



# CHiC – Chemnitzer Hochleistungs-Linux Cluster

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

## Stand HPC Cluster CHiC

**Frank Mietke**, Torsten Mehlan, Torsten Höfler  
und Wolfgang Rehm

Fakultätsrechen- und Informationszentrum (FRIZ) /  
Professur Rechnerarchitektur  
Technische Universität Chemnitz

ZKI AK SC – 19.04.2007



# Inhaltsverzeichnis

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- 1 HPC und Linux in Chemnitz
- 2 Der CHiC
  - Clusterarchitektur
  - Storagearchitektur
- 3 Software-Umgebung
- 4 Kompetenzerweiterung



# HPC und Linux in Chemnitz

- Chemnitzer **L**inux **C**luster – CLiC (2000)
- Chemnitzer **H**ochleistungs **L**inux **C**luster – CHiC (2007)

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

221,6 GFlop/s



8,21 TFlop/s





# Clusteraufbau

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Clusterarchitektur  
Storagearchitektur

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung



- 1 Monat Aufbauzeit
- 21,6 Tonnen Material (Schränke + Inhalt)
- 4200 Muttern und 4600 Schrauben notwendig
- 4900 Kabel mit 9800 Steckverbindern (8km Länge)
- 300 Manntage Aufwand



# Clusterarchitektur

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

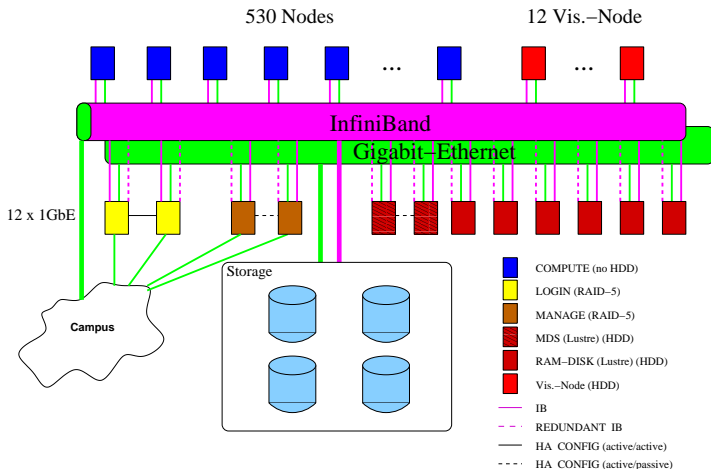
HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Clusterarchitektur  
Storagearchitektur

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung





# Cluster Hardware

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC  
Clusterarchitektur  
Storagearchitektur

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- IBM Server Technologie
- AMD Opteron Dual Core Rev. F
- Voltaire InfiniBand 10Gbit/s
- 288-Port IB-Switche
- NVIDIA Quadro FX 4500 X2





# Cluster HW – Erfahrungen

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

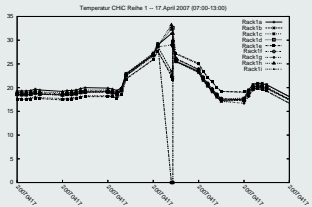
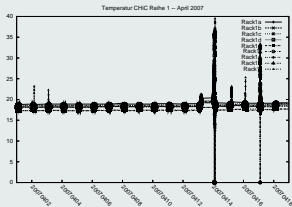
HPC und Linux in  
Chemnitz

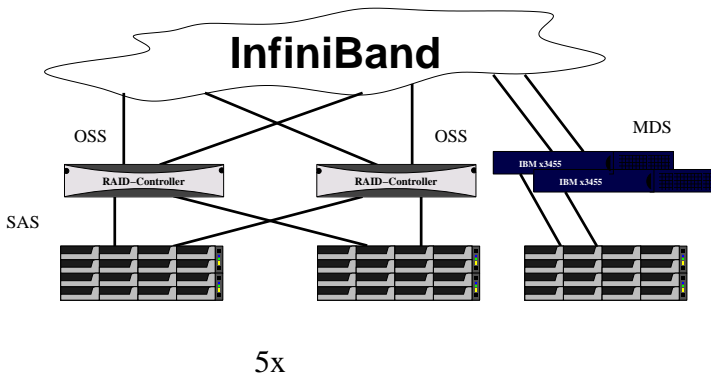
Der CHiC  
Clusterarchitektur  
Storagearchitektur

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- 5 Netzwerke (IPMI und PXE, IPMI und APC)
- Sehr stabile Knoten- und Infrastrukturtechnik
- Probleme IPoIB HA (ARP)
- InfiniBand-Ethernet Gateway (HW-Probleme)
- **Aber:** kompetenter Support









# Storage Hardware

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

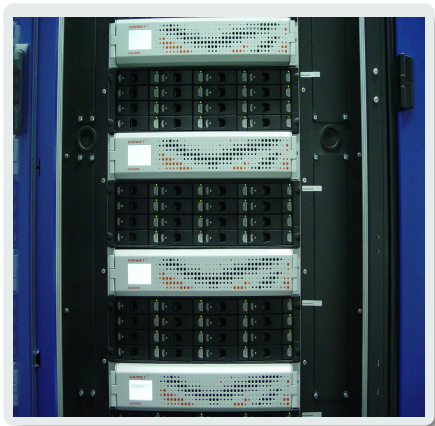
HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Clusterarchitektur  
Storagearchitektur

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung



- 160x SATA  
(OSS)
- 16x SAS  
(MDS)
- 3,5GB/s (write)
- 1,7GB/s (read)
- RAID-5,  
RAID-10



# Erfahrungen Storage Komplex

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC  
Clusterarchitektur  
Storagearchitektur

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

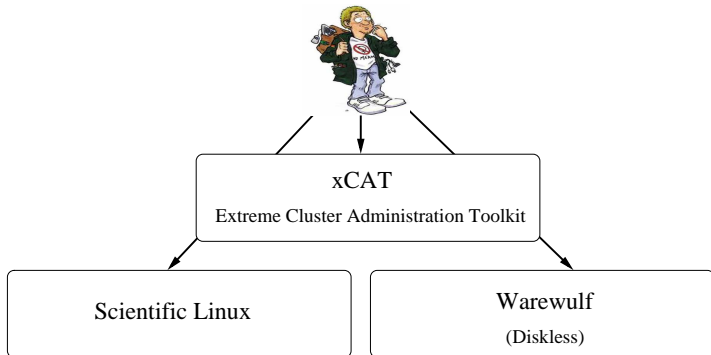
- Leistungsfähige und stabile Hardware
- Lustre-Setup in 20 Minuten
- MDS/OSS HA funktioniert
- Fehlende RAID-6 Unterstützung
- Performancewerte Lesen moderat



- Scientific Linux 4.4
- Open Fabcris Enterprise Ed. 1.1
- Lustre 1.6 Beta 7
- Nagios Monitoring
- xCAT/Warewulf
- LoadLeveler Batchsystem



- xCAT 1.2 ([www.xcat.org](http://www.xcat.org))
- Warewulf 2.6 ([www.warewulf-cluster.org](http://www.warewulf-cluster.org))
- Scriptsammlungen/Konfigurationsdateien
- schlechte Dokumentation





- Qlogic/PathScale EKOPath Suite 3.0
  - Fortran 90/95
  - C/C++
  - OpenMP
- GNU Compiler Collection 4.2 stage3
  - Fortran 90 (gfortran)
  - C/C++
  - OpenMP (gomp)
- GNU Compiler Collection 3.4.6
  - Fortran 77 (g77)
  - C/C++



# Message-Passing Umgebung

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- MVAPICH-0.9.8 / MVAPICH2-0.9.8
  - Schneller Jobstart mittels MPD
  - Checkpoint-Restart Feature
  - ROMIO MPI-IO Unterstützung
- MVAPICH-0.9.9beta
  - optimierter Multi-Core SHM Zugriff
  - Multipathing Unterstützung (LMC)
- Open MPI 1.2
  - MPI-2 Alternative
  - Teils bessere Leistungswerte
  - Viele Entwickler / Cleveres Design



# Modules Werkzeug

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- Besseres Handling mit Umgebungsvariablen
- Einfache Handhabung / Erstellung von Modulen

```
$ module avail
```

```
$ module show <modulename>
```

```
$ module load/unload <modulename>
```

```
$ module initadd/initrm <modulename>
```



# Debugging und Profiling

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- Spezielle Übersetzungen von MVAPICH1/2 und Open MPI
- mpirun mit Debugger (gdb,ddd)
- valgrind mit MPI Unterstützung
- Prozessor Performance Counter (PAPI)
- mpiP, gprof, Frysk usw.
- PathOpt2





# Higher Performance Cluster

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung



- 12+ TFlops (einfache Genauigkeit)
- [www.gpgpu.org](http://www.gpgpu.org)



# InfiniBand Projekte

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

- MPICH2 InfiniBand Device (CH3)
- MySQL InfiniBand Transporter
- Switchfreie InfiniBand Topologien
- Opteron-Cell Hybride und InfiniBand
- HSM über InfiniBand (RAM -> SATA)



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

CHiC-Bericht  
ZKI AK SC

Frank Mietke

HPC und Linux in  
Chemnitz

Der CHiC

Software-  
Umgebung

Kompetenz-  
erweiterung

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit