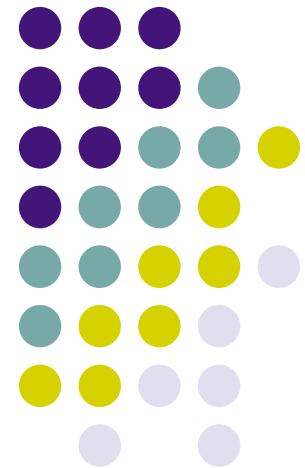


# Supercomputer

---

## The Need for Speed

Heinz Gnehm, 20. April 2005





# Inhalt

- Geschichte
- Computer
  - Cray-1, CM-2
  - Blue Gene/L, System X
- Architektur
- Herausforderungen
- Anwendungen
- Ausblick



# Geschichte [ i ]

- Während des 2. Weltkriegs entstehen die ersten (Super)Computer:
  - ENIAC (USA)
  - Zuse (Deutschland)
  - Colossus (Grossbritannien)
- US-Kryptographen werden nach dem Krieg in der Firma ERA weiterbeschäftigt
- ERA wird 1952 von Remington Rand aufgekauft (später Sperry Rand)



## Geschichte [ ii ]

- 1957: William Norris gründet die Control Data Corporation (CDC)
- 1964: CDC 6600 - *1 MFLOPS*
- 1972: Seymour Cray gründet Cray Research
- 1976: Cray-1 - *160 MFLOPS*
- 1983: CDC gründet ETA Systems
- 1986: ETA-10 - *4.5 GFLOPS*
- 1999: CDC (jetzt CDS) wird von BT gekauft



## Geschichte [ iii ]

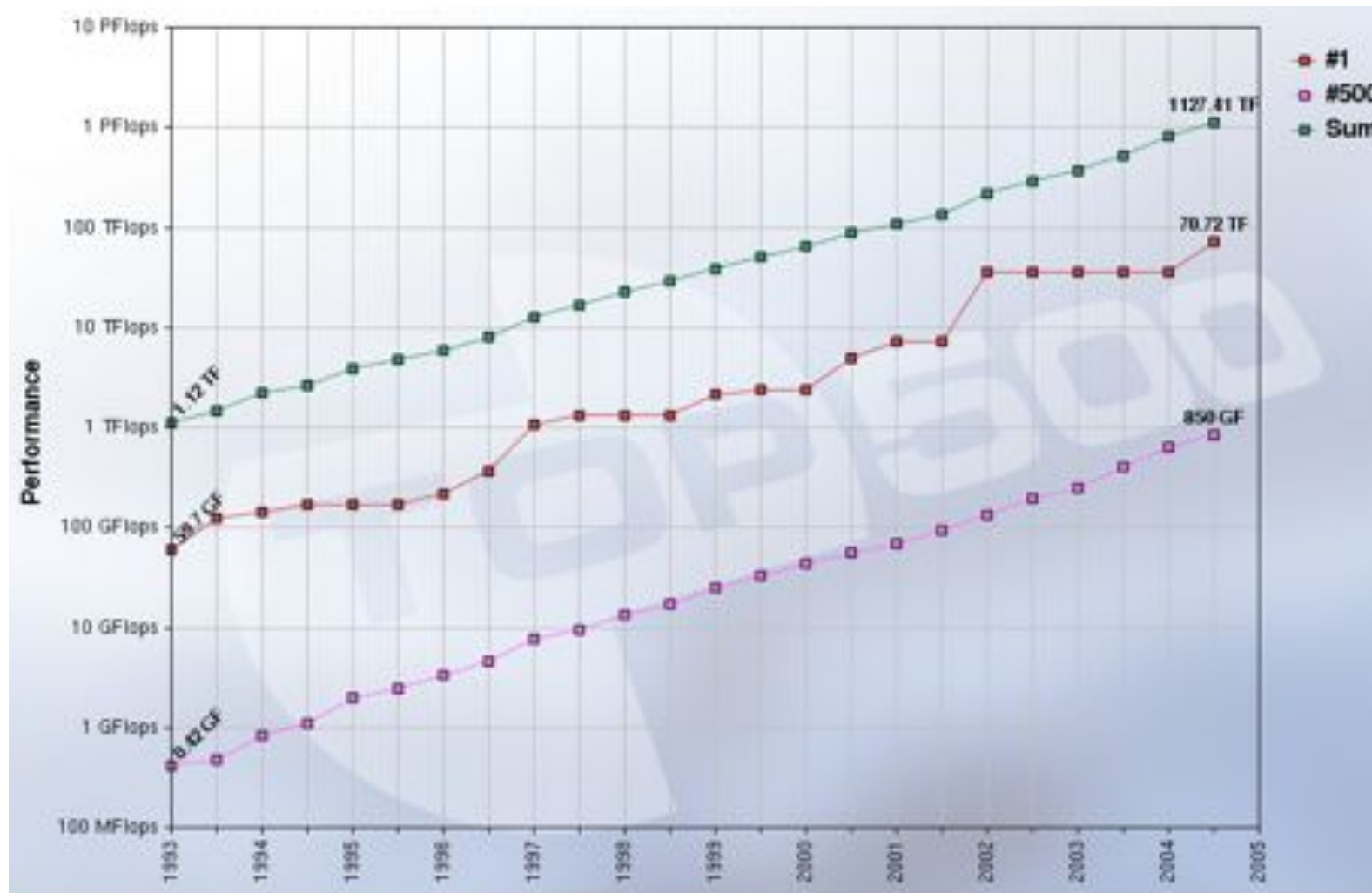
- 1982: Daniel Hillis gründet Thinking Machines Corporation (TMC)
- 1984: Die japanischen Hersteller Fujitsu, Hitachi und NEC beginnen eigene Supercomputer herzustellen
- 1987: TMC CM-2 - 2.5 GFLOPS
- 1996: Intel ASCI Red - 1 TFLOPS
- 2000: IBM ASCI White - 9 TFLOPS

# Rangliste [ Nov 2004 ]



Name	Hersteller	Leistung
1 <b>Blue Gene/L</b>	<i>IBM</i>	<i>135 TFLOPS</i>
2 <b>Columbia</b>	<i>SGI</i>	<i>51 TFLOPS</i>
3 <b>Earth Simulator</b>	<i>NEC</i>	<i>35 TFLOPS</i>
4 <b>MareNostrum</b>	<i>IBM</i>	<i>20 TFLOPS</i>
5 <b>Thunder</b>	<i>CDC</i> <i>Intel</i>	<i>19 TFLOPS</i>

# Moore's Law





# Cray-1

- Kühlung: Freon
- Gewicht: 5.5 Tonnen
- Speicher: 8 MByte
- Wortlänge: 64 Bit (8 Register)
- Verbrauch: 115 kW
- Preis: ca. 8 Mio US\$







# CM-2 (Connection Machine)

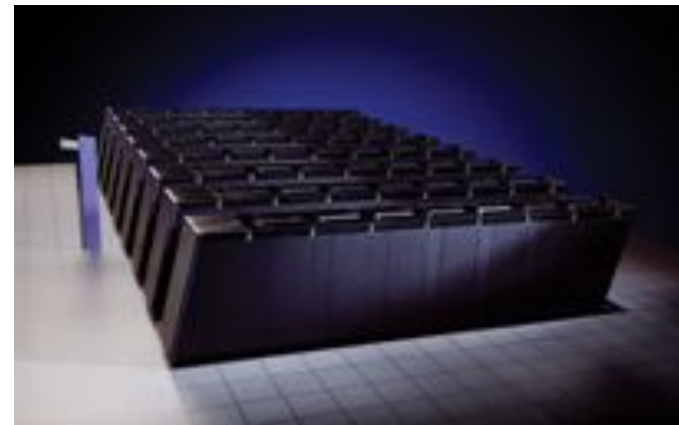
- Prozessoren: 65'536
- Speicher: 4 KByte pro Prozessor
- Wortbreite: 1 Bit (!)
- Fließkommaberechnungen über mehrere Prozessoren



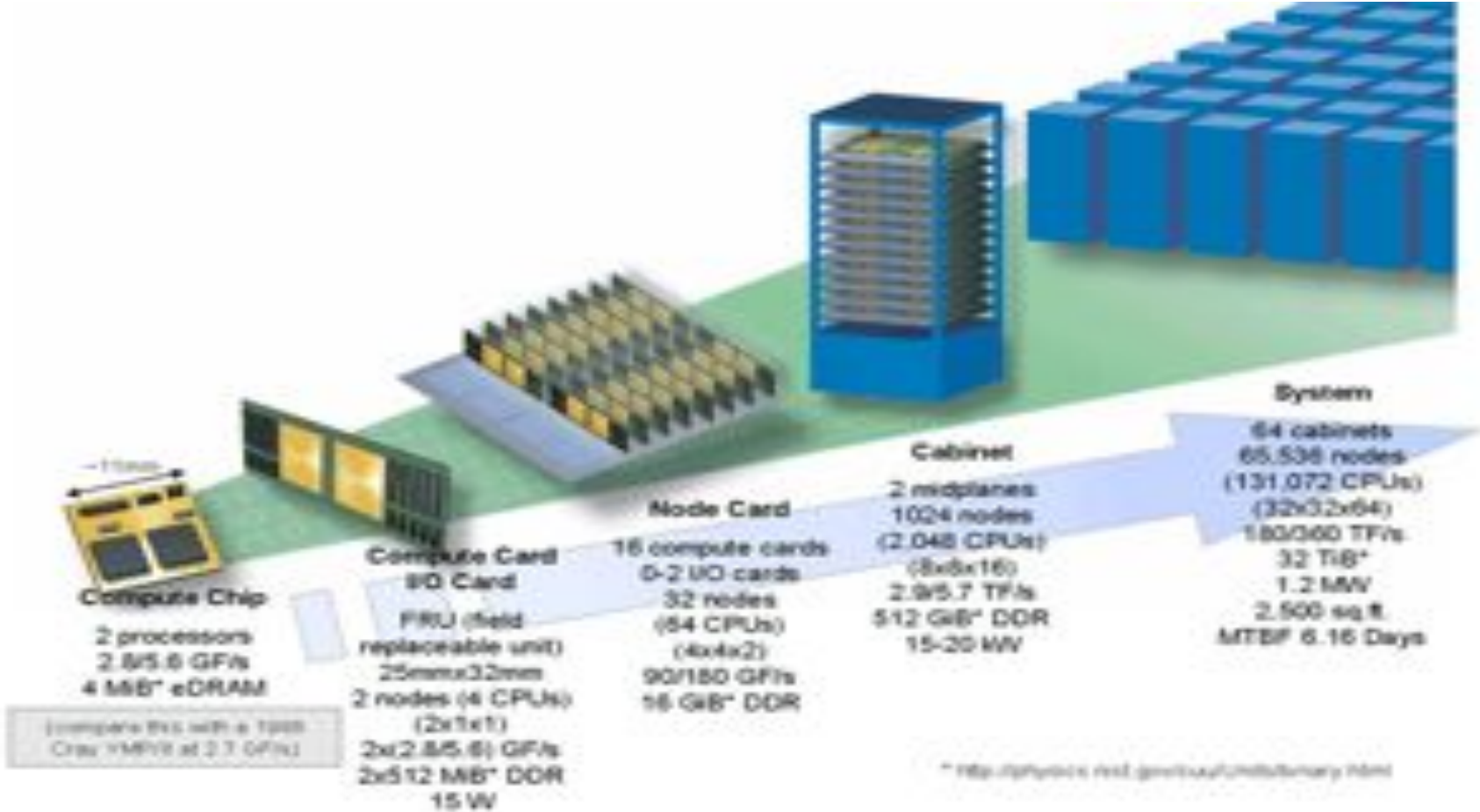


# Blue Gene/L [ ii ]

- Module: 65'536 Dual PowerPC 440
- Speicher: 16 TByte (256 MByte pro Prozessor)
- Platte: 400 TByte
- Verbrauch: 2 MW
- Kabel: 18 km



# Blue Gene/L [ i ]





# System X

- Module: 1'100 Apple Xserve G5 (Dual PowerPC 970)
- Rangliste: Platz 7, 12 TFLOPS
- Preis: 5.7 Mio US\$





# Architektur [ i ]

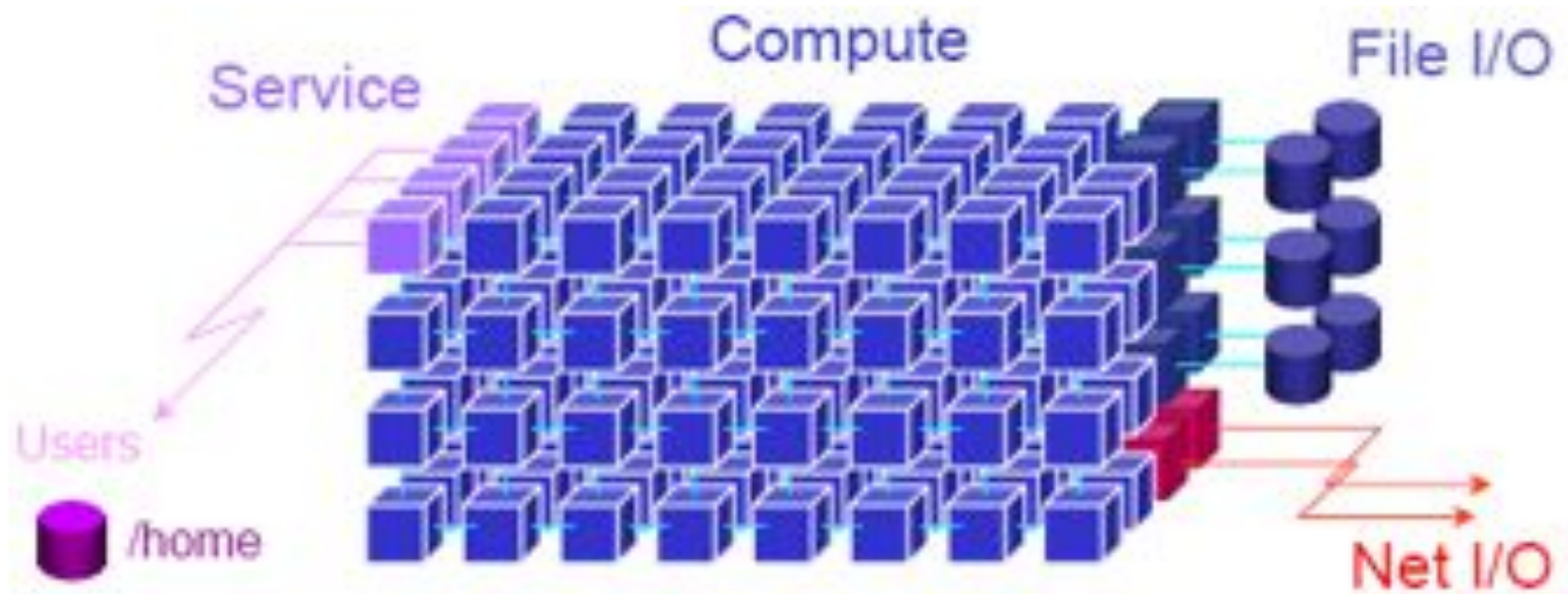
- SIMD - Single Instruction, Multiple Data
  - der gleiche Befehl wird auf mehrere Prozessoren verteilt (Vektorprozessor)
  - grosse, aber gleichförmige Datenmengen
  - Beispiele: Intel MMX, Motorola AltiVec
- MIMD - Multiple Instruction, Multiple Data
  - jeder Prozessor kann eigenständig programmiert werden
  - die Aufgabenteilung und Synchronisation ist sehr komplex



# Architektur [ ii ]

- Shared Memory
  - alle Prozessoren greifen auf einen gemeinsamen Speicherbereich zu
  - Zugriffskonflikte müssen vermieden werden
- Distributed Memory
  - jeder Prozessor besitzt seinen eigenen Speicherbereich
  - Daten müssen aufgeteilt und wieder zusammengesetzt werden
- Shared Distributed Memory

# Architektur [ iii ]





# Herausforderungen

- Der Flaschenhals ist nicht mehr der Prozessor, sondern der Datenzugriff und Datenaustausch (Geschwindigkeit, Latenz)
- Der Stromverbrauch wird immer grösser und die notwendige Kühlung immer aufwendiger
- Compiler müssen Programme in sinnvolle Teilaufgaben zerlegen (Parallelisierung)
- Die Aufgaben müssen gleichmässig auf die Prozessoren verteilt werden





# Anwendungen

- Wetter, Klima- und Erdbebenforschung
- Geophysik, Ölexploration
- Theoretische Physik, Astrophysik
- Kryptographie, Nuklearwaffen
- Bioinformatik, Pharmazie
- Automobilbau, Windkanal, Crashtests
- Halbleiterentwurf
- Finanz- und Wirtschaftsanalyse



# Ausblick

- Cluster werden immer billiger und dank besserer Software immer leistungsfähiger und verdrängen längerfristig Vektorrechner
- Moores Gesetz wird auch die nächsten Jahre Bestand haben und die Leistung sich demzufolge alle 18 Monate verdoppeln
- USA und Japan werden auch weiterhin den Markt für Supercomputer dominieren (sowohl Angebot wie Nachfrage)