/6000 SP PowerPC
- **symmetrischen Multiprozessorsysteme (SMP) und Cluster:**
Compaq GS320 (32 Proz.), HP V-Class (32), IBM RS/6000 SP (24), SGI Origin (128), SUN E10000 (Starfire) (64)
- **parallele Vektorprozessoren (PVP) und Cluster:**
Fujitsu Siemens VPP5000, Hitachi SR8000, NEC SX-5, Cray Inc. T90, SV1
- **Cluster of Workstations (COW):**
Fujitsu Siemens hpcLine auf Intel Pentium Basis mit SCI Interconnect
Compaq Alpha-Cluster mit Myrinet oder Quadrics Interconnect



Die Top 500

- Seit 1986 Expertentreffen in Mannheim
- Gründe für Mannheim:
 - Lokale Infrastruktur
 - Produkte des einheimischen Winzergewerbes ☺
 - Hans Meuer
 - „Neutrales“ Territorium
- Seit 1993 von Erich Strohmeier & Jack Dongarra
- Halbjährlich aktualisiert
 - Winterausgabe: Supercomputer-Jahrestagung USA
- Rangliste leistungsstärkster PC's
- Zuverlässiges Spiegelbild des Marktgeschehens
- Überblick jüngste Vergangenheit d. Computer Spitzentechnologie



Auszug aus der Top-500-Liste von 2008

R_{max}, R_{peak} in TFLOPS; Power in KW

Rank	Site	Computer / Year / Vendor	Cores	Rmax	Rpeak	Power
1	DOE/NNSA/ LANL; USA	Roadrunner - BladeCenter QS22/LS21 Cluster, PowerXCell 8i 3,2 GHz / Opteron DC 1,8 GHz , Voltaire Infiniband / 2008 / IBM	129.600	1.105	1.456	2.483
2	Oak Ridge National Laboratory; USA	Jaguar - Cray XT5 QC 2,3 GHz / 2008 / Cray Inc.	150.152	1.059	1.381	6.850
3	NASA/Ames Research Center/NAS; USA	Pleiades - SGI Altix ICE 8200EX, Xeon QC 3,0/2,66 GHz / 2008 / SGI	51.200	487	608	2.090

LANL – Los Alamos National Laboratory



Roadrunner BladeCenter QS22 Cluster



Foto: LeRoy N. Sanchez, Records Management, Media Services and Operations

Auszug aus der Top-500-Liste von 2003

R_{max}, R_{peak} in GFLOPS

Rang	Manufacturer / Computer	Installation / SiteLocation / Year	Proc	R _{max} R _{peak}
1	NEC / Earth-Simulator	Earth Simulator Center / Japan / 2002	5120	35.860 40.960
2	HP / ASCI Q - AlphaServer SC45, 1.25 GHz	Los Alamos National Laboratory / USA / 2002	8192	13.880 20.480
3	Self-made / X1100 Dual 2.0 GHz Apple G5/Mellanox Infiniband 4X/Cisco GigE	Virginia Tech / USA / 2003	2200	10.280 17.600
4	Dell / TungstenPowerEdge 1750, P4 Xeon 3.06 GHz, Myrinet	NCSA / USA / 2003	2500	9.819 15.300
5	HP / Mpp2Integrity rx2600 Itanium2 1.5 GHz, Quadrics	Pacific Northwest National Laboratory / USA / 2003	1936	8.633 11.616

Computertechnik

Rechnerarchitekturen

Auszug aus der Top-500-Liste von 1993

R_{max} , R_{peak} in GFLOPS

Rang	Manufacturer / Computer	Installation / Site Location	Application	Proc	R_{max} R_{peak}
1	Thinking Machines CM-5 / 1024	Los Alamos National Laboratory Los Alamos USA	Research Energy	1024	59,7 131
2	Thinking Machines CM-5 / 1024	National Security Agency USA	Classified	1024	59,7 131
3	Thinking Machines CM-5 / 544	Minnesota Supercomputer Center USA	Academic	544	30,4 70
4	Thinking Machines CM-5 / 512	NCSA Urbana-Champaign USA	Academic	512	30,4 66
5	NECSX-3 / 44R	NEC Fuchu Plant Japan	Vendor	4	23,2 26

Prof. Dr.-Ing. W. Schmalwasser

Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET



Computertechnik

Rechnerarchitekturen

Die Leistung von Supercomputern



Prof. Dr.-Ing. W. Schmalwasser

Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET



Stand 11/08:

Architecture	Count	Share %	Rmax Sum (GF)	Share %	Processor Sum	Share %
Constellations	2	0.40 %	94.970	0,56 %	17.648	0,57 %
MPP	88	17.60 %	6.654.298	39,31 %	1.412.525	45,32 %
Cluster	410	82.00 %	10.178.057	60,13 %	1.686.750	54,12 %
Totals	500	100,00 %	16.927.325	100,00 %	3.116.923	100,00 %



- Leistung Nr.1 bestätigt Mooresches Gesetz
 - Alle 1 ½ Jahre verdoppelt sich die Leistung eines Mikrochips (gegebene Größen- und Leistungsklasse)
 - Zuwachs pro Jahr für Nr.1 größer als Faktor 1,5874 (= Mooresches Gesetz)
- Leistung der letzten Jahre noch schneller!
- Mittelfeld holt auf → mehr Wettstreiter als früher
- Bei vorderen Plätzen schwieriger voranzukommen als bei unteren
- Verschiebung: Generalisten verdrängen Spezialisten
- Bei große Firmen zu größeren Rechnern hingearbeitet
 - IBM: 144 Installationen (TOP500 Juni 2000); aktuell: 215 Inst.



Die Top 500

- Mit Aufstieg der Generalisten: Wechsel der Technologie
 - Früher: spezielle Mikrochips für Höchstleistungsrechner
 - Heute: Massenware
- Bsp.: ASCI Red (New Mexico):
 - 9632 Pentium Chips von Intel
 - Gleiche Anzahl spezieller Chips ist unbezahlbar: enorme Kosten für geringe Stückzahl
- Es ist einfach 1000 Pentiums zu besorgen, aber nicht so einfach diese zu verdrahten (unter TOP500 sind nur 4 Eigenbau-Maschinen)
- Große Rechenaufgabe zerlegen – Prozessoren rechnen einsam an Teilaufgabe
- Auch möglich: beteiligte Prozessoren in mehreren PC's über die Welt verteilt – rechnen dann, wenn Besitzer keine Aufgaben hat. (**SETI - Search for Extraterrestrial Intelligence**)
- Minderheit: älteres Prinzip Vektorrechner
- große Menge Rechenarbeit nicht in Einzelteile, sondern ein größerer Prozessor rechnet sehr viel gleichzeitig (z.B. 1000 Multiplikationen)



Schnellster Rechner Deutschlands.

Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

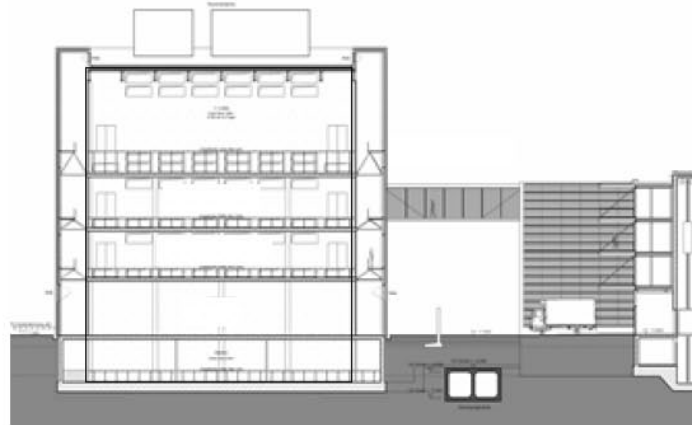


photo: Ernst A. Graf

© 2007 Leibniz-Rechenzentrum



Schnitt durch den Rechnerwürfel



© 2007 Leibniz-Rechenzentrum

HLRB II: SGI Altix 4700 1,6 GHz (2007)

Processor	Proc. Frequency	System Family	System Model	Operating System	Architecture
Intel IA-64 Itanium2 Montecito Dual Core	1600	SGI Altix	SGI Altix 4700	SUSE Linux Enterprise Server 10	MPP



Foto: Helmut Payer, produced by gsiCom

Rank (08)	Cores	RMax	RPeak	Nmax	Power
44	9.728	56.520	62.259,2	1.583.232	990,24