

Grid-Demonstration und Schulung mit Instant-Grid

Dr. Christian Boehme, Tim Ehlers, Jan Engelhardt, Andreas Félix,
Prof. Dr. Oswald Haan, Tibor Kálmán, Dr. Ulrich Schwarzmann,
Dietmar Sommerfeld, Alexander Willner

Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung
Am Fassberg
37077 Göttingen
Tel: 0551 201 1839
Kontakt: Christian.Boehme@gwdg.de

Mit Instant-Grid liegt eine vorkonfigurierte Grid-Umgebung auf CD vor, die sich insbesondere auch für Demonstrations- und Schulungszwecke eignet. Zur Einrichtung der Grid-Umgebung wird ein Rechner, der so genannte Frontend, von der CD gestartet. Weitere Rechner im gleichen lokalen Netzwerk können dann als Klienten per PXE-Boot in das Grid integriert werden. Weder auf dem Frontend noch auf den Klienten muss dazu die vorhandene Software verändert werden. Die Instant-Grid-Umgebung basiert auf dem Globus Toolkit 4 (GT 4) als Middleware und Gridsphere 2 als Portal-Lösung. Zudem ist Software zum Management von Ressourcen, Workflows und Nutzerkonten enthalten. Werkzeuge zur Kooperation und Beispiel-Applikationen sind ebenfalls vorhanden. Weitere Software kann auf der lokalen Festplatte des Frontends installiert werden.

In diesem Beitrag soll zunächst auf die Funktionsweise und einzelne Komponenten von Instant-Grid eingegangen werden. Anschließend werden, ausgehend von unseren Erfahrungen bei der German E-Science Konferenz 2007 (GES 2007), die Einsatzmöglichkeiten von Instant-Grid bei der Demonstration von Grid-Software und in der Grid-Schulung dargestellt. Besondere Bedeutung kommt hierbei den Beispielapplikationen, dem Workflow-Management und der enthaltenen kooperativen Software zu. Die Möglichkeiten reichen von der temporären Integration mitgebrachter Laptops in ein funktionsfähiges Grid über die gemeinsame Bearbeitung von Übungsaufgaben bis zur Modellierung einer verteilten Applikation als Workflow und dessen Ausführung im gemeinsamen Grid der Teilnehmer.

1 Einführung

Grid-Technologien [1] haben sich zu einem viel versprechenden Ansatz für die Integration der Informationsverarbeitung in Industrie, Forschung und Lehre entwickelt. Aus diesem Grund hat das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung die eScience-Initiative [2] gestartet, deren primäres Ziel die Einführung neuer Kooperationsformen in Forschung und Lehre ist. Im Rahmen der D-Grid-Initiative [3] soll nicht in Spezialentwicklungen für einzelne Wissenschaftsdisziplinen investiert werden, sondern in einen Satz gemeinsamer Module, die es erlauben, unterschiedliche

eScience- Anwendungen und Disziplinen auf einer gemeinsamen Infrastruktur zu integrieren.

In einem ersten Schritt wird es wichtig sein, die neuen Möglichkeiten und Vorteile von Grids bekannt zu machen und ihre Verwendung neuen potentiellen Nutzern und Wissenschaftsdisziplinen zu demonstrieren. Will man sich erstmalig mit Grid-Applikationen befassen, hat man zwei wesentliche Hindernisse zu überwinden: die Komplexität der Grid-Middleware, die für die nahtlose Nutzung der virtualisierten Ressourcen notwendig ist, und den derzeitigen Mangel an Grid-fähigen Applikationen, die dem neuen Nutzer die Vorteile von Grids überzeugend darstellen. Das Projekt Instant-Grid [4] zielt darauf ab, genau diese beiden Hindernisse aus dem Weg zu räumen: es stellt eine sofort verwendbare Grid-Umgebung bereit, auf der vorkonfigurierte Grid-Applikationen als Demonstratoren für die Verwendung von Grids gestartet werden können.

Mit Hilfe der Instant-Grid Live-CD können Rechner in einem lokalen Netz neu gestartet und automatisch als Teile eines lokalen Grids konfiguriert werden. Dabei ist keinerlei Wissen über die Konfigurationsschritte notwendig, die ablaufen müssen, um das lokale Grid funktionsfähig zu machen. In den meisten Fällen erfolgt die Konfiguration des Boot Servers, der Rechenknoten, der Netzverbindungen, der Grid-Middleware und der Benutzerschnittstelle (Web-Portal) ohne jeglichen manuellen Eingriff. Einmal gestartet, ist die Instant-Grid-Funktionalität sofort über das Web-Portal verfügbar. Die Auswahl an vorkonfigurierten Applikationen enthält unter anderem ein Workflow-Management, verteilte Anwendungen und kollaborative Werkzeuge. Damit ist die Instant-Grid-CD auch für Schulungen gut geeignet, wie zum Beispiel eine Veranstaltung zu Workflows auf der German E-Science Conference 2007 [5] zeigen konnte.

2 Der Startvorgang

Instant-Grid basiert auf einer modifizierten Knoppix-Live-CD [6], mit deren Hilfe ein PC, der so genannte Frontend, mit GNU/Linux als Betriebssystem gestartet wird. Der Vorteil einer Live-CD ist, dass sich, nach Entfernen der CD und einem Neustart, das System wieder in seinem ursprünglichen Zustand befindet. Nach Start des Frontends können weitere PCs im gleichen lokalen Netzwerk das Betriebssystem von dort übernehmen und sich so in Instant-Grid eingliedern. Dies geschieht mit Hilfe eines auf dem PXE-Boot-Standard basierenden Mechanismus, der in ähnlicher Weise auch im Original- Knoppix und in Projekten, die Live-CDs zum Aufsetzen von Clustern verwenden, benutzt wird. Dabei fungiert der von CD gestartete PC im lokalen Netzwerk als DHCP-, TFTP- und NFS-Server und ermöglicht es so, weitere Rechner im gleichen Subnetz von ihrer Netzwerkkarte zu starten und die CD per NFS als Hauptverzeichnis ihres Dateisystems zu verwenden. Sie können dann ohne Verwendung ihrer lokalen Massenspeicher als Klienten arbeiten (Abb. 1).

Unser Hauptziel bei der Implementierung dieses Mechanismus ist, ihn so zu gestalten, dass er sich ohne administrativen Eingriff in typischen Netzwerkkumgebungen verwenden lässt. Ein solcher Eingriff ist bei allen uns bekannten bisherigen

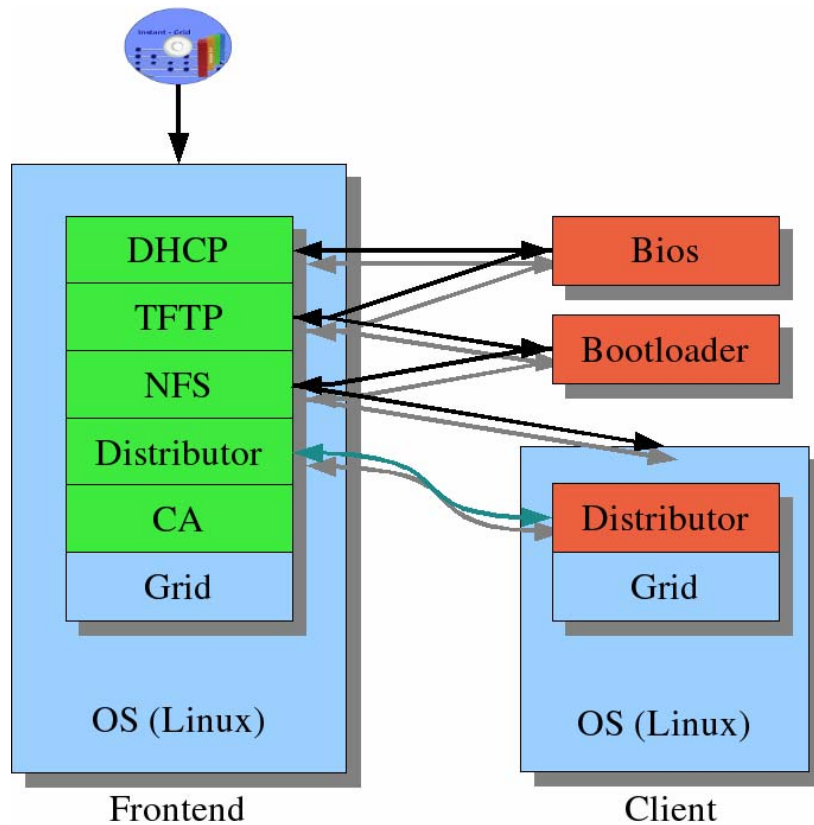


Abbildung 1: Der Instant-Grid-Startvorgang

Implementierungen erforderlich. Zu den automatisch zu erledigenden Aufgaben gehört die Auswahl einer geeigneten Netzwerkschnittstelle sowohl auf dem Frontend als auch auf den Klienten. Dabei müssen insbesondere eventuell bereits vorhandene DHCP-Server ermittelt werden, da hiermit ausgestattete Netzwerke sich nicht als internes Instant-Grid-Netzwerk eignen.

3 E-Learning mit Instant-Grid

3.1 POV-Ray-basiertes Rendern im Grid

Eine Applikation innerhalb des Instant-Grid ist das frei verfügbare Raytracingprogramm "The Persistence of Vision Raytracer" (POV-Ray) [7]. Raytracing ist eine leicht parallelisierbare Rendertechnik. Daher wird POV-Ray in Clusterumgebungen oft für Benchmarks und zu Demonstrationszwecken eingesetzt. In Instant-Grid wurde POV-Ray ausgewählt, um dem Benutzer einerseits einen Eindruck von der dynamischen

Ressourcenverwaltung in Grids zu vermitteln und andererseits, um ihm die Möglichkeit zu geben, auf einfache Weise eine "Renderfarm" für die Berechnung langwieriger und komplexer Szenen aufzubauen. Eine Parallelisierung von POV-Ray kann dadurch erreicht werden, dass unterschiedliche Knoten des Instant-Grids Bildausschnitte zur Berechnung zugewiesen bekommen. Diese werden gleichzeitig berechnet und dann zusammengesetzt, um das gesamte Bild zu erhalten.

Die Kommunikation zwischen dem Benutzer und POV-Ray ist mit Hilfe eines auf PHP und Apache basierenden Webfrontends realisiert, auf dem der Benutzer alle nötigen Parameter eingeben kann. Diese beinhalten zum Beispiel den Dateinamen der zu berechnenden Szenendatei und Einstellungen zur Renderqualität. Abb. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Renderprozedur. Nachdem die angegebenen Parameter validiert wurden, werden die zur Verfügung stehenden Rechner ermittelt. Hierbei wird auf das Ressourcen-Management von Instant-Grid zurückgegriffen und die Datei "/usr/bin/machines" ausgewertet. Diese wird alle 30 Sekunden aktualisiert und enthält die Namen der Rechner des Instant-Grids. Diese Auswertung erfolgt regelmäßig während des gesamten Renderprozesses, wodurch sichergestellt wird, dass neu hinzukommende oder nicht mehr verfügbare Rechner erkannt werden, und in den Renderprozess integriert oder aus ihm entfernt werden. Per GridFTP wird die zu berechnende Szene verteilt und anschließend auf jedem Rechner ein 50 Pixel hoher Bildabschnitt berechnet. Dazu wird ein Job an den Execution Service des jeweiligen Rechners submittiert, den im GT4 enthaltenen WS-GRAM-Dienst [8]. Während des Renderprozesses werden alle submittierten Jobs beobachtet und nach erfolgreicher Beendigung eines der berechnete Bildausschnitt per GridFTP auf den Frontend übertragen. Der Klient erhält daraufhin einen neuen Bildausschnitt zur Berechnung zugewiesen. Wenn ein Job nicht erfolgreich beendet wird, beispielsweise wenn der entsprechende Rechner nicht mehr verfügbar ist, wird die Berechnung des Bildausschnitts an einen anderen Rechner übertragen, der diese Berechnung übernimmt. Die fertigen Bildausschnitte liegen im unkomprimierten TGA-Format vor, die sich in einfacher Weise zum Gesamtbild zusammensetzen lassen.

Der Renderprozess wird überwacht, indem eine Datei beobachtet wird, die die Start und Endzeilen aller Bildausschnitte enthält, sowie die Information, ob dieser noch nicht berechnet, fertig berechnet oder einem Klienten zugewiesen wurde. Diese Datei wird beim Starten des Renderprozesses generiert und bei jeder erfolgreichen Beendigung eines Jobs und bei jeder (Neu-)Zuweisung eines Bildausschnittes an einen Klienten aktualisiert. Fertig berechnete Bildausschnitte werden während des laufenden Renderprozesses zusammengesetzt und dem Benutzer als Vorschaubild zusammen mit Statusinformationen zu den einzelnen Rechnern angezeigt.

Nachdem alle Bildausschnitte berechnet wurden, wird das Bild zusammengesetzt und auf einer neuen Website dargestellt. Eine Statistik gibt Auskunft darüber, welcher Rechner welche Bereiche berechnet hat und wie lange der Renderprozess gedauert hat. Auf dieser Website hat der Benutzer außerdem die Möglichkeit, das fertige Bild in unterschiedlichen Bildformaten abzuspeichern.

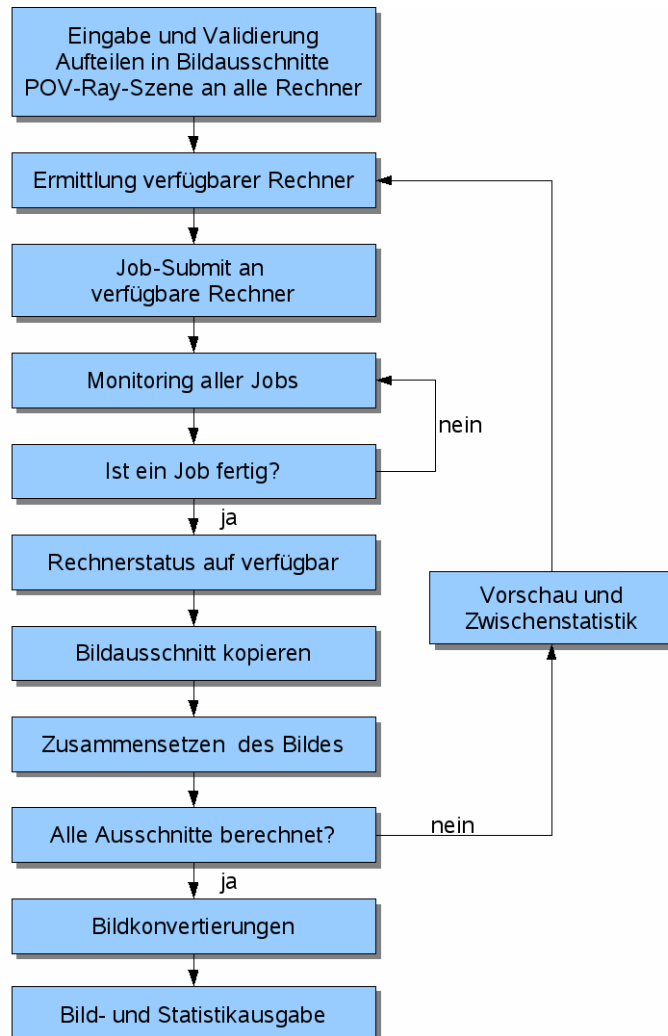


Abbildung 2: Ablaufschema POV-Ray

Neben dieser Implementierung existiert in Instant-Grid ab Version 1.0 auch eine auf dem Grid-Workflow-Execution-Service (GWES) [9] des Fraunhofer Instituts für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (FIRST) basierende Renderfarm. Der GWES ist, wie auch das zugehörige Grid Workflow User Interface (GWUI) zur Visualisierung der Workflows, vorkonfiguriert in der Instant-Grid-CD integriert.

3.2 Kollaborative Software

Mit Gobby [10] und Coccinella [11] stehen zwei Kollaborationswerkzeuge fertig konfiguriert in Instant-Grid zur Verfügung. Gobby ist ein kollaborativer Texteditor mit

Syntax-Highlighting. Mehrere Personen können gleichzeitig an einem Text arbeiten, ihre Änderungen werden allen Teilnehmern einer Sitzung in Echtzeit und nach Autor farblich markiert angezeigt. Zudem können die Teilnehmer über ein integriertes Chat-System miteinander kommunizieren. Coccinella ist ein Klient für das Instant-Messaging-System Jabber [12]. Zusätzlich ist ein gemeinsam nutzbares und in Echtzeit aktualisiertes Whiteboard enthalten.

4 Workflow-Workshop auf der GES 2007

Auf der GES 2007 konnte die Eignung von Instant-Grid als Plattform für das E-Learning in einem Workshop zu Workflows demonstriert werden. Dabei wurde zunächst ein Instant-Grid aus den Notebooks der Teilnehmer aufgebaut, das sowohl zur Kollaboration bei den Übungen als auch zum Testen der in diesen Übungen erstellten Workflows verwendet wurde. Im weiteren Verlauf des Workshops wurden dann Begriffe des Grid-Computing und des Workflow-Managements eingeführt. Danach wurde ein Workflow theoretisch erarbeitet und dann im Rahmen einer gemeinsamen Übung mit Hilfe von Gobby (s. o.) in eine Workflow-Beschreibungs-Sprache umgesetzt. Der so erstellte Workflow konnte direkt auf den mit Instant-Grid vorbereiteten Rechnern getestet und auftretende Fehler analysiert werden. Die Ausführung und Visualisierung der Workflows erfolgte dabei mittels des bereits erwähnten GWES und des GWUI vom Fraunhofer FIRS (siehe Screenshot in Abb. 3). Obwohl bis auf das Starten eines Frontends von CD und das Bereitstellen eines Switches keinerlei Infrastruktur vorbereitet wurde, konnte der Workshop einschließlich der Einrichtung des Grids in zwei Stunden abgeschlossen werden. Dies unterstreicht insbesondere die Eignung von Instant-Grid für externe Veranstaltungen mit wenig Gelegenheit zur Vorbereitung der Örtlichkeit.

5 Zusammenfassung

Die Instant-Grid-CD kombiniert das etablierte Konzept einer Live-CD mit dem PXE-Startmechanismus und einer automatisierten Verteilung der Globus-Toolkit-Grid-Middleware. Man erhält so eine vorkonfigurierte Grid-Umgebung mit der sich Grid-Anwendungen entwickeln, testen und demonstrieren lassen. Darüber hinaus ist Instant-Grid mittels des Gridsphere-Webportals und fertiger Beispielanwendungen auch für hinsichtlich Grid-Computing unerfahrene Nutzer einsetzbar, die sich durch seine Hilfe mit den Möglichkeiten dieser Technologie vertraut machen können.

Eine dieser Beispielanwendungen ist eine Renderfarm auf Basis des POV-Ray Raytracers. Hier werden mittels PHP dynamische Web-Seiten generiert, die die Globus-Kommandozeilen-Schnittstelle zur Verteilung der Render-Aufgaben, zum Datentransfer und zur Kontrolle des Arbeitsfortschritts verwenden. Die Ressourcen-Verwaltung von Instant-Grid dient zum Auffinden von bereitstehenden Ressourcen, die sich während einer Render-Aufgabe dynamisch ändern können.

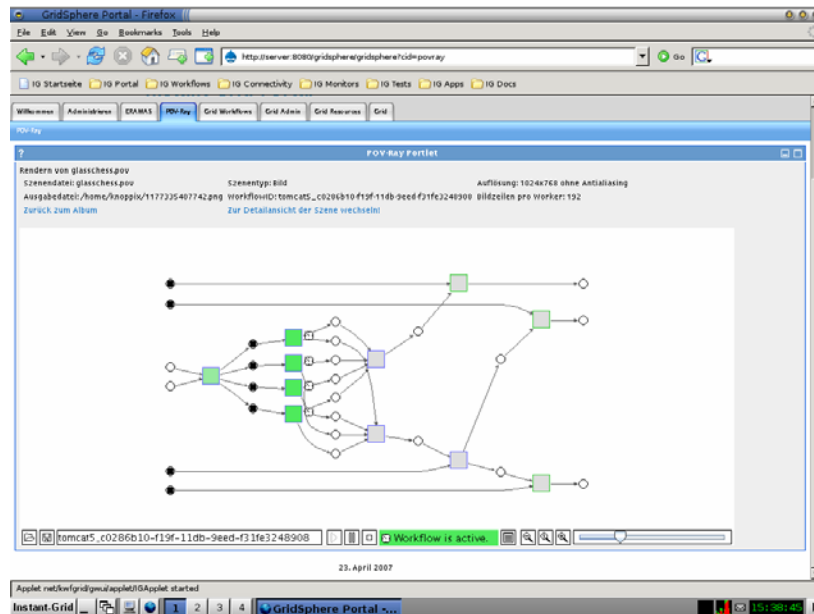


Abbildung 3: Screenshot zum GWUI

Die transparente Verwendung neuer Ressourcen in einem laufenden Render-Job, kurz nachdem sie bereitstehen, und der mit neuen Ressourcen verbundene Geschwindigkeitsgewinn demonstrieren Schlüssel-Vorteile der Grid-typischen Ressourcen-Virtualisierung.

Weitere Anwendungen aus den Bereichen Workflow-Verwaltung und -Ausführung, sowie Kollaboration im Grid, machen Instant-Grid auch zu einem nützlichen Werkzeug für Schulungen im Grid-Bereich. Dies konnte durch praktische Erfahrungen auf der GES 2007 bestätigt werden. Instant-Grid liegt zurzeit in der Version 1.0. vor. Es ist frei verfügbar und kann von der Instant-Grid-Website [4] bezogen werden.

6 Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Instant-Grid-Projektes (Förderkennzeichen 01AK807), und den Mitarbeitern der am Projekt beteiligten Partner Fraunhofer-Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik, ed-media, Fernuniversität Hagen und dem Fachinformationszentrum Chemie für ihre unverzichtbaren Beiträge.

Literatur

- [1] C. Kesselman I. Foster and S. Tuecke. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. Intl J. Supercomputer Applications, Vol.15 No. 3, 2001.

- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Website of the German Bundesministerium für Bildung und Forschung. <http://www.bmbf.de> , 2005.
- [3] D-Grid-Initiative. Website of the D-Grid-Initiative. <http://www.d-grid.de/> , 2007.
- [4] Instant-Grid Project. Website of the Instant-Grid Project. <http://www.instantgrid.de/> , 2007.
- [5] German E-Science Conference 2007. Website of the German E-Science Conference 2007. <http://www.ges2007.de/> , 2007.
- [6] Klaus Knopper. Website of Knoppix. <http://www.knoppix.org/> , 2007.
- [7] Persistence of Vision Raytracer Pty. Ltd. The Persistence of Vision Raytracer Website. <http://povray.org/> , 2007.
- [8] The Globus Alliance. Globus Toolkit 4 WS-GRAM Information Webpage. <http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/execution/wsgram/> , 2006.
- [9] The K-Wf Grid project. The Grid Workflow Execution Service Website. <http://www.gridworkflow.org/kwfgrid/gwes/docs/> , 2007.
- [10] The Gobby Team. Gobby - a Collaborative Text Editor. <http://gobby.0x539.de/trac/> , 2007.
- [11] The Coccinella Team. Coccinella: Jabber Client With Integrated Whiteboard. <http://thecoccinella.org/> , 2007.
- [12] Jabber Software-Foundation. The Jabber Website. <http://www.jabber.org/> , 2007.