

# Supercomputer - Eine einfache Einführung

Christian Külker

v0.3

2013-01-10

[http://christian.kuelker.info/speech/2013-01-10-munich/2013-01-10\\_supakon\\_nyumon\\_de\\_03.pdf](http://christian.kuelker.info/speech/2013-01-10-munich/2013-01-10_supakon_nyumon_de_03.pdf)

# Contents

- 1 Definition
- 2 Aussehen
- 3 Nutzung
- 4 Käufer
- 5 Benutzung
- 6 Leistung
- 7 Top 10
- 8 Beispiel: K-Supercomputer
- 9 Beispiel: Deep Blue

# Was ist ein Supercomputer?

- Ein Supercomputer ist ein großer Computer
- »Super« bedeutet etwas von der Leistung her Außergewöhnliches
- Eine eindeutige Definition gibt es nicht, weil die Methode der Messung der Leistung (Geschwindigkeit der Berechnung) nicht bei allen Hochleistungscomputern auf gleiche Weise möglich ist
- Eine populäre Definition ist die, dass zumindest alle Computer der Top500 und GreenTop500 Supercomputer sind.

# Wie sieht ein Supercomputer aus? - früher



- früher: einzelner Computer, einzelnes Gehäuse.
- Beispiel CRAY 1<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Photo von Clemens PFEIFFER, zeigt CRAY 1 am deutsche Museum München.

URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cray-1-deutsches-museum.jpg>

License: Attribution 2.5 Generic (CC BY 2.5)

# Wie sieht ein Supercomputer aus? - heute



- heute meistens: eine Menge Schränke
- Beispiel IBM Blue Gene P<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Photo by Argonne National Laboratory,

URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:IBM\\_Blue\\_Gene\\_P\\_supercomputer.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:IBM_Blue_Gene_P_supercomputer.jpg)  
License: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic (cc-by-sa-2.0)

# Wozu braucht man einen Supercomputer?

- Simulation
- Theoriebildung und Modell Überprüfung
- Datamining
- Massenberechnungen
- Filme
- Medizin

# Wer kauft einen Supercomputer?

- reiche Länder
- Universitäten
- Forschungseinrichtungen
- Militär
- große Firmen

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur



# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm
- Ein Job fordert Ressourcen an: Zeit, Leistung (CPU's)

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm
- Ein Job fordert Ressourcen an: Zeit, Leistung (CPU's)
- Der Job wird auf den Supercomputer in eine Warteschlange geschickt

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm
- Ein Job fordert Ressourcen an: Zeit, Leistung (CPU's)
- Der Job wird auf den Supercomputer in eine Warteschlange geschickt
- Ein sog. "Scheduler" (ein Programm) entscheidet wann der Job dran kommt



# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm
- Ein Job fordert Ressourcen an: Zeit, Leistung (CPU's)
- Der Job wird auf den Supercomputer in eine Warteschlange geschickt
- Ein sog. "Scheduler" (ein Programm) entscheidet wann der Job dran kommt
- Wenn der Job dran kommt, startet er das eigentliche Programm parallel

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm
- Ein Job fordert Ressourcen an: Zeit, Leistung (CPU's)
- Der Job wird auf den Supercomputer in eine Warteschlange geschickt
- Ein sog. "Scheduler" (ein Programm) entscheidet wann der Job dran kommt
- Wenn der Job dran kommt, startet er das eigentliche Programm parallel
- Wenn der Job fertig ist bekommt man eine E-Mail

# Wie benutzt man einen Supercomputer?

- Ein Supercomputer hat i.d.R. keinen Bildschirm und keine Tastatur
- Ein Supercomputer kann nicht sprechen oder reden (noch nicht)
- Aber ein Supercomputer hat ein schnelles Netzwerk
- Man benutzt einen anderen Computer (z.B. Laptop)
- Auf diesem erstellt man einen sog. "Job".
- Ein Job enthält den Verweis auf ein Programm
- Ein Job fordert Ressourcen an: Zeit, Leistung (CPU's)
- Der Job wird auf den Supercomputer in eine Warteschlange geschickt
- Ein sog. "Scheduler" (ein Programm) entscheidet wann der Job dran kommt
- Wenn der Job dran kommt, startet er das eigentliche Programm parallel
- Wenn der Job fertig ist bekommt man eine E-Mail
- Man muss dann nur noch die Daten einsammeln

# Wie misst man die Leistung?

## Am Beispiel Top500

- Programm: HPL 2.0 - High Performance Linpack
- Ausgabe: Leistungszahl gemessen in FLOPS
- FLOPS: Floating point operations per second
- Operation: Operation (Multiplikation) mit Zahlen
- Floating Point Zahl: z.B.  $1.528535047 \times 10^5$ , oder 152853.5047
- 1 PFLOPS = 1 PETA FLOPS = 1 000 000 000 000 000 FLOPS

# Top 10 (der Top500.org) vom November 2012 SLC

	Name	Computer	Site	OEM	Country	PFLOPS	OS
1	Titan	Cray XK7	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory	Cray Inc.	United States	17,590000	Linux
2	Sequoia	BlueGene/Q	DOE/NNSA/LLNL	IBM	United States	16,324751	Linux
3		<b>K computer</b>	<b>RIKEN (AICS)</b>	<b>Fujitsu</b>	<b>Japan</b>	<b>10,510000</b>	<b>Linux</b>
4	Mira	BlueGene/Q	DOE/SC/Argonne National Lab	IBM	United States	8,162376	Linux
5	JUQUEEN	BlueGene/Q	Forschungszentrum Juelich (FZJ)	IBM	Germany	4,141180	Linux
6	SuperMUC	iDataPlex DX360M4	Leibniz RZ	IBM	Germany	2897000	Linux
7	Stampede	PowerEdge C8220	Texas Adv. Comp. Center/Univ. of Texas	Dell	United States	2,660290	Linux
8	Tianhe-1A	NUDT YH MPP	National Supercomp. Center in Tianjin	NUDT	China	2,566000	Linux
9	Fermi	BlueGene/Q	CINECA	IBM	Italy	1,725492	Linux
10	DARPA Trial Sub-set	Power 775	IBM Development Engineering	IBM	United States	1,515000	Linux

# Beispiel: Der K-Supercomputer von Kobe

- K wie 京(kei), repräsentiert  $10^{16}$
- RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS)
- Kobe Port Island in Kobe, Hyogo Prefecture.
- Dritte Etage 50m x 50m
- 864 Schränke
- Leistung: 10.51 PFLOPS
- Verbrauch: 12659.89 KW

## Anwendungen

Earth Science	Athmosphaeric models, Sismic waves
nanoscience	plane wave expansion
engineering	flow analysys based on simulations
nanoscience	molecular dynamics calculation
physics	Lattice QCD simulation

# Beispiel: Deep Blue Supercomputer



# Beispiel: Deep Blue Supercomputer



## Deep Thought 1989

- Vorgänger von Deep Blue
- Carnegie Mellon University später IBM
- Kasparov gewinnt leicht



# Beispiel: Deep Blue Supercomputer



## Deep Blue 1996

- evaluiert 100 million Positionen pro Sekunde
- Kasparov gewinnt 4–2

## Deep Thought 1989

- Vorgänger von Deep Blue
- Carnegie Mellon University später IBM
- Kasparov gewinnt leicht

# Beispiel: Deep Blue Supercomputer



## Deep Thought 1989

- Vorgänger von Deep Blue
- Carnegie Mellon University später IBM
- Kasparov gewinnt leicht

## Deep Blue 1996

- evaluiert 100 million Positionen pro Sekunde
- Kasparov gewinnt 4–2

## Deep Blue 1997

- IBM RS/6000 SP Thin P2SC
- 30 Knoten mit 120 MHz P2SC CPU
- 480 special VLSI Schach IC
- OS: AIX, Programm in C
- evaluiert 200 million Positionen pro Sekunde
- 259. schnellster Supercomputer Top500, June 1997
- 11.38 GFLOPS
- Kasparov verliert 3–2

Image Deep Blue: CC-BY James the photographer <http://flickr.com/photos/jamesthephotographer/>, Image Kasparov: Copyright 2007, S.M.S.I., Inc. - Owen Williams, The Kasparov Agency.

<https://ticket.wikimedia.org/otrs/index.pl?Action=AgentTicketZoom&TicketNumber=2008062710026791>

## Christian Külker

### **Open Source Projects:**

- Skolelinux.de/ Debian Edu
- CipUX

`christian.kuelker@cipworx.org`

### **Occupation:**

HPC Project Manager

Partnership Program Coordinator

Eurotech - ETH Lab - Business Unit HPC

<http://christian.kuelker.info/speech/>

キュー Queue

ジョブ Job

スケジューラ Scheduler

フロップス FLOPS: Floating point operations per second

浮動小数点数演算 ふどうしょうすうてんすう えんざん FLOP

演算 えんざん Operation

分子動力学計算 ふんし どうりょくがく けいさん

Molekulardynamikberechnung

平面波展開 へいめんは てんかい Einfache Wellen Expansion

格子量子色力学 こうし りょうしいろりきがく Gittereichfeldtheorie