

# **e-Science in Deutschland:**

## **F&E-Rahmenprogramm 2005 bis 2009**

**Vorgelegt von der D-Grid-Initiative  
6. Juli 2004**

## Inhalt

<b>MANAGEMENT SUMMARY .....</b>	<b>3</b>
<b>1. ZIELE DES PROGRAMMS .....</b>	<b>4</b>
<b>2. GRUNDLAGEN DES PROGRAMMS.....</b>	<b>9</b>
<b>3. DAS DEUTSCHE E-SCIENCE-PROGRAMM .....</b>	<b>10</b>
3.1. E-SCIENCE ALS VERBUNDPROJEKT .....	11
3.2. VORGEHEN .....	11
3.3. FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSAUFGABEN.....	12
3.3.1. <i>Communities</i> .....	12
3.3.2. <i>Middleware / Services</i> .....	14
3.3.3. <i>Ressourcen</i> .....	15
3.3.4. <i>Netze und netzbasierte Dienste</i> .....	16
3.3.5. <i>Querschnitts- und Integrationsaufgaben</i> .....	17
3.4. RECHTLICH / WIRTSCHAFTLICHER RAHMEN .....	19
<b>4. ORGANISATION .....</b>	<b>20</b>
<b>5. ZEIT- UND BUDGETPLANUNG .....</b>	<b>22</b>
<b>6. LITERATUR .....</b>	<b>24</b>
<b>ANHANG 1: MITARBEIT E-SCIENCE RAHMENPROGRAMM.....</b>	<b>25</b>

Das vorliegende Programm basiert auf den Arbeiten der D-Grid Arbeitskreise. Die inhaltliche Verantwortung für das Programm trägt der Lenkungsausschuss der D-Grid Initiative. Der Lenkungsausschuss dankt allen Beteiligten, insbesondere Herrn Jessen für den Entwurf und den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der DFN-Geschäftsstelle für die aktive Mitarbeit an der Ausarbeitung des Textes.

## **Management Summary**

Die D-Grid-Initiative legt das Rahmenprogramm „e-Science in Deutschland“ vor, das die im Zeitraum 2005 bis 2009 erforderlichen Arbeiten beschreibt. Sie stützt sich dabei auf die breite Vorarbeit ihrer Arbeitskreise und Communities. Ziel des Programms ist eine tiefgreifende Verbesserung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit und Qualität durch gemeinschaftliche Entwicklung und gegenseitige Öffnung von Arbeitsverfahren, Software, Datenbeständen, Rechnern und Großgeräten auf der Grundlage eines schnellen Kommunikationsnetzwerks.

In manchen Wissenschaftsdisziplinen ist diese Methodik bereits heute notwendig, um an internationalen Projekten beteiligt zu sein. Unter Nutzung des bisher prototypischen Standes der Grid-Technologie wird in einem großen technisch-wissenschaftlichen Programm ein konsistentes System von wissenschaftsgemäßen Dienstleistungen aufgebaut und betrieben, ausgerichtet an den Anforderungen derjenigen Communities, die durch methodisch / instrumentelle Anforderungen, fortgeschrittene Kollaborationstechniken und internationale Verflechtung die Pioniere dieser Entwicklung darstellen. Weitere wichtige Aktivitäten haben das Ziel, die notwendigen Grid-Techniken zur Entwicklung international konkurrenzfähiger Grid-Systeme samt der dazugehörigen nachhaltigen Infrastruktur voranzutreiben.

Das e-Science-Programm soll primär die Wissenschaft fördern. Es bietet aber auch vielfältige Ansätze für eine Zusammenarbeit mit Wirtschaft, Bildung und Verwaltung. Es ist offen für weitere Communities und ruft die Wissenschaftler an den Hochschulen und Forschungsinstituten in Deutschland zur Mitwirkung auf.

## **1. Ziele des Programms**

e-Science (digitally enhanced science) ist die Bezeichnung für eine Arbeitsweise in der Wissenschaft, die durch gemeinsame, kooperative Entwicklung, Öffnung und Nutzung ihrer Ressourcen und Projekte eine wesentliche Steigerung der Qualität und Leistungsfähigkeit erreicht. Ressourcen sind wissenschaftliche Verfahren einschließlich Expertise, Software, Datenbestände, Rechner, Kommunikationsnetze und andere wissenschaftliche Geräte. In zahlreichen Disziplinen ermöglicht e-Science erst bestimmte Formen der wissenschaftlichen Arbeit, die die Bearbeitung neuer Zielstellungen ermöglichen und so zu völlig neuen Erkenntnissen führen können.

Mit dem Übergang in die e-Science vollzieht die Wissenschaft bezüglich ihrer Werkzeuge den gleichen Schritt, den sie durch die Entwicklung des World Wide Web vor knapp 15 Jahren bezüglich der Informationen getan hat, als sie die im Internet notwendigerweise räumlich verteilten und heterogenen Informationen für Benutzer erschloss, die sich dann mit dieser Verteilung und Heterogenität nicht mehr auseinandersetzen mussten: Virtualisierung heißt die Technik, die das ermöglicht.

Der Schritt zur e-Science ist wegen der Vielfältigkeit, des Wertes und der Verletzlichkeit der Ressourcen deutlich schwieriger als der zum World Wide Web. Dieser neue Schritt fußt auf neuen Softwaremechanismen zur Verteilung von Ressourcen und einer erheblichen Leistungssteigerung der Kommunikationsnetze. Er wird nicht nur der Wissenschaft einen starken Impuls geben, sondern die gemeinsame Nutzung von Ressourcen in Wirtschaft und Verwaltung, und schließlich auch im privaten Bereich, vorantreiben.

Mit der möglichen gegenseitigen Öffnung ihrer Ressourcen folgt die Wissenschaft in Deutschland logisch dem Schritt, den sie bezüglich ihrer Publikationen im Jahr 2003 mit der Berliner Erklärung zum Open Access getan hat.

Mit dem Übergang zur gemeinsamen Entwicklung und Bereitstellung von Ressourcen, insbesondere Verfahren und Daten, verschiebt sich zugleich die Wertschöpfung in der Wissenschaft. Es kann erreicht werden, dass ein abnehmender Teil der wissenschaftlichen Arbeit der Erzeugung von Verfahren und Daten gewidmet wird, die bereits an anderem Ort vorhanden sind; damit werden Kräfte für die Gewinnung neuer Erkenntnisse frei. Die zu Grunde liegende Technik ist allerdings noch weitgehend prototypisch, das Be-

wusstsein der Notwendigkeit der Wendung zur e-Science ist in den Fächern verschieden weit entwickelt.

In Deutschland besteht dringender Handlungsbedarf. Wettbewerbsländer haben etwa zwei Jahre Vorsprung und setzen erhebliche Mittel ein. In Deutschland bestehen durch das föderale System zusätzliche Probleme.

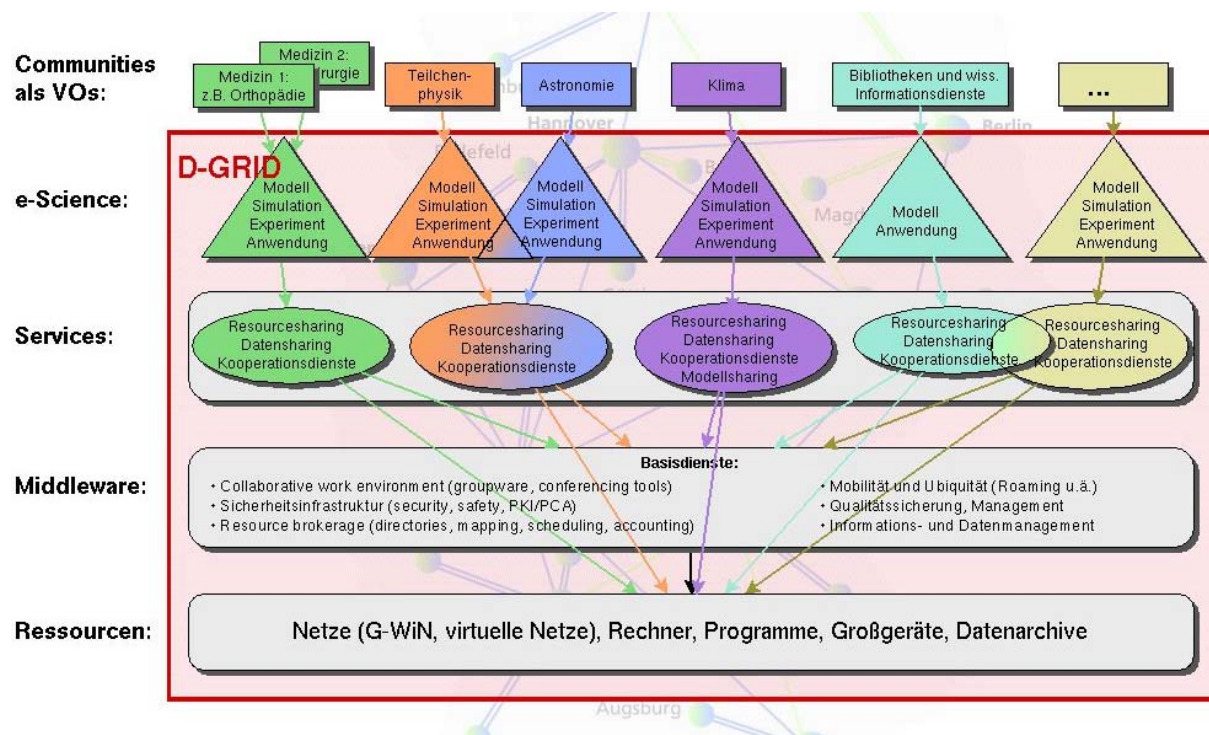
Das vorliegende Programm soll die erforderlichen Voraussetzungen für e-Science schaffen und sie in Pilot-Communities unter Einbeziehung der zuständigen Fachreferate des BMBF realisieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit dem beispielhaften Vorgehen dieser Communities zahlreiche weitere für ein ähnliches Vorgehen gewonnen werden; die erforderlichen Voraussetzungen stehen ihnen in gleicher Weise zur Verfügung. Wie vom BMBF anlässlich des Global Grid Forums im März 2004 in Berlin angekündigt, wird das BMBF das e-Science-Programm für fünf Jahre fördern. Es wird davon ausgegangen, dass die Nachhaltigkeit des Programms im Wesentlichen durch die Wissenschaft sichergestellt wird.

Die Pilot-Communities sind dadurch ausgezeichnet, dass sie erfolgreiche Gemeinschaften darstellen, in denen eine spezifische Form der Zusammenarbeit seit langem zur Kultur des Faches gehört und für den wissenschaftlichen Erfolg eine Voraussetzung darstellt. Es sind Fächer mit einem hohen Stand von Formalisierung und Nutzung wissenschaftlicher Infrastruktur. Im e-Science-Programm wirken diese Communities leitend an der technisch-wissenschaftlichen Umsetzung mit. Aus den Communities heraus werden so genannte Virtuelle Organisationen gebildet. Diese sind dynamisch entstehende Einheiten, die gewisse äußere Schnittstellen einhalten und ihre Anforderungen gegenüber dem Programm in verbindlicher Form definieren. Sie sind Partner beim Aushandeln des Ressourcenzugangs und bringen in der Regel auch eigene Ressourcen in das Programm ein.

Die Communities sollen die eigentlichen Impulsgeber der e-Science-Entwicklung sein; der Erfolg des Programms ist daran messbar, ob

- in den Communities die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit steigt,
- die Bildung und Integration weiterer Communities stattfindet,
- die technische Infrastruktur des e-Science-Programms sich als robust und flexibel erweist.

Diese technische Infrastruktur und ihr Zusammenspiel mit den Communities wird in Abb. 1 veranschaulicht, die die Abstützung der Funktionen des Gesamtsystems aufeinander beschreibt. Diese gliedert sich in vier Schichten und wird D-Grid genannt und basiert auf einer Vielzahl von miteinander zusammenhängenden und/oder aufeinander aufbauenden Grid-Komponenten. D-Grid wird von den Communities für ihre Problemlösungen in Anspruch genommen. In der untersten Schicht befinden sich Rechner, Programme, Großgeräte, aber auch Datenarchive und ein die Ressourcen verbindendes Netz. Im Grundsatz sind die notwendigen Hardwarekomponenten vorhanden, bedürfen aber des Ausbaus für die neuartige Belastung durch e-Science.



**Abb. 1: D-Grid: Framework für e-Science** (VO: Virtuelle Organisation)

Die erforderliche Virtualisierung, also die Abstraktion von Heterogenität und räumlicher Verteilung der Komponenten, ist eine der wesentlichen Aufgaben der zweiten Schicht, der Middleware. Sie hat auch die aktuelle Verfügbarkeit der jeweils angeforderten Ressourcen nachzuweisen, diese nach Prüfung der Identität des Anfordernden (Authentifizierung) und der Berechtigung (Autorisierung) zuzuteilen und über den Umfang der Inanspruchnahme Buch zu führen (Accounting); in geeigneten Fällen kann letzteres Grundlage einer Abrechnung sein. Aus Effizienz- und Sicherheitsgründen ist es wünschenswert, dass ein Nutzer sich nur einmal auszuweisen hat. Dabei muss die Virtuelle Organisation, der er

angehört, das Recht des Zugriffs (und evtl. die Vergütung) ausgehandelt haben und für seine Zugriffsrechte bürgen.

Die Middleware unterstützt die Nutzer mit Kollaborationshilfsmitteln (Groupware, Conferencing-Tools) und ermöglicht mobilen ubiquitären Zugang. Für die e-Science Anwendungen erscheint die Middleware als ein Satz virtualisierter Dienste, den Services (Schicht 3), mit denen die gemeinschaftliche Nutzung von Daten, Modellen, anderen Ressourcen und Kooperationsdiensten ermöglicht wird. Damit können die Communities, die oberhalb des Blocks D-Grid erscheinen, ihre wissenschaftliche Arbeit leisten, so z.B. Modelle entwickeln, Simulationen und Experimente durchführen und weitere Rechneranwendungen betreiben, z.B. unter Nutzung von Spezial- oder Hochleistungsrechnern.

Das D-Grid muss verschiedenartige Rechner- und Systemarchitekturen, Programmsysteme und Datenbestände integrieren. Bei richtiger Planung, die sehr viel System- und Anwendungskenntnis verlangt, lassen sich mit diesem Schema erhebliche Synergiepotenziale nutzen: jede Community kann auf vorgefertigte Dienste zurückgreifen, was Entwicklungskosten spart und vor Fehlern schützt (vertikale Synergie); durch die Zusammenfassung der Anforderungen vieler Communities in jeder Schicht ergeben sich Verbesserungen in der Gesamtfunktionalität (horizontale Synergie). Es gilt mithin der Grundsatz: Community-spezifische Dienste reichen so weit hinunter wie notwendig, allgemeine (generische) Dienste so weit hinauf wie möglich.

Vorüberlegungen zur Realisierung des D-Grid nach den Anforderungen der Communities führen zu folgenden grundlegenden Einsichten:

- Planung und Entwicklung des D-Grid müssen in der Hand von IT-erfahrenen Spezialisten und Systemwissenschaftlern liegen, die eng mit den Communities zusammenarbeiten.
- Wo immer möglich, müssen die Funktionen unter Rückgriff, ggf. Weiterentwicklung von bestehender Infrastruktur realisiert werden, schon um die Folgekosten (Betrieb, Wartung, Nachentwicklung) niedrig zu halten.
- Auch wenn schnell prototypische Lösungen benötigt werden, muss von Anfang an auf Nachhaltigkeit geachtet werden, etwa durch Einpassen in die Generationenfolge der generischen Middleware.

Das gesamte e-Science-Programm muss auf allen Ebenen unter Berücksichtigung des internationalen Kontexts durchgeführt werden. Das gilt insbesondere für die Communities, die Arbeitsverfahren entwickeln werden, die auch der internationalen Kooperation dienen und auf Services aufsetzen, die international verfügbar sind. Ebenso kommt es auch bei der Middleware darauf an, aus den vielen prototypischen Ansätzen, die im Bereich der Vor-Standardisierung sind, die richtigen, auch international durchsetzbaren bzw. interoperablen, auszuwählen, einzusetzen und zu fördern.

Schließlich sind rechtliche und administrative Probleme des D-Grid zu lösen. Die einrichtungsübergreifende Nutzung, z.B. von Rechnern, ist vielfach eingeschränkt. Hier müssen praktikable Verfahren gefunden werden, die – u. U. unter vorübergehender Nutzung von Experimentalklauseln – bei Gegenseitigkeit und beschränkter Nutzung erlauben, solche Schranken zum Vorteil des D-Grid zu öffnen.

Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Verbreitung der Erfahrungen aus dem e-Science-Programm, einschließlich der Schulung neuer Nutzer und der Etablierung von Kompetenz- und User-Support Zentren.

Auch wenn das e-Science-Programm der Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Arbeitsweise dient, und kein Programm zur Wirtschaftsförderung ist, eröffnet es doch zahlreiche Wechselwirkungen mit der Wirtschaft, und zwar als Nutzer der e-Science Infrastruktur, in der Umsetzung der Ergebnisse für z. B. e-Business und als Zulieferer für das Programm.

## 2. Grundlagen des Programms

Die D-Grid-Initiative griff im Frühjahr 2003 das Thema „e-Science“ auf und entwickelt seitdem die Strategie eines Vorgehens in Deutschland. Der Lenkungsausschuss der Initiative vertritt die im Anhang 1 aufgeführten wissenschaftlichen Einrichtungen und Wirtschaftsunternehmen. Durch Umfragen und Diskussionsveranstaltungen wurde eine breite Basis von Anforderungen und Angeboten aufgebaut.

Zur Ermittlung von Fragestellungen und Lösungen bei der Umsetzung des e-Science-Programms wurden fünf Arbeitskreise (AK) eingerichtet, die im März und April 2004 unter Beteiligung von ca. 150 Wissenschaftlern (s. Anhang 1) Arbeitspapiere zu folgenden Themen vorgelegt haben:

- AK1: Kooperationsmodelle für den Betrieb
- AK2: Middleware und Services
- AK3: Management-Methoden und Autonomic Computing
- AK4: Netze
- AK5: Daten- und Informationsmanagement

Bei der Formulierung der Anforderungen haben folgende Nutzer- und Anwendergruppen (Communities) mitgewirkt:

- C1: Astro- und Teilchenphysik
- C2: Computational Science, Ingenieurwesen
- C3: Medizin und Bioinformatik
- C4: Klima und Earth Science
- C5: Hoch- und Höchstleistungsrechenzentren
- C6: Bibliotheken und wissenschaftliche Informationsdienste

In das vorliegende Programm sind nicht nur die Anforderungen fortgeschrittener Communities, sondern auch der faktische und konzeptionelle Stand der Grid-Technologie eingeflossen, insbesondere auch die Kenntnis der internationalen Szene, der Grid-Pilotprojekte der wichtigen Wissenschaftsländer und der anlaufenden Standardisierung. Die Berichte aller Arbeitskreise und vieler Communities liegen vor, vgl. Abschnitt 6.

### **3. Das deutsche e-Science-Programm**

Wie im Strategiepapier schon ausgeführt, sind zur Umsetzung der Visionen und zur Realisierung der Ziele vier Maßnahmenbündel notwendig. Die wichtigste Maßnahme ist die unter (1) genannte Schaffung eines nationalen e-Science-Verbundes, der dann begleitend die Folgemaßnahmen (2) – (4) ausgestaltet.

#### **(1) Etablierung eines e-Science-Kompetenznetzwerks**

Die zentrale Aufgabe ist der Aufbau eines koordinierten Kompetenznetzwerks von wissenschaftlichen Zentren als tragende Struktur eines nationalen e-Science-Programms. Diese Zentren sind Kristallisationspunkte der Kompetenz auf dem Gebiet des Grid-Computing. Koordiniert von einer Geschäftsstelle sind die Aufgaben des Kompetenznetzwerks:

- Bereitstellen von Ressourcen und einschlägigem Know-how,
- Entwicklung von Anwendungsszenarien: Wissenschaft und Industrie,
- Forschung- und Entwicklung von Grid-Systemen,
- Aufnahme der Anforderungen wissenschaftlicher Communities.

Unter diesem Dach sind auch die Folgemaßnahmen (2) bis (4) zu begleiten und zu koordinieren:

#### **(2) Entwicklung von Grid-Software**

Generische, standardisierte Software bildet die Basis für e-Science in Wissenschaft und Industrie. Diese Software-Entwicklung erfolgt in enger Kooperation mit internationalen Forschungs- und Industrieprojekten.

#### **(3) Schaffung einer nachhaltigen Basisinfrastruktur**

Grundlage eines deutschen Grids ist eine Infrastruktur bestehend aus Netzen, Rechnern und Daten. Diese technische Infrastruktur muss ergänzt werden durch eine Reihe von Diensten der Services- und Middleware-Ebenen. Dabei ist so weit wie möglich auf national existierende Strukturen zurückzugreifen, die für das Grid zu erweitern sind. Diese Infrastruktur muss sich in die europäische und internationale Grid-Infrastruktur einfügen.

#### **(4) Etablierung von e-Science-Pilotprojekten**

In einer Reihe von Pilotprojekten aus verschiedenen Forschungszweigen von Wissenschaft und Industrie muss die Leistungsfähigkeit des deutschen Grids demonstriert werden. Damit sollen verschiedene Communities an das Grid herangeführt und die Grid-Nutzung etablierter Communities weiter entwickelt werden. Prototypisch wird so ein neues Paradigma des wissenschaftlichen Arbeitens etabliert.

### **3.1. e-Science als Verbundprojekt**

Wie im Abschnitt 1 ausgeführt, bedarf die Durchführung des e-Science-Programms der sorgfältigen und flexiblen Planung und Steuerung unter gründlicher Vertrautheit mit den Fachproblemen der Communities. Dabei sollen Möglichkeiten der zeitlichen und funktionalen Abstimmung zwischen den Communities verwendet werden, um, unter gründlicher Kenntnis der Grid-Technik und der Technik kommender Kommunikationsnetze alle Synergien auszunutzen. Es ist sonst nicht möglich, ein leistungsfähiges und nachhaltig robustes System zu entwickeln, das den hohen Ansprüchen an die Produktivitätssteigerung in der Wissenschaft gerecht wird. Planung und Steuerung des Programms soll daher insgesamt der Wissenschaft übertragen werden, die das Programm als Verbundprojekt auf der Grundlage eines Konsortialvertragsmodells der ausführenden Wissenschaftseinrichtungen durchführt.

### **3.2. Vorgehen**

Das e-Science-Programm soll in einem „Pipelining“ Verfahren umgesetzt werden, wobei folgende Arbeiten an fortschreitenden Versionen des D-Grid Gesamtsystems wiederkehrend sind:

1. Sichtung der Anforderungen
2. Entscheidung über Funktionalität
3. Forschung und Entwicklung / Beschaffungen zum Aufbau
4. Qualitätskontrolle, Betrieb und Support

Jede D-Grid Version muss zunächst vollständig beschrieben werden, bevor Implementierungsarbeiten beginnen. Dies geschieht in einer Definitionsphase, in der alle Einzelheiten der Version festgelegt werden. Diese Methode gilt besonders für die Startversion des D-Grid.

Um die Versionen des Gesamtsystems zu erzeugen, ist eine Reihe von Aufgaben durchzuführen. Diese werden in die Bereiche „Middleware/Services“, „Ressourcen“, „Netz und netzbasierte Dienste“ und „Querschnitts- und Integrationsaufgaben“ gegliedert. Insbesondere für die Middleware und Ressourcen wird das oben dargestellte „Pipelining-Konzept“ herangezogen, um die Aufgabenstellungen zu bearbeiten.

Die Informationen sind den AK Berichten entnommen und geben (Einzel-) Aufgaben wieder. Die Aufgabenbeschreibungen sind nicht abschließend.

### **3.3. Forschungs- und Entwicklungsaufgaben**

Die Gliederung in den folgenden Unterabschnitten orientiert sich an der Struktur des „D-Grid: Framework für e-Science“ aus Abbildung 1.

#### **3.3.1. Communities**

Die am Projektvorschlag beteiligten Communities vertreten Fachwissenschaften, die auf hohem formalen Niveau, unter Nutzung fortgeschrittener wissenschaftlicher Methoden und unter enger interner und internationaler Bindung arbeiten. Zugleich verfügen sie selbst über beträchtliche Ressourcen und über einen guten internen Organisationsgrad.

Entsprechend der Anforderungen der Communities lassen sich grob die folgenden Formen des Grid-Computing unterscheiden:

- Grids für hohen Job-Durchsatz
- Grids für das Management sehr großer Datenmengen
- Grids für kollaboratives Arbeiten
- Grids für interaktives Arbeiten mit lokal nicht verfügbaren Spezialsystemen

In der Praxis treten hauptsächlich Mischformen auf, wie z.B. hoher Job-Durchsatz mit sehr großen Datenmengen der Teilchenphysik, die in der Nutzung des Grid-Computing wohl derzeit am weitesten fortgeschritten ist. Die Situation in der Teilchenphysik ist ein schlagendes Beispiel dafür, dass ohne Grid-Techniken datenintensive Forschungen nicht mehr durchführbar sind und dass ohne deren Beherrschung deutsche Forschungsgruppen gegebenenfalls aus internationalen Kooperationen ausscheiden müssen. Projekte der Lebenswissenschaften und der Erdsystemforschung sind von ähnlicher Art.

**Aufgaben der Communities:** Die bereits genannten Communities des e-Science-Programms müssen

- definieren, welche wissenschaftlichen Vorhaben sie auf die Grid-Technik umstellen,
- ihre Anforderungen an Services, Middleware und Ressourcen bestimmen,
- die wissenschaftlichen Vorhaben an die Arbeitsweise auf dem D-Grid durch Entwicklung neuer Verfahren und Software bzw. durch Rückgriff auf an anderer Stelle entwickelte Verfahren und Software anpassen,
- Community-spezifische Dienste für Qualitätskontrolle, Support und Schulung aufbauen und unterhalten („e-Science-Labor“),
- Durchführung und Erfolg der Arbeiten steuern und überwachen.

Insbesondere die Anforderungen der Communities gehen in den Prozess der Versionsentwicklung des Gesamtsystems ein, wobei davon auszugehen ist, dass die Arbeitstechnik der Communities unterschiedlich weit entwickelt ist.

#### **F&E-relevante Fragestellungen:**

- **Mechanismen zur Bildung Virtueller Organisationen:** Es muss der organisatorische Rahmen für die Bildung ggf. zeitlich begrenzter Virtueller Organisationen (im Sinne von Projektkollaborationen) beschrieben werden. Ferner müssen Hilfsmittel zur Administration von Virtuellen Organisationen bereitgestellt werden.
- **Beschreibung von VO-Policies und SLAs:** Es müssen Policies entwickelt werden, die von allen Virtuellen Organisationen im D-Grid verwendet werden und es müssen Verfahren für die Definition von SLAs entwickelt werden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass für D-Grid ein gemeinsames Policy- und Qualitätsniveau erreicht wird.
- **Simulation des Verhaltens von Community Grids:** Community Grids, also die Menge der Ressourcen einer oder mehrerer Virtueller Organisationen sind komplexe Gebilde und es ist nötig, eine Grundlage für die Planung solcher Ressourcen und deren Nutzung zu schaffen. Zweckmäßig sind dafür Simulationen der technischen Abläufe, die dann als Ergebnis Planungskorridore für die Verantwortlichen erschließen.

### 3.3.2. Middleware / Services

Die Grid-Middleware dient dazu, zwischen den Ressourcen und den für die Anwendung zu erbringenden Diensten zu vermitteln. Ressourcen sind im Grid über mehrere Verwaltungseinheiten verteilt und werden von den jeweiligen Eigentümern nach deren Verfahrensregeln in den Betrieb eingestellt. Die Grid-Middleware hat keinen Einfluss auf lokale Entscheidungen, sie muss sich vielmehr daran anpassen. Sie soll die Heterogenität der Ressourcen, soweit es möglich und sinnvoll ist, verdecken und flexibel auf dynamische Nutzer-Anforderungen und Ressourcen-Ausfälle reagieren. Die Middleware muss selbst so konzipiert sein, dass bei steigenden Anforderungen keine Leistungsengpässe auftreten: Sie muss sowohl auf sehr kleinen, als auch auf weltumspannenden Grids mit hohen Anfrageraten effizient und zuverlässig arbeiten.

Weltweit sind mehrere Middleware-Systeme (Globus, UNICORE, ...) und zugehörige Standards (OGSA, WSRF, Web Services, ...) entwickelt worden. Der D-Grid-Arbeitskreis „Middleware und Services“ hat über zwanzig Ansätze und Projekte identifiziert, die größtenteils auf gemeinsamen Komponenten aufbauen. Die vorhandenen Ansätze und Systeme sind jedoch noch nicht ausreichend integriert bzw. nur auf einzelne Wissenschaftsdisziplinen zugeschnitten.

#### **F&E-relevante Fragestellungen:**

- **Verbesserung der Gridfähigkeit:** Hierzu gehört insbesondere das Job- und Ressourcen-Monitoring und die Leistungsanalyse. Die Überwachung und Kontrolle sowohl der Jobs als auch der Ressourcen ist aufgrund der Dezentralität, der Heterogenität und der Dynamik im Grid besonders schwierig. Für das Job-Accounting und Billing müssen zuverlässige Methoden zur Aufzeichnung und Überprüfung der Job-Ausführung entwickelt werden. Bei der Entwicklung neuer Grid-Architekturen sollten Modellierungsmethoden eingesetzt werden, um vorab eventuelle Schwachstellen und Engpässe aufdecken zu können
- **Verbesserung der Ausführungseffizienz durch die Middleware:** Aufgrund der Dynamik und Heterogenität der Ressourcen nimmt das Ressourcen-Scheduling und Brokering im Grid eine besondere Stellung ein. Die nebenläufige Ausführung paralleler Teil-Jobs an verschiedenen Standorten (Co-Scheduling) und die verteilte Verarbeitung von Job-Flows, die in vielen Anwendungsbereichen durch komplexe, ortsübergreifende Arbeitsabläufe notwendig sind, erfordern neue Management-

Verfahren mit entsprechenden Zugriffsstrukturen zur Beeinflussung des lokalen Managements.

- **Verbesserung des Zuverlässigkeits- und Automatisierungsgrades:** Große Grids mit vielen Einzelkomponenten haben einen hohen dezentralen und oftmals schlecht koordinierbaren Verwaltungsaufwand. Daher sind Methoden zu entwickeln, die Software selbständig einspielen, Systemparameter optimieren, Ausfälle beheben, Benachrichtigungen verschicken und Jobs automatisch auf andere Ressourcen umplanen oder migrieren. Auch das dynamische Hoch-/Herunterfahren von Ressourcen bei Laständerungen ist eine wichtige Aufgabe des „Autonomic Computing“.
- **Verbesserung der Akzeptanz, Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit für Nutzer und Ressourcenbesitzer:** Um die Benutzerfreundlichkeit heterogener Systeme zu erhöhen sind einheitliche Beschreibungen von Diensten inklusive der Spezifikationen der Aufrufsyntax und Semantik sowie Dienstgütegarantien (SLAs) erforderlich. Das Arbeiten im Grid erfordert abgestufte Sicherheitskonzepte (AAA, PKI, Trust-Modelle). Es sind einheitliche Grunddienste zu entwickeln, die auch die Sicherheit der Virtuellen Organisationen untereinander sowie zu den Nutzern berücksichtigen. Für die Unterstützung von Arbeiten mehrerer Gruppen, die sich auch dynamisch zusammenfinden können (e-Science), sind Telekonferenzdienste zu entwickeln.
- **Daten und Informationsmanagement:** Für die effiziente, koordinierte Nutzung des Grids werden von den verschiedenen Komponenten Daten benötigt und erzeugt, die über ein verteiltes, skalierbares Datenmanagementsystem bereitgestellt werden müssen. Dazu sind viele bislang unzureichend bearbeitete Probleme zu lösen: Datenreplikation und Synchronisation, Föderation von Metadaten, Handhabung sehr großer Datenbasen, dynamische Anpassung an Job-Anforderungen und Langzeitarchivierung. Mittels Information Mining, Semantik und Ontologien auf Metadaten wird das Auffinden und der Zugriff auf verteilte Daten vereinfacht.

### **3.3.3. Ressourcen**

Die Bestandsaufnahme geht davon aus, dass vorhandene Ressourcen wie Datenarchive, Cluster, Hochleistungsrechner, das Wissenschaftsnetz sowie höher organisierte Ressourcen und Dienste wie z.B. GridKa oder überregionale Bibliotheksverbände in das D-Grid eingebracht und im Allgemeinen nicht aus dem e-Science-Programm finanziert werden.

### **F&E-relevante Fragestellungen:**

Für alle D-Grid-Versionen gibt es Aufgaben für die Bereitstellung von Ressourcen im D-Grid-Kontext, die die Basis für die nutzende Middleware bilden. Hierzu gehören vor allem:

- **Standardisierung von Ressourcen-Beschreibung:** Es müssen einheitliche Formate entwickelt werden, in denen alle D-Grid Ressourcen beschrieben werden. Dies dient einer konsistenten Darstellung, z.B. zum Scheduling und Brokering von Ressourcen.
- **Ressourcen-Metrik:** Zur Bewertung der ausgetauschten Leistungen muss eine Metrik geschaffen werden. Das gilt insbesondere, wenn Zahlungen geleistet werden sollen. Angesichts des breiten Spektrums von Ressourcen und Betriebsbildern ist dieses eine sehr schwierige, bislang nicht in Allgemeinheit überzeugend gelöste Aufgabe.
- **Standards für Ressourcenqualität und Qualitätssicherung, Benchmarks:** Ein wichtiges technisches Mittel zur Qualitätskontrolle wie für die Ressourcen-Metrik sind Benchmarks für lokale und für übergreifende Dienste. Solche Benchmarks müssen entwickelt werden.
- **Sicherheit der Ressourcen:** Es müssen Konzepte entwickelt werden, wie Ressourcen im D-Grid vor unerlaubtem Zugriff oder Missbrauch geschützt werden können.

### **3.3.4. Netze und netzbasierte Dienste**

Alle Arbeiten dieses Programms gehen von der Voraussetzung aus, dass die Netzversorgung durch das Wissenschaftsnetz gesichert ist, das aber um D-Grid spezifische Elemente erweitert werden muss. Darüber hinaus sind wichtige Grid-spezifische netztechnische Fragestellungen zu bearbeiten, die häufig in engem Zusammenhang mit entsprechenden Aufgaben der Middleware stehen.

### **F&E-relevante Fragestellungen:**

- **Erweiterung der Netzplattform um D-Grid spezifische Elemente:** Für die D-Grid Communities müssen technische Netzplattformen geschaffen werden, die spezifische Bedarfe an die Netznutzung, etwa die Etablierung eines Virtual Private Networks (VPN), mit gesicherten Bandbreiten abdecken. Solche VPN-Techniken können die Abbildung Virtueller Organisationen direkt unterstützen und bieten so eine Perspektive zur effizienten Realisierung spezifischer D-Grid-Dienste in einer

umspannenden, von mehreren Virtuellen Organisationen geteilten Netzinfrastruktur.

- **Verbesserung der Mobilität im Grid:** Virtuelle Organisationen sollen sich dynamisch bis zu den mobilen Teilnehmern ausdehnen lassen, dies erfordert eine umfassende Unterstützung der Mobilität in der D-Grid-Netzinfrastruktur.
- **Unterstützung der Middleware:** Dies beinhaltet Werkzeuge zum Monitoring und zur Darstellung von Netzleistung ebenso wie eine Vorabreservierung von Bandbreiten, das heißt, die Fähigkeit ein bestimmtes Ressourcenverhalten zu einem vorgegebenen Zeitpunkt annehmen zu können.
- **Verbesserte Methoden zur Qualitätssicherung:** Die Bereitstellung von Dienstgüteunterstützung im Internet und insbesondere in Grid-Umgebungen wird von einer wachsenden Anzahl von Nutzern gewünscht, weil deren Anwendungen hohe Anforderungen an technische Größen wie Paketverlustrate, Verzögerung und Jitter stellen.
- **Alternative Transportprotokolle:** Die tatsächliche Ausschöpfung des Durchsatzpotentials einer zukünftigen D-Grid-Netzinfrastruktur erfordert eine adäquate Nutzung seitens der Endgeräte. Es sollen nicht nur die individuellen Fähigkeiten der in Frage kommenden Transportprotokolle konzeptionell untersucht werden, sondern auch die betrieblichen Aspekte einer breiten Nutzung dieser Verfahren analysiert und mit den Anforderungen der D-Grid-Community abgeglichen werden.
- **Grid-basierter Einsatz von optischen Schalttechnologien:** Grids liefern das derzeit komplizierteste Umfeld für optische Schalttechnologien. Diese Technologien lassen sich z.B. für nutzungsabhängige Verschaltung von Bandbreiten verwenden.

### 3.3.5. Querschnitts- und Integrationsaufgaben

Für das genannte e-Science-Programm, insbesondere für alle D-Grid-Versionen gibt es übergreifende Querschnitts- und Integrationsaufgaben. Diese sind teils technisch-betrieblicher, teils organisatorischer Art.

#### Technisch-betriebliche Aspekte

- **Betriebsmodelle für Ressourcen aller Art:** e-Science verlangt die abgestimmte Definition von betrieblich erbrachten Diensten in der gesamten Architektur, von Communities bis zu Basis-Ressourcen, verschiedenen Typs und verschiedener

technischer und wirtschaftlicher Charakteristik, sowie Mittel zur Dienstbeschreibung.

- **Integration und Kooperation von Middleware, Services und Netztechnologien:** Neu entwickelte Komponenten müssen in die Infrastruktur des D-Grids integriert werden um eine reibungslose Funktionalität zu garantieren. Dies gilt auch für den Ersatz von existierenden Komponenten.
- **Service Level Agreements und die Überwachung ihrer Einhaltung:** Zu allen Diensten der e-Science-Architektur werden quantitative Beschreibungen der Dienstqualität notwendig. Die spezifikationsgemäße Dienstleistung muss durch geeignete Monitoring-Verfahren überwacht werden.
- **Sicherheit:** Sicherheit ist ein wesentliches Problem aller Schichten der Architektur und kann größtenteils nicht zentral gewährleistet werden. Es bleiben aber trotzdem wesentliche zentrale Aufgaben, wie die Entwicklung einer Sicherheitspolitik für die gesamte e-Science-Architektur, die Bereithaltung einer PKI-Infrastruktur und von CERT-Diensten (Computer/Grid Emergency Response Team). Besondere Probleme in der Grid-Sicherheit treten durch die Rolle der Virtuellen Organisationen und durch das verbreitete Phänomen von nicht-permanenten oder transienten Objekten und Subjekten in Grids auf.
- **Virtuelle Zentren für Qualitätssicherung, Dokumentation, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Nutzersupport:** Es ist davon auszugehen, dass die für e-Science benötigte übergreifende Kompetenz nicht mehr zentral bereitgestellt werden kann. Es werden virtuelle Zentren geschaffen, die über ein Portal Zugang zu der speziellen Kompetenz und Dienstleistung eröffnen, unabhängig vom Ort der Implementierung.
- **Nutzerschnittstellen:** Durch Aufstellung und Weiterentwicklung geeigneter Spezifikationen muss erreicht werden, dass Nutzer in weiten Bereichen ähnlich strukturierte Schnittstellen bzw. Nutzungsunterstützung erhalten, trotz der immanenten Verschiedenartigkeit des Gesamtsystems.

### **Organisatorische Aufgaben**

- **Clearings:** Es ist zu untersuchen, ob für den Leistungsausgleich ein Clearing-Verfahren entwickelt und eingesetzt werden soll.
- **Rahmenvereinbarungen und Musterverträge:** In Grids entstehen rechtliche Beziehungen, etwa durch Mitwirkung in einer Community, im Anbieten und in der Nutzung von Ressourcen, für die rechtliche Regelungen erforderlich sein können.

- **Rechtsgutachten:** e-Science wirft besondere Fragen des Urheberrechts auf, des Datenschutzes usw., für die zentrale Klärungen gefunden werden müssen. Dieses stellt zugleich eine wichtige Voraussetzung für die wirtschaftliche Verwertung der Grid-Technologie dar.
- **Öffentlichkeitsarbeit und Know-how-Transfer:** Bedeutung und Aufwand der D-Grid-Initiative erfordern eine erfolgreiche Unterrichtung der Öffentlichkeit. Die Erfahrungen der Pilot-Communities müssen an weitere Communities und an Wirtschaft und staatlichen Bereich übergeben werden.
- **D-Grid-Labors:** Vor ihrem Einsatz im Produktivbetrieb sollte neu entwickelte Software auf Funktionalität, Kompatibilität und Zuverlässigkeit in einer verteilten Testumgebung erprobt werden. Eine weitere Funktion der D-Grid-Labors ist die sichere Archivierung lauffähiger Software-Versionen im Sinne des OMII (Open Middleware Infrastructure Institute).
- **Management D-Grid Operation Center:** Mittelfristig ist ein D-Grid Operation Center einzurichten, das generelle Problemlösungs- und Überwachungsaufgaben für die einzelnen Community-Grids übernimmt. In seiner Arbeit muss das Grid Operation Center die spezifischen Anforderungen und Verfahrensweisen der Communities berücksichtigen.

### 3.4. Rechtlich / wirtschaftlicher Rahmen

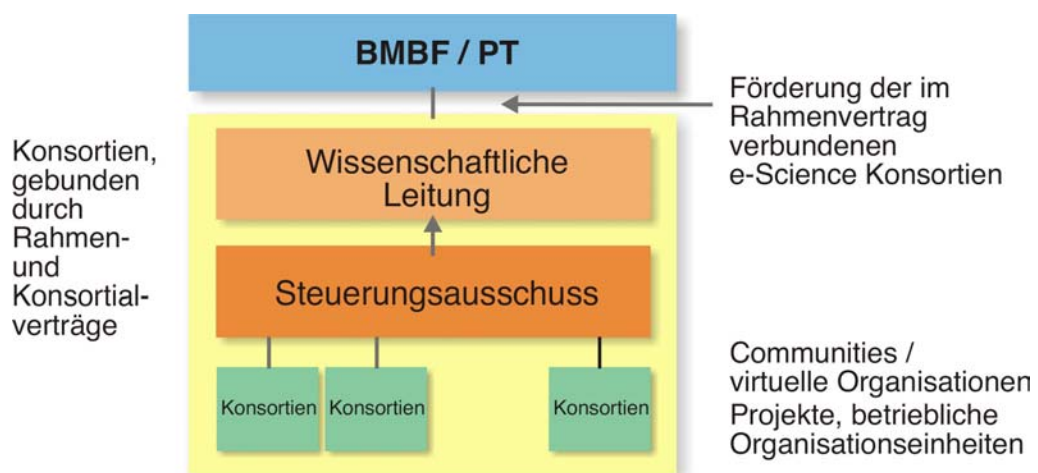
Die aktuellen rechtlichen Verhältnisse erlauben die breite Einführung gegenseitiger Nutzung von Ressourcen nicht. Die Nutzungsberechtigung ist an die Zugehörigkeit zu Wissenschaftseinrichtungen, Bundesländern, Projekten usw. gebunden. Für die Nutzer in den Hochschulen bestehen weniger Freiheiten als in übergreifenden Fachprojekten in den Forschungseinrichtungen. Für die Landeshoch- und Bundeshöchstleistungsrechner bestehen Begutachtungsverfahren, die die Nutzungskontingente zuteilen.

Die Einführung von Abrechnungsverfahren wird gegebenenfalls einen Anreiz darstellen, Dienste anzubieten. Geeignete Verfahren müssen entwickelt werden.

## 4. Organisation

Die Organisationsstruktur muss so angelegt sein, dass die skizzierten Aufgaben sachgemäß und wissenschaftlich fundiert gesteuert werden können. Notwendig erscheint insbesondere, dass das e-Science-Programm

- eine wissenschaftliche Leitung – gemeint ist: aus der Wissenschaft besetzt – erhält. Die wissenschaftliche Leitung legt Vorgehensstrategien und Evaluationsverfahren sowie Rahmenanforderungen an Communities fest. Sie verantwortet des Weiteren die Nachhaltigkeit der Umsetzung des Programms. Sie wird durch einen Beirat beraten, der u.a. mit Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft, Bildung und Verwaltung besetzt ist.
- durch einen technisch-wissenschaftlichen Steuerungsausschuss D-Grid, der an die wissenschaftliche Leitung berichtet und die Umsetzung des e-Science-Programms steuert, unterstützt wird. Der Steuerungsausschuss richtet Ausschüsse zu verschiedenen Unterthemen ein und definiert die Schnittstellen zu Dienst- und Resourceanbietern (z.B. über Policies, SLAs).
- auf Communities als Träger der virtuellen Organisationen, Projekten, betrieblichen Organisationseinheiten usw. basiert.



**Abb. 2: Organisationsstruktur zur Umsetzung des e-science Programms**

Die Umsetzung des e-Science-Programms soll über ein Konsortialmodell erfolgen. Demnach müssen dafür ein oder mehrere Konsortien aller interessierten Partner etabliert werden, die für alle notwendigen Arbeiten im jeweiligen Themenkomplex verantwortlich

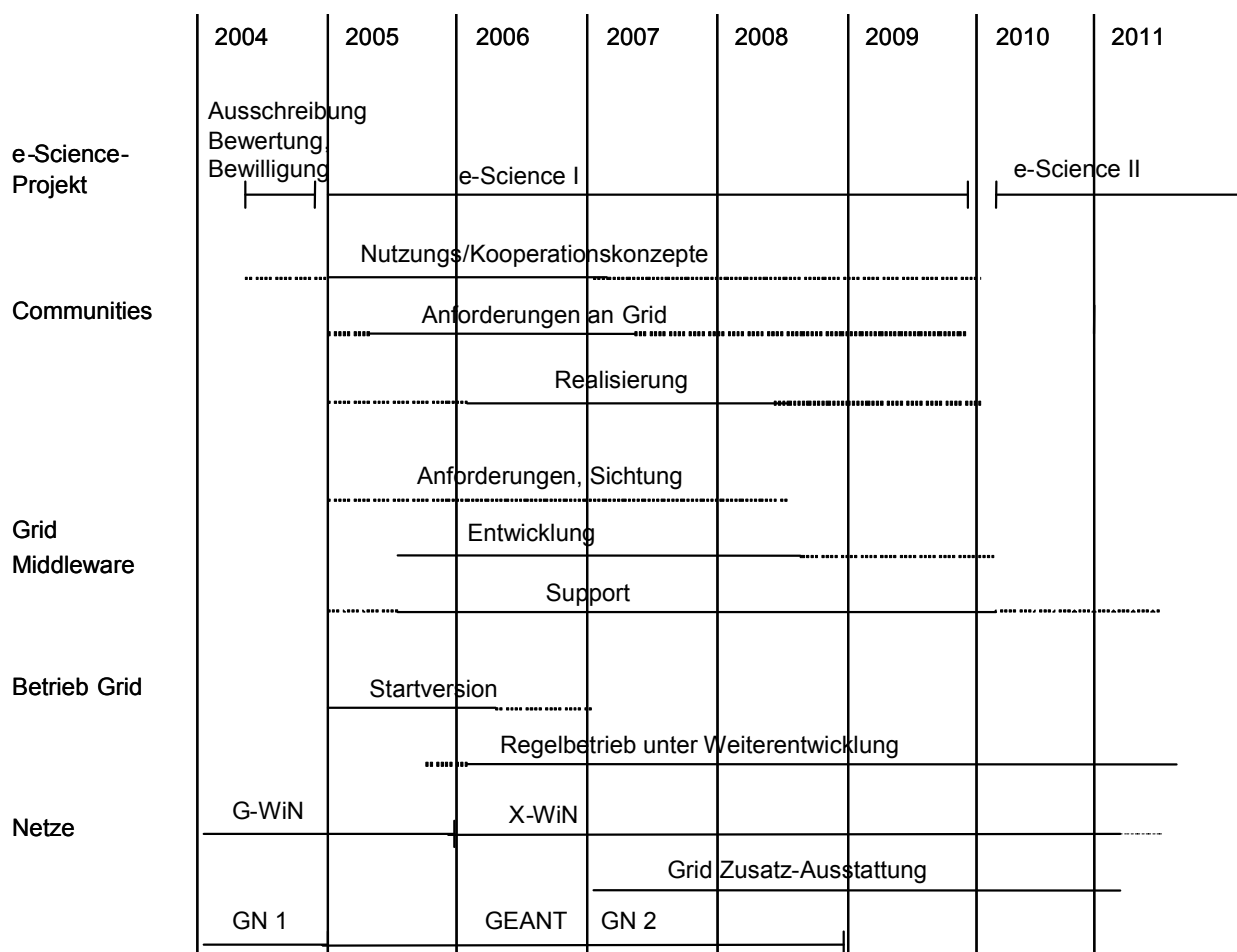
zeichnen. In einem grundlegenden Rahmenvertrag aller Konsortialpartner müssen die notwendigen organisatorischen Strukturen und Schnittstellen geregelt werden.

Eine Ausschreibung soll dadurch realisiert werden, dass das gesamte vorliegende e-Science-Programm ausgeschrieben wird, verbunden mit der expliziten Aufforderung zur Konsortialbildung. Durch diese Struktur wird der Gesamtzusammenhang auch organisatorisch abgebildet und es wird bereits im Ansatz vermieden, dass viele einzelne Komponentenentwicklungen erst später mit hohem Aufwand zusammengeführt werden müssen. Darüber hinaus wird sichergestellt, dass die Interessen der Wissenschaft angemessen berücksichtigt werden.

## 5. Zeit- und Budgetplanung

Die Zeitplanung geht in allen Komponenten von dem in Abschnitt 3.2 beschriebenen Pipelining-Schema - im Sinne von aufeinander aufbauenden Versionen der D-Grid Infrastruktur - aus.

Das e-Science-Programm beginnt mit der Definition der spezifischen Anforderungen an die zur Verfügung zu stellenden Dienste durch die Communities. Diese Anforderungen müssen in einer Startversion zur Konvergenz gebracht werden. Forschung bedeutet Konzeptionierung neuer Versionen, Entwicklung bedeutet zunächst Verbesserung der Startversion. Wenn die Anforderungen der Communities geklärt sind, beginnt die Service-Entwicklung mit der zugehörigen Anreicherung der Middleware-Funktionalität, evtl. nach Übergang auf eine andere Basis-Middleware.



**Abb. 3: Zeitplan**

Durch Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Ziele und Umsetzung der Erfahrungen in der Nutzung des D-Grid entstehen später neue Anforderungen der Communities, die wieder denselben Weg gehen.

Es ist wichtig, dass die Umsetzung des e-Science-Programms zügig erfolgt, damit sichergestellt wird, dass der Anschluss an ähnliche ausländische Programme erfolgen kann. Über das Ende des fünfjährigen e-Science-Programms hinaus können Folgemaßnahmen, z.B. für eine Dauer von zwei Jahren, erforderlich sein. Im Zeitplan (Abbildung 3) ist das angedeutet. Eine Konkretisierung ist erst in ca. drei Jahren möglich.

Für die dargestellten D-Grid Arbeiten ist für die ersten drei Jahre ein Fördervolumen von ca. 70 Mio. Euro abzuschätzen. Für das vierte und fünfte Jahr kann für die D-Grid Arbeiten ein zusätzliches Fördervolumen von ca. 30 Mio. Euro veranschlagt werden. Diese Ansätze enthalten nicht die Aufwendungen der Communities.

## 6. Literatur

- D-Grid-Initiative: Ergebnispapiere der Arbeitskreise und der Communities; Mai 2004;  
<http://www.d-grid.de>
- DOE: DOE Science Networking Challenge: Roadmap to 2008;  
[http://www.es.net/hypertext/welcome/pr/Roadmap/Roadmap\\_TOC-Sect%202.pdf](http://www.es.net/hypertext/welcome/pr/Roadmap/Roadmap_TOC-Sect%202.pdf)
- Grundsatz: D-Grid: Auf dem Weg zur e-Science in Deutschland, Grundsatzerklärung; D-Grid Lenkungsausschuß: Hegering, Hiller, Maschuw, Reinefeld, Resch, 20.10.2003
- NGG: Next Generation Grid(s); European Grid Research 2005 – 2010; Expert Group Report, Brüssel 16.6.2003;  
<http://www.cordis.lu/ist/grids/index.htm>
- Strategie: Strategiepapier – D-Grid: Auf dem Weg zur e-Science in Deutschland; D-Grid Lenkungsausschuß: Hegering, Hiller, Maschuw, Reinefeld, Resch; 17.12.2003

# Anhang 1: Mitarbeit e-Science Rahmenprogramm

## Unterzeichner der Grundsatzerklärung D-Grid

- 1 Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
- 2 Astrophysikalisches Institut Potsdam
- 3 C&C Research Laboratories; NEC Europe Ltd.
- 4 Deutscher Wetterdienst
- 5 Deutsches Elektronen Synchrotron DESY
- 6 Deutsches Klimarechenzentrum DKRZ
- 7 Deutsches Krebsforschungszentrum DKFZ
- 8 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft
- 9 DFN-Verein e.V.
- 10 Forschungszentrum Jülich; John von Neumann-Institut für Computing (NIC) / Zentralinstitut für Mathematik
- 11 Forschungszentrum Karlsruhe
- 12 Fraunhofer Grid Allianz
- 13 Fraunhofer-Institut Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen (SCAI)
- 14 Fraunhofer-Institut FOKUS
- 15 Fraunhofer-Institut Integrierte Informations- und Publikationssysteme (IPSI)
- 16 Fraunhofer Resource Grid
- 17 Friedrich-Schiller-Universität Jena; Fakultät für Mathematik und Informatik / Institut für Informatik
- 18 Gesellschaft für Schwerionen-Forschung mbH (GSI)
- 19 Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen
- 20 GKSS-Forschungszentrum
- 21 Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS)
- 22 Humboldt-Universität zu Berlin; Computer- und Medienservice
- 23 IBM Deutschland Entwicklung GmbH
- 24 Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik e.V. (ITWM)
- 25 Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin
- 26 L3S und Universität Hannover; Institut für Informationssysteme
- 27 Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
- 28 Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik; Albert-Einstein-Institut
- 29 Max-Planck-Institut für Meteorologie
- 30 Max-Planck-Institut für Meteorologie; Modelle und Daten
- 31 neofonie; Technologieentwicklung und Informationsmanagement
- 32 Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig / Technische Universität Braunschweig
- 33 Regionales Rechenzentrum Erlangen
- 34 Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg; Kirchhoff-Institut für Physik / Lehrstuhl für Technische Informatik
- 35 SUB Göttingen; Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek
- 36 Sun Microsystems GmbH
- 37 Technische Universität Dresden; Universitätsrechenzentrum
- 38 Technische Universität Dresden; Zentrum für Hochleistungsrechner
- 39 Technische Universität Kaiserslautern
- 40 T-Systems Solutions for Research GmbH; Customer Center DLR / Solution Center Simulation
- 41 Universität Bremen; Marum, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften
- 42 Universität Dortmund; Lehrstuhl für Datenverarbeitungssysteme
- 43 Universität Göttingen; Abt. Med. Informatik
- 44 Universität Hamburg, Regionales Rechenzentrum
- 45 Universität Hannover; Regionales Rechenzentrum f. Niedersachsen, RRZN
- 46 Universität Karlsruhe (TH); Rechenzentrum
- 47 Universität Karlsruhe; Institut für Angewandte Mathematik
- 48 Universität Mainz; Zentrum für Datenverarbeitung
- 49 Universität Münster
- 50 Universität Paderborn; PC2Paderborn Center for Parallel Computing
- 51 Universität Siegen; Fachbereich Wirtschaftswissenschaften / Wirtschaftsinformatik
- 52 Universität Stuttgart; Institut für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS)
- 53 Universität Tübingen; Zentrum für Datenverarbeitung
- 54 Universität Wuppertal
- 55 Universität zu Köln; Zentrum für Angewandte Information (ZAIK)

<b>Lenkungsausschuss</b>	
Prof. Dr. W. Hiller (Leitung)	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
Prof. Dr. A. Reinefeld	Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin
Prof. Dr. H.-G. Hegering	Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Prof. Dr. M. Resch	Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS)
Prof. Dr. R. Maschuw	Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtzgemeinschaft

<b>Arbeitskreise</b>	<b>Leitung</b>	<b>Stellvertreter</b>
AK 1: Kooperationsmodelle für den Betrieb	Prof. Hoffmann (DWD Offenbach)	Herr Mickel (FZK)
AK 2: Middleware und Services	Prof. Schwiegelshohn (Uni Dortmund)	Dr. Pattloch (DFN Berlin)
AK 3: Management Methoden und Autonomic Computing	Dr. Eickermann (FZ Jülich)	Dr. Schwichtenberg (FhG SCAI)
AK 4: Netz	Herr Ullmann (DFN Berlin)	Dr. Heinke (TU Dresden)
AK 5: Daten- und Informationsmanagement	Dr. Lautenschlager (MPI Hamburg)	Dr. Hemmje (FhG IPSI Darmstadt)

<b>Communities</b>	<b>Sprecher</b>	<b>Stellvertreter</b>
Astro- und Teilchenphysik	Prof. Mättig (Uni Wuppertal)	Prof. Köpke (Uni Mainz)
Ingenieurwesen	Prof. Grauer (Uni Siegen)	
Medizin und Bioinformatik	Prof: Rienhoff (Uni Göttingen)	
Klimaforschung und Earth Sciences	Dr. Budich (MPI, Hamburg)	
Hoch- und Höchstleistungsrechenzentren	Dr. Küster (HLRS)	
Bibliotheken und wissenschaftliche Informationsdienste	Prof. Mehlhorn (MPI Saarbrücken)	

<b>Teilnehmer AK1 - Kooperationsmodelle für den Betrieb</b>			
<b>Name</b>		<b>Institution</b>	
Herr	Hofmann	DWD	AK Leitung
Herr	Mickel	FZK	Stellv. Leitung
Herr	Pfeiffenberger	AWI Bremerhaven	
Herr	Kasemann	DESY	
Herr	Ullmann	DFN Berlin	
Herr	Pfreundt	FhG ITWM Kaiserslautern	
Herr	Peter	FhG ITWM Kaiserslautern	
Herr	Krämer-Fuhrmann	FhG SCAI	
Herr	Guerich	FZ Jülich / ZAM	
Herr	Grunwald	FZ Karlsruhe	
Herr	Orwat	FZ Karlsruhe	
Frau	Müller	FZ Karlsruhe	
Herr	Breitbach	GKSS Geesthacht	
Herr	Beisel	HLRS	
Herr	Beschinsky	IBM	
Herr	Budich	MPI Hamburg	
Frau	von Voigt	RRZN Hannover	
Herr	Geiger	T-Systems SfR Stuttgart	
Herr	Kueppers	Uni Bielefeld	
Herr	Lehnhard	Uni Bielefeld	
Herr	Weinhardt	Uni Karlsruhe	
Herr	Holtmann	Uni Karlsruhe	
Herr	Gimpel	Uni Karlsruhe	
Herr	Grauer	Uni Siegen	

<b>Teilnehmer AK2 - Middleware und Services</b>			
<b>Name</b>		<b>Institution</b>	
Herr	Schwiegelshohn	Uni Dortmund	AK Leitung
Herr	Pattloch	DFN Berlin	Stellv. Leitung
Herr	Pfeiffenberger	AWI Bremerhaven	
Frau	Metz	BMBF	
Herr	Gellrich	DESY	
Herr	Wegner	DESY	
Frau	Schauerhammer	DFN Berlin	
Herr	Frank	DKFZ Heidelberg	
Frau	Schöning-Walter	DLR/PT	
Herr	Busowietz	DLR/PT	
Herr	Schott	Fa. Platform Frankfurt/M	
Herr	Stenzel	FH Köln	
Herr	Der	FhG First	
Herr	Hoheisel	FhG First	
Herr	Ernst	FhG First	
Herr	Eckert	FhG Fokus Berlin	
Herr	Einhoff	FhG IGD Darmstadt	
Herr	Jung	FhG IGD Darmstadt	
Herr	Hemmje	FhG IPSI	
Frau	Niederee	FhG IPSI	
Herr	Risse	FhG IPSI	
Herr	Lob	FhG SCAI	
Herr	Ziegler	FhG SCAI	
Frau	Romberg	FZ Jülich	
Herr	Wieder	FZ Jülich	

<b>Teilnehmer AK2 - Middleware und Services (Fortsetzung)</b>	
<b>Name</b>	<b>Institution</b>
Herr Stucky	FZ Karlsruhe
Herr Garcia	FZ Karlsruhe IWR
Herr Hardt	FZ Karlsruhe IWR
Herr Süß	FZK-IAI
Herr Böhme	GWDG Göttingen
Herr Wesner	HLRS Stuttgart
Herr Müller	HLRS Stuttgart
Herr Schmid	IBM Deutschland
Herr Heller	LRZ München
Herr Enke	AIP GAVO
Herr Wehrens	MPG AEI
Herr Radke	MPI AEI
Herr Kaiser	MPI AEI
Herr Nuebel	Platform Computing
Herr Olbrich	RRZN Hannover
Herr Stüttgen	Sun Microsystems
Herr Kästner	Sun Microsystems
Herr Hübner	TU Chemnitz
Herr Müller-Pfefferkorn	TU Dresden
Herr Heinke	TU Dresden /RZ
Herr Nagel	TU Dresden HPC
Herr Müller	TU Kaiserslautern
Herr Yahyapour	Uni Dortmund
Herr Fey	Uni Jena
Herr Kauhaus	Uni Jena
Herr Alefeld	Uni Karlsruhe
Herr Lohner	Uni Karlsruhe / RZ
Frau Lehnhardt	Uni Karlsruhe IAM
Herr Merle	Uni Mainz
Herr Allendörfer	Uni Mainz
Herr Freisleben	Uni Marburg
Herr Gorlatch	Uni Münster
Herr Müller	Uni Münster
Herr Dünnweber	Uni Münster
Herr Alt	Uni Münster
Herr Rothermel	Uni Stuttgart
Herr Marrón	Uni Stuttgart
Herr Ruffner	Uni Stuttgart
Herr Mättig	Uni Wuppertal

<b>Teilnehmer AK3 - Management Methoden und Autonomic Computing</b>		
<b>Name</b>	<b>Institution</b>	
Herr Eickermann	FZ Jülich	AK Leitung
Herr Schwichtenberg	FhG SCAI	Stellv. Leitung
Frau Fritzscht	AWI Bremerhaven	
Herr Reber	DFKZ Heidelberg	
Herr Pattloch	DFN Berlin	
Herr Moore	DFKZ Heidelberg	
Herr Rosenhauer	DKRZ Hamburg	
Herr Biercamp	DKRZ Hamburg	
Herr Eckert	FhG Fokus	
Herr Becker	FhG Fokus Berlin	
Herr Ziegler	FhG-SCAI	
Herr Kunze	FZ Karlsruhe	
Herr Hasselmeyer	FZ Karlsruhe / IWR	
Frau Müller	FZ Karlsruhe	
Herr Malzacher	GSI Darmstadt	
Herr Koke	GWDG Göttingen	
Herr Schwardmann	GWDG Göttingen	
Frau Lindner	HLRS Stuttgart	
Herr Müller	HLRS Stuttgart	
Herr Streit	PC2 Paderborn	
Herr Hovestadt	PC2 Paderborn	
Herr Heine	PC2 Paderborn	
Herr Nuebel	Platform Computing	
Herr Page	T-Systems SfR Stuttgart	
Herr Müller	TU Kaiserslautern	
Herr Hillenbrand	TU Kaiserslautern	
Herr Steinbeck	Uni Heidelberg	
Herr Lindenstruth	Uni Heidelberg	
Herr Merle	Uni Mainz	
Herr Schardt	Uni Mainz	
Herr Tacke	Uni Mainz	
Herr Engel	Uni Marburg	
Herr Freisleben	Uni Marburg	
Herr Andrzejak	ZIB Berlin	
Herr Schintke	ZIB Berlin	

<b>Teilnehmer AK4 - Netz</b>		
<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Bemerkungen</b>
Herr Ullmann	DFN Berlin	AK Leitung
Herr Heinke	TU Dresden	Stellv. Leitung
Herr Beyer	Alcatel	
Herr Knörr	Alcatel	
Herr Ohrenberg	DESY Hamburg	
Frau Schauerhammer	DFN Berlin	
Herr Goss-Walter	DWD Offenbach	
Herr Hommes	FhG IMK	
Herr Sander	FZ Jülich	
Herr Beschinsky	IBM	
Herr Sawall	IBM	
Herr Grimm	RRZN Hannover	
Herr Thierfelder	T-Systems Nürnberg	
Herr Merle	Uni Mainz	
Herr Held	Uni Münster	
Herr Christ	Uni Stuttgart / RZ	

<b>Teilnehmer AK5 - Daten- und Informationsmanagement</b>			
<b>Name</b>		<b>Institution</b>	
Herr	Lautenschlager	MPI Hamburg	AK Leitung
Herr	Hemmje	FhG IPSI Darmstadt	Stellv. Leitung
Herr	Reinke	AWI Bremerhaven	
Herr	Pfeiffenberger	AWI Bremerhaven	
Frau	Metz	BMBF	
Herr	Gasthuber	DESY	
Herr	Guelzow	DESY	
Frau	Foest	DFN Berlin	
Herr	Kabbe	DKFZ Heidelberg	
Herr	Schreiber	DLR Köln	
Herr	Bittner	DLR Köln	
Frau	Paliouras	DLR Köln	
Herr	Busowietz	DLR-PT	
Frau	Schöning-Walter	DLR-PT	
Frau	Hecht	FhG	
Herr	Greschke	FhG	
Frau	Lillmanmtoens	FhG	
Herr	Erben-Russ	FhG	
Herr	Der	FhG First	
Herr	Hoheisel	FhG First	
Herr	Ernst	FhG First	
Herr	Falkner	FhG IAO	
Frau	Niederee	FhG IPSI	
Herr	Risse	FhG IPSI	
Herr	Wombacher	FhG IPSI	
Herr	Thole	FhG SCAI	
Herr	Erben-Russ	FhG Zentrale	
Herr	Wollschläger	FZ Jülich	
Herr	Eppler	FZ Karlsruhe	
Herr	Kupsch	FZ Karlsruhe IWR	
Herr	Lauterjung	GFZ Potsdam	
Herr	Wächter	GFZ-Potsdam	
Herr	Boenisch	HLRS Stuttgart	
Herr	Schirmbacher	HU Berlin	
Herr	Rüter	IBM Deutschland	
Herr	Heinzel	IPP Garching	
Herr	Lederer	IPP Garching	
Herr	Baur	LRZ München	
Herr	Wertlen	neofonie GmbH	
Herr	Streit	PC2 Paderborn	
Herr	Heine	PC2 Paderborn	
Herr	Hovestadt	PC2 Paderborn	
Herr	Schulze-Kremer	RRZN Hannover	
Herr	Mittler	SUB Göttingen	
Herr	Köhler	Sun Microsystems	
Herr	Lindenstruth	Uni Heidelberg	
Herr	Wiebalck	Uni Heidelberg	
Herr	Gernert	Uni Karlsruhe / RZ	
Herr	Abele	Uni Tübingen / RZ	
Herr	Diepenbroek	WDC-Mare	
Herr	Schintke	ZIB Berlin	