

GridKa – Grid Computing Centre Karlsruhe

K.-P. Mickel, IWR



Abb. 1: Die zwölf sehr großen Rechenzentren im LHC Computing Grid-Projekt befinden sich in Nordamerika, Europa und Ostasien. GridKa deckt den mitteleuropäischen Raum ab.

Einleitung

„Karlsruhe ist Schaltstelle für das schnellste Rechnernetz der Welt“ [1], „Das schnellste Datennetz der Welt hat einen Knotenpunkt im Grid Computing Centre Karlsruhe“ [2], „Forschungszentrum Karlsruhe ist Standort eines sehr großen Rechenzentrums des World Wide Grid“ [3] – mit solchen Schlagzeilen berichtete die Tagespresse über das Projekt GridKa, das seit 2002 im Forschungszentrum Karlsruhe heranwächst. Was verbirgt sich hinter diesen Meldungen?

Ende der 90er-Jahre begannen bei CERN [4], dem europäischen Kernforschungszentrum bei Genf, die Planungen für den Bau des Large Hadron Collider (LHC [5]), des weltweit größten Elementarteilchenbeschleunigers. In einem unterirdischen kreisförmigen Tunnel von 27 km Länge werden hier ab 2007 sowohl Protonen als auch Schwerionen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit zur Kollision gebracht. Aus den dabei entstehenden Unmengen von Sekundärteilchen erhoffen sich die Physiker grundlegende Erkenntnisse über den Urknall sowie den Aufbau und die Eigenschaften der Materie.

GridKa als Teil des globalen LHC Computing Grid

Schon in einem sehr frühen Planungsstadium zeigte es sich, dass die bei den LHC-Experimenten entstehenden Datenmengen größer sein würden als alles, was die Welt bisher gesehen hat. Man erwartet pro Jahr etwa 10 Millionen Gigabyte an Daten; das entspricht etwa der Informationsmenge, die die gesamte Menschheit im glei-

chen Zeitraum durch Sprechen erzeugt. Solche gigantischen Datenmengen lassen sich nicht mehr von einem einzigen zentralen Rechenzentrum speichern und verarbeiten, zumal die Nutzer dieser Daten, etwa 8.000 Kernphysiker, über den ganzen Globus verteilt sind. So entstand die Idee eines „Grid“, eines mehrstufigen Netzes unterschiedlich großer Rechenzentren in aller Welt, das den Namen LHC Computing Grid (LCG [6]) erhielt. Im LCG werden die Daten unmittelbar nach ihrem Entstehen an den Experimenten am CERN über extrem leistungsfähige Internet-Verbindungen an zwölf sehr große Rechenzentren in Nordamerika, Europa und Ostasien verteilt (Abb. 1). Mit jedem dieser sehr großen Rechenzentren sind jeweils etwa zehn mittelgroße Rechenzentren verknüpft, die ihrerseits einen Teil der Daten übernehmen und sie letztlich den Wissenschaftlern zur Verfügung stellen. GridKa [7], das Grid Computing



Abb. 2 : Festplattensysteme mit mehr als 4.000 Platten und einer Speicherkapazität von insgesamt knapp 800 Terabyte: Das entspricht rund 10.000 Arbeitsplatz-PCs und ist zur Zeit die größte Ansammlung von Plattenspeichersystemen in der deutschen Wissenschaftslandschaft.

Centre Karlsruhe im Forschungszentrum Karlsruhe, versorgt als eines der zwölf Großrechenzentren 23 wissenschaftliche Gruppen mit etwa 400 beteiligten Physikern in Deutschland sowie weitere Gruppen in Österreich, Polen, Tschechien und der Schweiz mit Daten und Rechenleistung. Das Gesamtprojekt LCG ist hinsichtlich der benötigten Rechenkapazität, der Grid-Strukturen, der Datenmengen, der Datenbankanforderungen und der global erforderlichen Netzinfrastruktur derzeit ohne jedes Vorbild auf der Welt.

Datennetze und Middleware – Basis des Grid-Computing

Grid-Computing, also das Arbeiten in einem aus vielen geografisch verteilten Rechenzentren bestehenden Grid, bedeutet, dass ein Wissenschaftler zunächst an seinem Arbeitsplatz seine Aufträge in das Grid-System eingibt. Dabei muss er angeben, mit welchen im Grid vorhandenen Daten welche Berechnungen durchzuführen sind. Eine intelligente Steuerungssoftware, für die sich der Begriff „Middleware“ eingebürgert hat, muss dann im weltweiten Grid die gewünschten Ressourcen suchen und so koordinieren, dass die Anforderungen des Wissenschaftlers optimal erfüllt werden können. Dazu muss zunächst festgestellt werden, wo im Grid in näherer Zukunft genügend Computerkapazität frei sein wird, wo auf der Welt sich die gewünschten Daten befinden und welche Internetkapazitäten für die Übermittlung großer Datenbestände zur Verfügung stehen. Sobald das alles geregelt ist, kann der Auftrag des Nutzers im Grid aus-

geführt und danach die entstandenen Ergebnisse an ihn zurückgesandt werden. Zusätzlich muss die Middleware u. A. sicherstellen, dass nur berechnungsberechtigte Benutzer im Grid arbeiten können [8] und dass die verbrauchten Ressourcen für Abrechnungszwecke verursachergerecht nachgewiesen werden können.

Planung, Aufbau und Betrieb von GridKa

Im Jahre 2001 fassten die an den LHC-Planungen beteiligten deutschen Physiker zusammen mit Gruppen, die an bereits existierenden Teilchenbeschleunigern arbeiteten, ihre Vorstellungen für ein großes deutsches Grid-Rechenzentrum zusammen; diese Arbeit bildete die Grundlage der GridKa-Planungen bis zum Jahre 2009 [9]. Auf der Basis dieser Anforderungen konzipierten auf Anregung des Institutes für Experimentelle Kern-

physik der Universität (TH) Karlsruhe Wissenschaftler des Institutes für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) am Forschungszentrum Karlsruhe den Aufbau und späteren Betrieb von GridKa, ebenfalls bis 2009 [10]. Mit maßgeblicher Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung begann 2002 in bescheidenem Rahmen die Installation von Rechnern, Plattenspeichern, Magnetbandspeichern und Internetverbindungen. In jedem Folgejahr wurden die Kapazitäten jeweils verdoppelt, so dass GridKa schon heute, ein Jahr vor Beginn der Experimente am LHC, mit 2.150 Prozessoren, je 800.000 Gigabyte Platten- und Magnetbandspeicher sowie mit Internetverbindungen mit einer Gesamtbandbreite von 20 Gigabit/Sekunde zum leistungsfähigsten Grid-Rechenzentrum Europas geworden ist [11, 12] (Abb. 2,3,4). Im Jahr 2008, wenn der LHC-Beschleuniger sei-



Abb. 3: Mit mehreren tausend Prozessoren und einer Datenkapazität von mehr als einer Million Gigabyte ist GridKa das leistungsfähigste Grid-Rechenzentrum Mitteleuropas.

nen vollen Betrieb aufnehmen wird, werden die GridKa-Ressourcen um einen weiteren Faktor vier gewachsen sein. Bis dahin werden die rund um den Globus stetig wachsenden Grid-Kapazitäten für umfangreiche vorbereitende Arbeiten genutzt. Das vernetzte Zusammenwirken von mehr als hundert Rechenzentren, von tausenden von Nutzern, von zehntausenden von Prozessoren und von hunderttausenden von Datenbanken wird geplant und getestet, damit die komplexe Grid-Technik beim Beginn der LHC-Experimente zuverlässig zur Verfügung steht.

Zusammenfassung

Mit GridKa, dem Grid Computing Centre Karlsruhe, entsteht derzeit im Institut für Wissenschaftliches Rechnen des Forschungszentrums Karlsruhe das leistungsfähigste Grid-Rechenzentrum Mitteleuropas. GridKa ist ein wesentlicher Teil des weltumspannenden LHC Computing Grid, in dem zwölf sehr große und mehr als 100 mittelgroße Rechenzentren in aller Welt über das Internet miteinander verbunden sind. Diese globale Computer-Infrastruktur wird von etwa 8.000 Kernphysikern in aller Welt genutzt, die sich durch die Auswertung der Messdaten von Elementarteilchenbeschleunigern neue Erkenntnisse über offene Fragen unseres Universums erhoffen. Die Nutzung von GridKa steht zunächst nur Wissenschaftlern auf dem Gebiet der Hochenergie- und Elementarteilchenphysik offen; mittelfristig soll GridKa jedoch auch für einige wei-



Abb. 4: Schnelle Netzwerke sind eine wichtige Voraussetzung für Grid-Computing: Mit solchen Gigabit-Ethernet-Routern sind die Computer von GridKa untereinander und mit anderen Grid-Rechenzentren in aller Welt mit Bandbreiten bis zu 20 Gigabit/s verbunden.

tere Wissenschaftszweige geöffnet werden. Mitte 2006 hat GridKa etwa 25 Prozent seiner geplanten Endkapazität erreicht; 2008 wird der vorläufige Endausbau erreicht sein.

tere Wissenschaftszweige geöffnet werden. Mitte 2006 hat GridKa etwa 25 Prozent seiner geplanten Endkapazität erreicht; 2008 wird der vorläufige Endausbau erreicht sein.

Literatur

- [1] *Badische Neueste Nachrichten*, 24.04.02
- [2] *Handelsblatt*, 05.10.05
- [3] *Rheinpfalz*, 18.02.06
- [4] <http://www.cern.ch>
- [5] <http://www.cern.ch/lhc>
- [6] <http://www.cern.ch/lcg>
- [7] <http://www.gridka.de>
- [8] U. Epting, *Nachrichten – Forschungszentrum Karlsruhe*, Jahrgang 36, 3/2004, 153
- [9] P. Malzacher, A. Sandoval, L. Köpke, A. Putzer, D. Lanske, G. Quast, V. Lindenstruth, M. Schmelling, M. Kunze, K. Schubert, Th. Müller, L. Schmitt, P. Mättig, P. Braun-Munzinger, R. Heuer, R. Manke, <http://grid.fzk.de/LHCComputing-1july01.pdf>
- [10] H. Marten, K.-P. Mickel, R. Kupsch, <http://grid.fzk.de/RDCCG-answer-v8.pdf>
- [11] J. v. Wezel, H. Marten, *Nachrichten – Forschungszentrum Karlsruhe*, Jahrgang 36, 3/2004, 138
- [12] M. Alef, B. Hoefl, H. Marten, J. v. Wezel, *Nachrichten – Forschungszentrum Karlsruhe*, Jahrgang 36, 3/2004, 143