

# 2 Service Grids – von der Vision zur Realität

---

**A. Geiger**

Die Grid-Technologie ist heute am sichtbarsten in der Forschung. Eine Vielzahl von Projekten versucht das Thema weiter zu treiben und Standards zu etablieren. Ziel ist eine Infrastruktur, bei der es für jede Person oder Organisation möglich ist, zu jeder Zeit und an jedem Ort auf die Ressourcen zuzugreifen, die gerade benötigt werden.

Der Produktionseinsatz von Grids beschränkt sich heute jedoch noch auf die Verbesserung der Flexibilität und Auslastung von Daten- und Rechenzentren. Der Endnutzer spürt dies an besseren Qualitätseigenschaften und attraktiveren Preisen für Services. Von der Grid-Technologie selbst merkt er so gut wie nichts.

Service-Grids hingegen werden unmittelbar und einschneidend die Geschäftsmodelle für ITC-Services verändern.

In diesem Kapitel soll diese Zukunftsvision skizziert und der Stand der Entwicklung aus der Sicht von Technik und Management beschrieben werden.

## 2.1

### **Einführung**

Die Abbildung von Geschäftsprozessen mit Mitteln und Methoden der Informations- und Telekommunikationstechnologie (ITC) wird heute unter dem Themenkomplex eBusiness zusammengefasst. Stand das `e´ in der Anfangszeit noch für

‘electronic’, so wurde im Laufe der Zeit schnell klar, dass die Entwicklung nicht bei der Abbildung bestehender Geschäftsprozesse stehen bleiben würde, sondern dass die eingesetzten Werkzeuge der ITC die Möglichkeit bieten, diese Prozesse funktionell deutlich weiterzuentwickeln. Heute versteht man konsequenterweise unter eBusiness deshalb ‘enhanced Business’.

Je nach Einsatzbereich bildeten sich im Laufe der Zeit Spezialisierungsrichtungen des eBusiness heraus, beispielsweise eCommerce für den ITC-gestützten Handel, eEngineering für den Bereich der Entwicklung technischer Produkte und eScience für die Wissenschaft.

In allen Bereichen steht das ‘e’ für ein Mehr an Funktionalität. Standen beispielsweise in den Ingenieurwissenschaften die so genannten CAX-Technologien für die computergestützte Lösung technischer Probleme, so ist eEngineering weit mehr, nämlich ein Geschäftsprozess der neben den technischen auch die kaufmännischen, administrativen und sonstigen involvierten Disziplinen umfasst.

Ähnlich sieht es in der Wissenschaft aus. Vor geraumer Zeit startete mit Computational Science der Siegeszug der Simulation als dritte Methodik der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung neben Experiment und Theorie. Konsequenterweise fasst eScience diese drei Basismethoden wieder zu einem Geschäftsmodell zusammen, dessen Möglichkeiten weit über die der drei Einzelmethodiken hinausreichen und das auch hier nicht mehr nur die technisch-wissenschaftlichen Aspekte umfasst.

Da sich eScience und eEngineering als Methodiken und Basis für Geschäftsmodelle auf Werkzeuge der ITC stützt, brauchen sie eine passende technische Infrastruktur. Natürlich bilden Rechner als Grundelemente der Verarbeitung und das Internet als Medium für den Transport von Daten dafür die Basis. Als Zwischenschicht und somit als sichtbare Schnittstelle der technischen Infrastruktur wird jedoch eine Umgebung benötigt, die es erlaubt, beliebige Ressourcen als Teil von wissenschaftlichen Geschäftsprozessen zu nutzen. Die dafür notwendige Basistechnologie stellt das Grid bereit.

### 2.2 Vision von eScience und eEngineering im Service-Grid

Um Forschung und Entwicklung neue Horizonte zu öffnen, ist es notwendig, ITC-Leistungen in sehr flexibler und dynamischer

Form mit höchster Zuverlässigkeit zur Verfügung zu stellen. Leistungen verschiedener Lieferanten müssen des Weiteren beliebig und ohne Zusatzaufwand zu einem Gesamtsystem verknüpfbar sein, das das aktuelle Vorhaben in all seinen Teilaspekten ITC-mässig abbildet. Im Gegensatz dazu bedeutet der Bezug von Leistungen heute die Durchführung von Ausschreibungsverfahren und den Abschluss von Verträgen mit einer geringen Flexibilität, Quantität und Qualität an die aktuellen Bedürfnisse anzupassen.

Diese Flexibilität in der dynamischen Bereitstellung untereinander kompatibler ITC-Leistungen lässt sich nur durch den Einsatz autonomer, also sich selbständig überwachender und rekonfigurierender Systeme erreichen, in denen dynamisch und bedarfsgesteuert Ressourcen allokiert und freigegeben werden. Auch die Einhaltung der notwendigen Qualitätsmerkmale (Service-Levels) wird in einem autonomen System durch den automatisierten Ausbau bzw. Austausch von Komponenten garantiert. Gerade in komplexen und wenig standardisierten Systemen hilft es wenig, wie heute die Einhaltung von Qualitätsparametern zu berichten und anschliessend in einen langwierigen Verbesserungsprozess zu gehen. Stattdessen muss ein autonomes System von seiner Konzeption her die Einhaltung garantieren und bei SLA-Verletzungen die Komponenten einfach austauschen.

Die Vision wäre aber nicht vollständig, beschränkte man sich allein auf funktionale Aspekte. Wirklicher Fortschritt wird auch am effizienteren und effektiveren Einsatz von Ressourcen gemessen. Gerade bei externem Bezug von Leistungen ist es wichtig, auch in autonomen Systemen den Wettbewerb unter den Anbietern aufrechtzuerhalten oder gar zu forcieren. Hierzu benötigen autonome Systeme eine Broker-Komponente, die bei der Allokation von Ressourcen die qualitativen und wirtschaftlichen Parameter optimiert und autonom den optimalen Lieferanten auswählt. Der Aspekt der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen (Shared Services) wirft allerdings zusätzliche Fragestellungen auf.

In einer Umgebung, wie sie soeben beschrieben wurde, werden ITC-Leistungen nicht mehr durch den Kauf von Komponenten und Services, sondern extern aus dem Netz bezogen. Der für die Lösung einer Aufgabe zusammengestellte Gesamtkomplex überspannt also in der Regel mehrere Organisationen (Lieferanten und Projektpartner). Man spricht hier auch von einer virtuellen

Organisation. Da sich in einem solchen Gesamtszenario u.U. nicht nur vertraute (oder vertrauenswürdige) Kooperationspartner finden, ist es essentiell, dass die Schnittstellen zwischen den Komponenten in hohem Masse die heute üblichen Sicherheitsstandards reflektieren, insbesondere was die Vertraulichkeit (Confidentiality) betrifft.

Die Diskussion über die Vor- und Nachteile eines klassischen Outsourcing von ITC-Services wird sich in Zukunft also in ganz anderer Form stellen als heute. Für Basisleistungen wird die Diskussion auf jeden Fall aufgrund der technischen Gegebenheiten obsolet. Es geht in Zukunft nur noch um die Frage, ob die Integration und Betreuung der Geschäftsprozesse ausgelagert oder selbst erledigt wird.

### 2.3 Die Basis: Grid-Technologie

#### 2.3.1 Internet – Web – Grid

Die Begriffe Internet, Web und Grid werden, insbesondere im deutschen Sprachraum, von ihrer Bedeutung her oft nicht sauber voneinander abgegrenzt. Dies führt leicht zu Erklärungsnotwendigkeiten wenn es darum geht, die Bedeutung der Grid-Technologie herauszuarbeiten. Die Gründe für diesen Zustand mögen zum einen darin liegen, dass sich bei neuen Technologien exakte Definitionen und Abgrenzungen erst im Laufe der Zeit entwickeln, zum anderen aber auch darin, dass die Nutzung des Internet, das seit ca. 1969 existiert, in Deutschland erst durch die Web-Technologie nach 1990 auf breiter Front populär wurde. Umso wichtiger ist es aber an dieser Stelle, die Begriffe klar voneinander abzugrenzen:

- **Internet**  
Das Internet ist eine Infrastruktur bestehend aus Netzverbindungen und standardisierten Protokollen, um Daten zwischen beliebigen Geräten über beliebige Distanzen auszutauschen.
- **Web**  
Das World Wide Web (WWW) erlaubt den beliebigen und weltweiten Zugriff auf Informationen. Es bedient sich des Internet als Transportmedium.
- **Grid**  
Das Grid erlaubt den beliebigen und weltweiten Zugriff auf alle Arten von Ressourcen. Es bedient sich des Internet

# 7 Grid-basierte Simulation für die Gießerei-Industrie

---

**J. Jakumeit**

Die Gießerei-Industrie ist durch mittelständische Unternehmen geprägt, die als Zulieferer für die Großindustrie (Autohersteller, Kraftwerkbauer) arbeiten. Die Größe der Firmen geht von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMUs), bis zu weltweit operierenden Firmen mit einigen 1000 Mitarbeitern. Simulation wird bisher nur wenig und vor allem in größeren Firmen eingesetzt, da eine realistische Gießsimulation sehr anspruchsvoll ist. Zur Simulation der Formfüllung und Erstarrung während des Abgusses sollten im Idealfall Strömung, Temperaturverteilung und mechanische Deformation und Belastung gekoppelt berechnet werden. Realistische Simulationen können daher nur auf leistungsfähigen Rechnern durch geschultes Fachpersonal durchgeführt werden.

Das Interesse an solchen Simulationen steigt, da zum einen die immer engeren Vorgaben der Abnehmer an die Gussteile nur durch ein sehr genaues Verständnis des Gießvorgangs erfüllbar sind: Gussysteme sind häufig „black boxes“, die erst durch die Simulation durchsichtig und verständlich werden. Zum zweiten wächst der Druck von der Großindustrie auf die Gießereien, Si-

mulation als Hilfsmittel in ihren Produktionsprozess zu integrieren. Ziel ist es, im Rahmen der virtuellen Fabrik den gesamten Produktionsprozess im Rechner abbilden zu können.

Die Grid-Technologie ist dabei das geeignete Mittel, um den mittelständischen Unternehmen im Gießereibereich durch kooperative Nutzung von virtuellen IT-Infrastrukturen Zugang zu realistischen Simulationen zu ermöglichen. Nur durch gemeinsame Nutzung von Ressourcen können sich KMUs bei kritischen Prozessen realistische Simulationen leisten.

Im folgenden Beitrag werden Szenarien für den Einsatz der Grid-Technologie in der Gießerei-Industrie entworfen. Dabei stehen Aspekte wie die kooperative Zusammenarbeit von Simulations- und Gussexperten trotz räumlicher Trennung, die Interaktion mit der Simulation und Sicherheitsaspekte im Vordergrund. Erste Schritte in diese Richtung werden an Hand einer aktuellen industriellen Anwendung aufgezeigt.

### 7.1

#### **Simulation in der Gießerei-Industrie**

Seit vielen tausend Jahren werden Metallteile durch Guss hergestellt. Dabei besteht die Kunst darin, das gesamte Gießsystem so zu konfigurieren, dass nach dem Abguss das Gussteil ohne makroskopische oder mikroskopische Hohlräume und mit der gewünschten Gefügequalität entsteht. Der Gießer hat viele Möglichkeiten, diesen Prozess zu beeinflussen. So muss das Angussystem, durch das die heiße Schmelze in die Form fließt, richtig konfiguriert werden, Speiser können Vorräte von flüssiger Schmelze speichern, um beim Schrumpfen des Gussteiles während der Abkühlung Material nachliefern zu können. An anderen Stellen kann durch Metallteile oder Wasser die Form bewusst gekühlt werden. Auch die Zusammensetzung der Legierung hat einen entscheidenden Einfluss auf das Füll- und Erstarrungsverhalten und ist mitentscheidend für den Erfolg des Gusses. Ein großes Problem ist, das die Gussform eine „black box“ ist, die eine Beobachtung des Füll- und Erstarrungsvorgangs nicht zulässt. Erst nach Öffnen der Form stellt sich heraus, ob der Guss erfolgreich war. Basierend auf den auftretenden Fehlern und seiner Erfahrung muss der Gießer bei Gussfehlern das Gusssystem verändern, bis der Guss erfolgreich ist. Dabei können die notwendigen Versuchsabgüsse teuer und zeitaufwendig sein. Einen sehr guten Überblick über die Gießtechnologie gibt J. Campbell [1].

Dieses Szenario verlangt geradezu nach dem Einsatz von Simulation, die Licht in die „black box“ der Gussform bringt und damit erklären kann, warum das gewählte Gussystem zu Fehlern führt. Seit Anfang der 80er Jahre stehen dem Gießer immer komplexere Programmpakete zur Simulation des Formfüll- und Erstarrungsverhaltens von Gießprozessen zur Verfügung. Wurde anfänglich vor allem die zeitabhängige Verteilung der Temperatur berechnet und analysiert, so stellen moderne Programme eine gekoppelte Berechnung von Formfüllung und Temperaturverteilung oder Erstarrung und mechanischer Verformung zur Verfügung. Auch die Kornstruktur und das entstehende Gefüge können für kritische Bereiche berechnet werden [2]. Komplexe Phänomene wie die gleichzeitige Berechnung von Formfüllung und Deformation, Makroseigerung während der Erstarrung, Gaseinschluss und Oxydhautbildung sind Inhalt aktueller Forschungsprojekte und noch nicht als Standardsoftware verfügbar. Einen Überblick über den aktuellen Stand der Gießsimulation geben z.B. [3, 4, 5, 6, 7].

Ein Problem der Gießsimulation ist, dass die beim Formfüllen und Erstarren auftretenden Phänomene sehr komplex sind und eine realistische Simulation sehr rechenzeitaufwendig ist. Der Einsatz von Parallelrechnern kann hier die Rechenzeit entscheidend verringern, doch stehen entsprechende Rechner nur wenigen Gießereien zur Verfügung. Einfachere, schnelle Rechnung führt häufig zu Ergebnissen, die deutlich von den Beobachtungen abweichen und das Vertrauen in die Simulation eher schwächen. Dieser Aspekt ist besonders kritisch, da die Simulation von den Praktikern in den Gießereien immer noch mit Misstrauen beobachtet wird. Es ist schwierig, dem Praktiker die für die Simulation notwendigen Näherungen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Güte des Ergebnisses zu vermitteln. Eine gute Übereinstimmung der Simulationsergebnisse mit der Realität ist daher wichtig, um Vertrauen in die Simulation aufzubauen.

Trotz dieser Schwierigkeiten steigt das Interesse an Gießsimulationen, da erstens die Qualität der Ergebnisse kontinuierlich verbessert wurde und mittlerweile viele Phänomene im Rechner realitätsnah abgebildet werden können. Zum zweiten können die immer engeren Vorgaben der Abnehmer an die Gussteile nur durch ein sehr genaues Verständnis des Gießvorgangs erfüllt werden. Die über Generationen erworbenen Erfahrungen reichen dazu oft nicht mehr aus. Drittens wächst der Druck von der

Großindustrie auf die Gießereien, Simulation als Hilfsmitteln in ihren Produktionsprozess zu integrieren. Ziel ist es, im Rahmen der virtuellen Fabrik den gesamten Produktionsprozess im Computer abbilden zu können. Insgesamt ist daher die Nachfrage nach realitätsnahen belastbaren Simulationsergebnissen in der Gießereiindustrie groß und weiterhin steigend.

### 7.2 Szenarien für den Einsatz von Grid-Technologie

Die Grid-Technologie ist ein geeignetes Mittel, um den mittelständischen Unternehmen im Gießereibereich durch kooperative Nutzung von virtuellen IT-Infrastrukturen Zugang zu realistischen Simulationen zu ermöglichen. Nur durch gemeinsame Nutzung von Ressourcen können sich KMUs bei kritischen Prozessen realistische Simulationen leisten. Die Anschaffung einer eigenen Simulationsumgebung mit Fachpersonal ist häufig wirtschaftlich nicht darstellbar.

Ein realistisches Szenario für eine Grid-basierte Prozessoptimierung in der Gießereiindustrie könnte wie folgt aussehen:

An einem solchen Projekt können bis zu 5 Personen, Institutionen oder Arbeitsgruppen beteiligt sein, die gegebenenfalls an unterschiedlichen Standorten arbeiten und unterschiedliche Hardware zur Verfügung haben:

1. Der Gießingenieur (Gießereileiter), der ein Bauteil mit guter Gussqualität herstellen will. Er sollte Zugang zum Pre- und Postprozessor des Gießsimulationsprogramms haben.
2. Der Qualitätsingenieur, der sich mit Materialeigenschaften auskennt, Messtechnik hierfür besitzt und die Qualität von Gussstücken bestimmt. Er muss sich nur die Ergebnisse der Simulation anschauen können und braucht daher Zugang zum Postprozessor.
3. Der Berechnungsfachmann, der die Simulationssoftware gut kennt und die korrekte Definition dieser Simulation durch Anfangs- und Randbedingungen überprüft. Für ihn ist ein Zugriff auf Pre- und Postprozessor entscheidend.
4. Der Fachmann für rechnergestützte Optimierung, der die Optimierung von Prozessparametern durch effiziente Optimierungsalgorithmen unterstützt. Er braucht die Simulations-



software nicht im Detail zu kennen sondern bedient die Optimierungssoftware.

5. Die Institution, die die Ressourcen für die Rechenleistung, also z.B. ein dediziertes Cluster-System oder lokal vernetzte Workstations, auf denen die Simulations- und Optimierungssoftware läuft, zur Verfügung stellt. Dies kann natürlich auch durch den Zugang zu einem dezentralen Rechnernetz geschehen.

Gießerei- und Qualitätsingenieur gehören dem gleichen Unternehmen an, sind aber häufig in verschiedenen Abteilungen beschäftigt die nicht am gleichen Standort angesiedelt sein müssen. Auch bei den zwei Simulationsspezialisten sind sehr unterschiedliche Kenntnisse gefordert und die Fachleute können aus verschiedenen Instituten kommen. Während der Berechnungsfachmann die Gießsimulationssoftware sehr gut kennen muss, ist dies beim Fachmann für Optimierung nicht nötig. Die Simulationssoftware ist über eine Schnittstelle an das Optimierungsprogramm gekoppelt. Mittels dieser Schnittstelle kann das Optimierungsprogramm durch Variation von Designparametern die Eingaben zur Simulation ändern und das Simulationsergebnis mit Hilfe von Optimierungskriterien bewerten. Der Optimierungsfachmann wählt die Algorithmen und Parameter des Optimierungsprogramms, um mit möglichst wenigen Simulationen eine gute Lösung zu finden. Die 5. Gruppe hat nichts direkt mit der Simulationsanwendung zu tun, sondern stellt die Rechenleistung zur Verfügung. Auf welchem Computer die Simulationen laufen und wer die notwendige Hardware zur Verfügung stellt, ist von der Problemstellung völlig unabhängig. Die Simulationen können z.B. dezentral auf einem Grid-Verbund von Workstations ablaufen.

Der gesamte Ablauf zur Simulation eines Gießprozesses kann in drei Phasen unterteilt werden:

1. Aufsetzen einer ersten Rechnung
2. Kalibrierung der Simulation
3. Optimierung des Gießprozesses

Die dazu notwendigen Arbeiten und daran beteiligten Gruppen oder Personen werden im Folgenden diskutiert.

# 8 Service-Oriented Ad Hoc Grids

---

T. Friese, M. Smith and B. Freisleben

## 8.1

### Introduction

The Grid computing paradigm [7, 14] is attracting a growing number of users developing larger distributed computing projects than ever before. The initial vision of the Grid encompasses the fusion of different high-performance computing centers into a common infrastructure that allows uniform access to those heterogeneous systems.

Currently, most Grid projects are in the hands of large research organizations, companies or governments such as the NASA (Information Power Grid) [36], the US Department of Energy & IBM (Science Grid) [47] and the European Union (EGEE) [12]. These institutions have dedicated staff that manage their Grid and configure it specifically for their needs. The installation of a production quality large scale Grid is far from trivial, making these administrators vital to the task.

If the Grid is to fulfil the vision of becoming the next-generation Internet (as described in [12, 13, 28]), the complexity of installing and maintaining it must be reduced significantly. The Internet boom was made possible by making access to the Internet intuitive and transparent to the users. As a consequence, the number of users increased exponentially, which further increased the support for and the acceptance of the new medium.

The introduction of the service-oriented computing paradigm and the corresponding web service standards such as WSDL [11] and SOAP [49] in the field of Grid computing through the Open Grid Services Architecture (OGSA) [15, 16] is a major step towards reducing the complexity of Grid use, operation and main-

tenance. While the OGSA describes the higher-level architectural aspects of service-oriented Grid computing, the Web Service Resource Framework (WSRF) [11] is a fine-grained description of the infrastructure required to implement the OGSA model.

Service-oriented Grid computing offers the potential to provide a fine grained virtualization of the available resources to significantly increase the versatility of a Grid. It can be employed to create a broader user base as a catalyst for new Grid developments by extending the initial vision of the Grid - connecting the world's supercomputing centres - to also incorporate the much allow the Grid to offer the possibility of harnessing the unused CPU cycles (or other resources) of idle workstations, as found in practically every organization, by combining them on demand to spontaneously form an *ad hoc Grid* without a preconfigured fixed infrastructure.

To achieve this goal, a number of new challenges must be taken into account. For example, through the extension of the Grid by non-dedicated resources, the complexity of the Grid is greatly increased. Currently, a handful of administrators with specialist knowledge manage their Grid infrastructure, configure the separate nodes and preinstall all Grid services which are required. When a large number of nodes are added to the Grid on a dynamic basis, central administration is no longer feasible. The heterogeneity of the system is increased and the reliability of the nodes is decreased due to reboots or crashes caused by the regular users of those nodes. The system itself must be capable of coping with the dynamic topology changes of the underlying network and the heterogeneity of the nodes to form an *ad hoc Grid* autonomously. Security is also of vital importance to such an extended Grid system. Since the number of users within a system is increased, new security mechanisms are needed to ensure that malicious code cannot harm legitimate services running on the Grid.

In the following, we present the main problems involved in realizing a service-oriented *ad hoc Grid* to provide computing resources to every participant on demand. Our solutions to these problems are based on peer-to-peer node and service discovery, hot deployment and administration of services into a running system without disrupting other services already running there, added inter-service security by ensuring that each service runs

within its own sandbox and has no direct access to the running code of other services, and a flexible trust management system.

The important parts of a prototypical implementation based on the Globus Toolkit 4.0 (GT4) will be described. The service-oriented ad-hoc Grid environment introduced in this chapter opens up a whole new range of resources to be tapped and expands the potential user base of the Grid paradigm significantly.

This chapter is organized as follows. In section 2, we introduce our notion of an ad hoc Grid. In section 3, we present the requirements that must be met by a service-oriented ad hoc Grid environment. Related work is discussed in section 4. Our prototypical implementation is described in section 5. Section 6 concludes the chapter and outlines areas for future research.

## 8.2

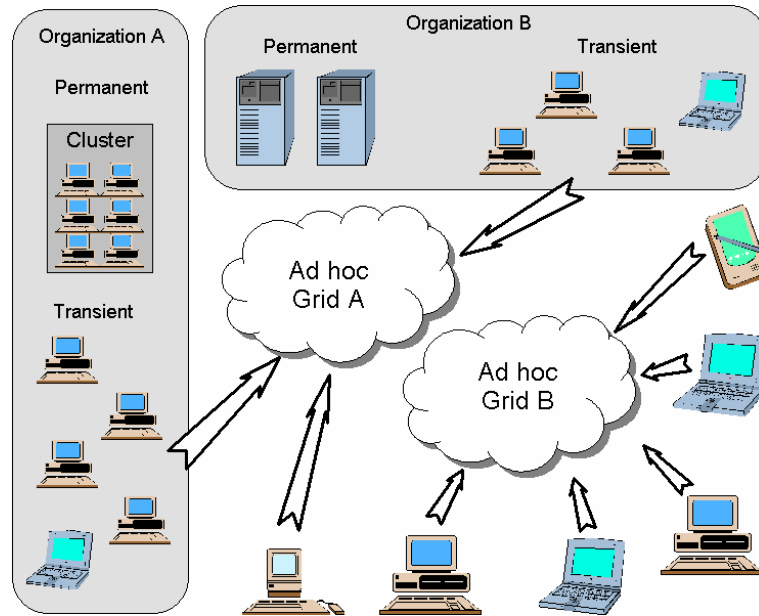
### The Ad Hoc Grid

An ad hoc Grid is a spontaneous formation of cooperating heterogeneous computing nodes into a logical community without a preconfigured fixed infrastructure and with only minimal administrative requirements. The main goal of an ad hoc Grid is to provide computing resources on demand to every participant. The number of non-dedicated Grid nodes is much higher than in traditional Grid systems, demanding non-intrusive operation of the ad hoc Grid middleware.

Thus, our view of an ad hoc Grid environment goes beyond the preconfigured, dedicated Grid infrastructures existing today to encompass frequent dynamic additions of computational resources to the Grid. This includes workstations within organizations as well as scattered personal computers, similar to the basic idea of many distributed computing projects like SETI@Home [30].

While ad hoc Grid A encompasses transient nodes (e.g. non-dedicated workstations), it also includes dedicated high-performance computers. In contrast, ad hoc Grid B is made up solely of transient individual nodes. While ad hoc Grid A bears a greater resemblance to traditional Grid systems, ad hoc Grid B illustrates the shift to a personal Grid system, built without the resources of a large organization.

In the next section, we discuss the general challenges of building a service-oriented ad hoc Grid environment.



**Fig. 1:** Ad hoc Grid architecture overview

Fig. 1 shows how two separate ad hoc Grids are composed. The first ad hoc Grid (A) spans two organizations; the second (B) is created from scattered nodes on the Internet. Both Grid communities form a virtual organization using the existing Internet infrastructure.

### 8.3 Challenges

The main steps which need to be taken to allow ad hoc Grid computing in a heterogeneous environment are as follows.

#### 8.3.1 Node Communication

Even though the web service protocols have been designed to take advantage of well known and established internet standards, some communication barriers exist on the internet that pose a problem for an ad hoc Grid environment. Private networks are hidden behind firewalls and routers performing network address translation. Nodes behind these barriers can work perfectly well as clients that consume Grid service functionality, providing services from within those confined network realms requires man-