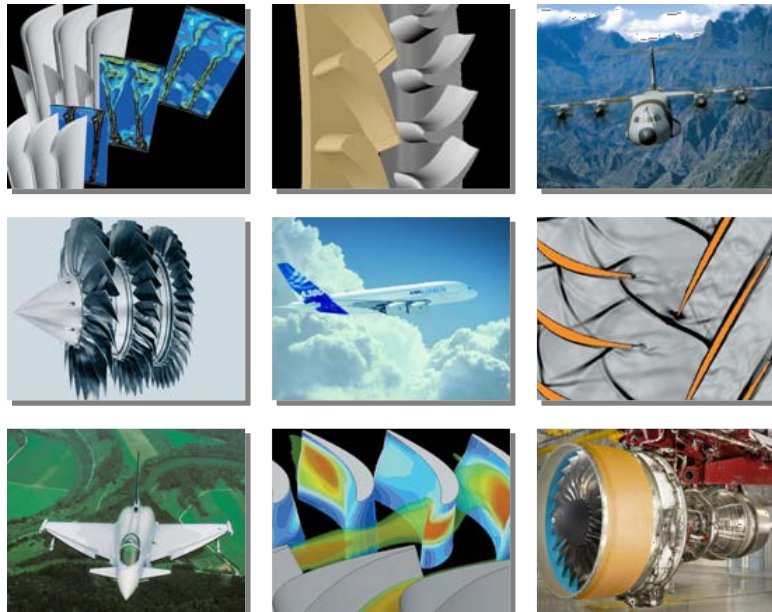




## AeroGrid

Grid-basierte Zusammenarbeit zwischen Industrie,  
Großforschung und Universitäten in der Luftfahrtforschung



### *Abschlussbericht*

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.*

*Andreas Schreiber (Andreas.Schreiber@dlr.de)*



## Inhalt

Aufgabenstellung .....	3
Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	3
Planung und Ablauf des Vorhabens.....	3
Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	6
Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	7
Erzielte Ergebnisse .....	7
AP 1: Anforderungen .....	8
AP 2 Nutzerschnittstellen.....	8
AP 2.1 Datenmanagement-Client.....	8
AP 2.2 Portal .....	12
AP 3 Aufbau der Grid-Umgebung.....	13
AP 3.1 Grid-Infrastruktur .....	13
AP 3.2 Provenance-Service .....	14
AP 4.2 Code-Integration TRACE .....	16
AP 6 Projektkoordination.....	17
Veröffentlichungen .....	20

## Aufgabenstellung

Das Projekt AeroGrid zielt auf die Schaffung einer dauerhaften und praxisorientierten Grid-Infrastruktur für die Kooperation zwischen Großforschung, Industrie und universitärer Forschung im Luftfahrtbereich. Im Vergleich zu anderen Industrie-Sektoren findet ein sehr großer Anteil der Luftfahrtforschung in öffentlichen Instituten und Einrichtungen statt. Die Zusammenarbeit in dieser Community ist auch heute schon sehr intensiv, bedient sich aber immer noch sehr bodenständiger Kommunikationstechniken.

Für die Innovationsfähigkeit der deutschen Luftfahrtunternehmen ist eine schnelle Übertragung der in der Grundlagenforschung an Universitäten und Großforschungseinrichtungen gewonnenen Erkenntnisse in die Produktionsabläufe entscheidend. In stark von internationalem Wettbewerb geprägten Bereichen wie der Turbomaschinenentwicklung besteht zudem ein ständiger Marktdruck zur Erhöhung von Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Flexibilität. Gleichzeitig muss die Kommunikationsinfrastruktur den hohen industriellen Sicherheitsanforderungen genügen. Diese Aspekte decken sich mit den Zielen der Grid-Forschung, so dass die Nutzung dieser Technologie ein großes Verbesserungspotential verspricht. Die in den Bereichen Sicherheit, Infrastruktur und Middleware gemachten Arbeiten im D-Grid Integrationsprojekt DGI und in den Community-Projekten InGrid und MediGrid bilden dabei eine gute Grundlage für die in AeroGrid vorgeschlagenen Service-Szenarien.

Ähnliche Kooperationsstrukturen wie die in AeroGrid betrachteten finden sich in einer Vielzahl von Forschungsverbänden zwischen industriellen und öffentlichen Partnern. Weitere Beispiele aus der Luftfahrtforschung sollten ursprünglich im AeroGrid-Projekt mit eigenen Anwendungs-Szenarien vertreten sein, und die Übertragbarkeit auf andere Themenbereiche erscheint evident. Bei der Konzeption von AeroGrid wird daher große Sorgfalt darauf gelegt, eine möglichst generische Lösung zu schaffen und diese nur an klar definierten Stellen an die Anforderungen des im Projekt vertretenen Anwendungs-Szenarios anzupassen.

## Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Luftfahrtforschung in Deutschland wird getragen von einer engen Partnerschaft von Industrie, Großforschung und Universitäten. Die Forschungsaufgaben sind vielfältig und spiegeln sich in den Fachdisziplinen der beteiligten Einrichtungen und Lehrstühle wieder. Eine wesentliche Grundlage ist die numerische Simulation mit ihren unterschiedlichen Einsatzbereichen zum Beispiel in der Strömungsmechanik (von der Umströmung von Flugzeugen bis zu Innenraumströmungen in Turbinen), der Strukturmechanik oder der Lärmsimulation. Erstklassige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im öffentlichen Bereich sind für die deutsche Luftfahrtindustrie von entscheidender Bedeutung für die Behauptung ihrer Position im internationalen Wettbewerb. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang große Simulationscodes, die in DLR-Instituten und an Universitäten unter Verwendung innovativer Algorithmen entwickelt werden und dadurch in ihrer Leistungsfähigkeit einen Vorsprung vor kommerziell verfügbaren Produkten aufweisen. Die Nutzung dieser Codes erfolgt entweder direkt im Industrieunternehmen oder im Auftrag beim Forschungspartner. Als Beispiele seien hier genannt der Turbinenströmungslöser TRACE des DLR-Instituts für Antriebstechnik, sowie der Außenraumströmungslöser TAU und der Lärmsimulationscode PIANO des DLR-Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik. Neben dem industriellen Einsatz werden diese Codes auch in der universitären Ausbildung und Forschung genutzt. So werden zum Beispiel TRACE und TAU an einer Vielzahl von Hochschulen zur Bearbeitung von Forschungsaufgaben eingesetzt.

## Planung und Ablauf des Vorhabens

AeroGrid wird realisiert als ein Service-Grid, in dem die beteiligten Partner wie in Abbildung 1 dargestellt zusammenarbeiten.

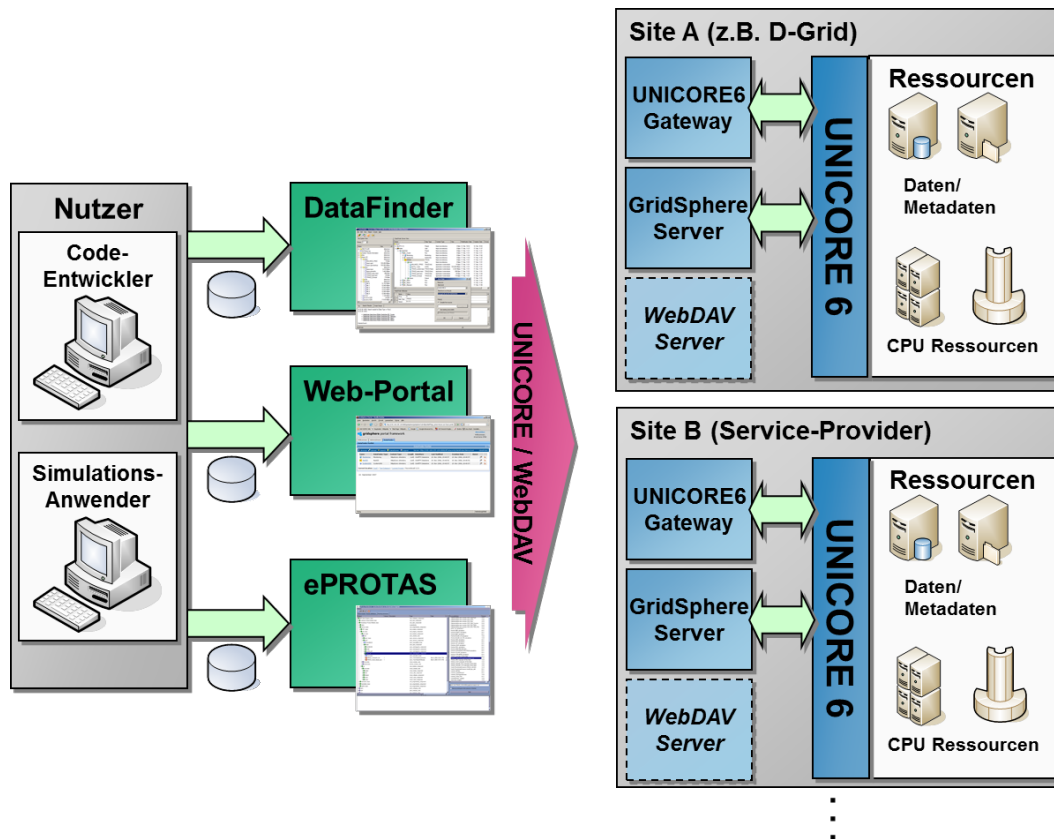


Abbildung 1: AeroGrid-Architektur

AeroGrid orientiert sich an den Architekturen bereits existierender Community-Grids, welche für die folgenden Bestandteile eines Grids bereits weitgehend vollständige Lösungen auf der Basis der Dienste des Integrationsprojektes DGI realisiert haben:

1. Ein flexibler Informationsdienst für die Metadaten der Simulationsrechnungen,
2. ein Datenmanagementsystem zur Verwaltung von Daten auf den lokalen Systemen und auf Grid-Ebene (beinhaltet Koordination des Daten-Zugriffs und des Datentransfers),
3. ein Job-Managementsystem zur Koordinierung der Benutzeraufträge unter Berücksichtigung der Ressourcenverfügbarkeit und
4. Identity-Management zur Authentisierung, Autorisierung und Security zum Schutz von Ressourcen und Daten.

Der größte Teil der in diesem Projekt erforderlichen Implementierungsarbeiten entfällt auf die Herstellung geeigneter Benutzerschnittstellen bzw. ihre Anpassung an die existierende Architektur. Dazu werden zum einen ein Web-Portal auf Grundlage des GridSphere-Servers und zum anderen die Anbindung des Datenmanagement-Clients DataFinder realisiert. Abbildung 2 zeigt das Schichtenmodell des gesamten AeroGrid-Softwaresystems.

Community  
(Anwender)



Triebwerkssimulation

...

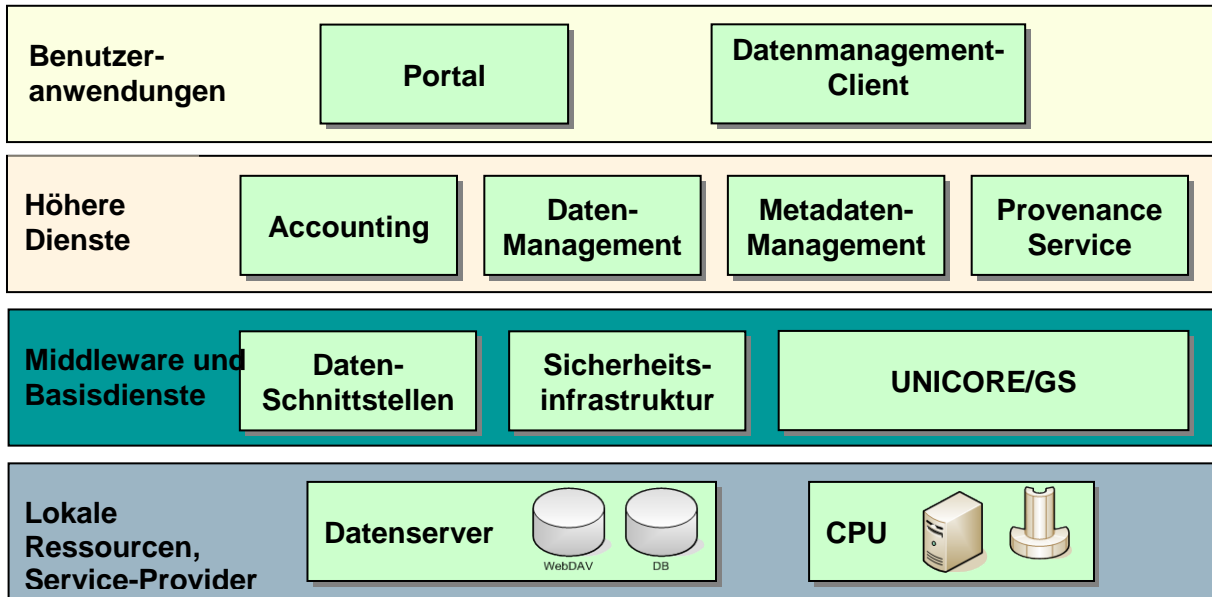


Abbildung 2 Schichtenmodell der Arbeitsumgebung AeroGrid

Die Durchführung des Projekts erfolgte in folgenden Arbeitspaketen:

- AP 1** Anforderungen
  - AP 1.1** Anforderungsanalyse
- AP 2** Nutzerschnittstellen
  - AP 2.1** Datenmanagement-Client
  - AP 2.2** Portal
  - AP 2.3** Integration ePROTAS
- AP 3** Aufbau der Grid-Umgebung
  - AP 3.1** Grid-Infrastruktur
    - i. Grid-Middleware und Job-Management-Systeme
    - ii. Metadaten-Management
    - iii. Datenmanagement
  - AP 3.2** Provenance-Service
  - AP 3.3** Service-Management im Grid
  - AP 3.4** Grid-Security
- AP 4** Anwendungsintegration
  - AP 4.1** Metadaten
  - AP 4.2** Code-Integration
  - AP 4.3** Workflow Turbinensimulation
- AP 5** Evaluation
  - AP 5.1** Evaluation Turbinensimulation
- AP 6** Koordination und Zusammenarbeit mit DGI
  - AP 6.1** Projektkoordination

Die zugehörige Zeitplanung ist in Abbildung 3 zu finden. Die Zeitplanung wurde nach der Zwischenbegutachtung im März 2009 gegenüber der ursprünglichen Planung im Projektantrag angepasst (geänderte APs in rot).

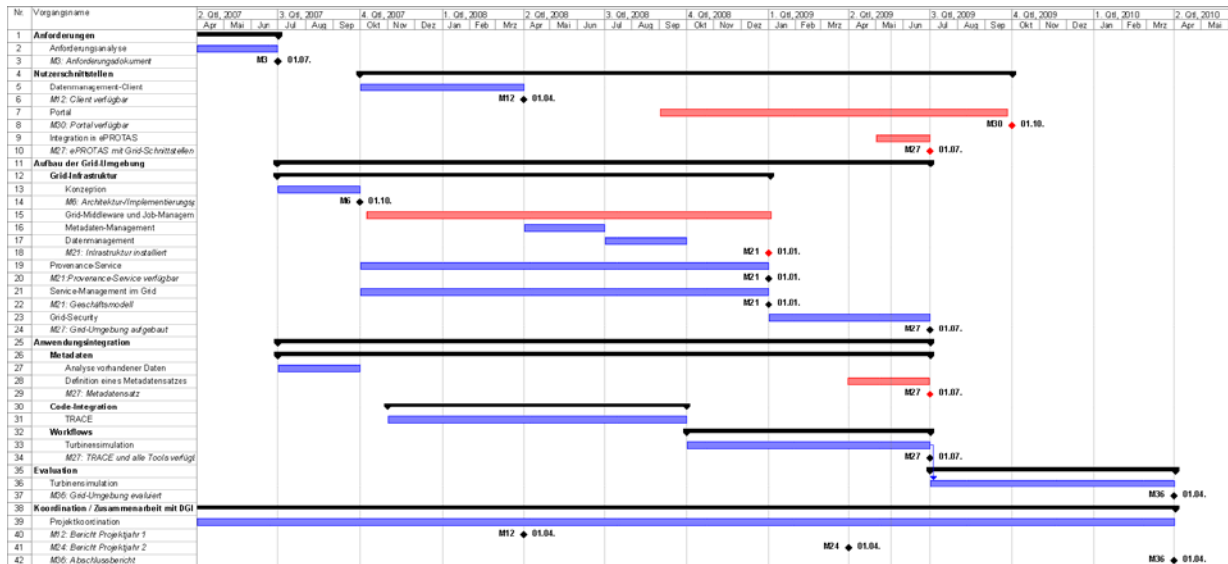


Abbildung 3: Zeitplanung

## Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

AeroGrid integriert eine Reihe von Middleware- und Anwendungskomponenten, die unter Beteiligung der Antragsteller in anderen Projekten entwickelt wurden und teilweise bereits in Grid-Umgebungen erprobt wurden. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt:

- **Unicore:** Im Rahmen des UniGrids-Projekts wurde die ursprünglich in einem BMBF-geförderten Projekt entwickelte Grid-Middleware UNICORE auf die Basis der neuen Standards OGSA und WSRF gestellt. Damit steht für das hier vorgeschlagene Projekt eine erprobte und sicherheitstechnisch auch in der Industrie akzeptierte Methode zur organisationsübergreifenden Rechnernutzung zur Verfügung, die direkt mit organisationsinternen Compute-Grids interagieren und in Service-Orientierte Architekturen (SOA) der beteiligten Partner eingebunden werden kann. Im Rahmen des UniGrids-Projekts hat T-Systems SfR auch schwerpunktmäßig die Aufgabe, ein Service-Management-Konzept und ein Release-Management für UNICORE aufzubauen. Geschäftsmodelle werden sowohl im Rahmen von UniGrids als auch im Rahmen von InGrid entwickelt.
- **DataFinder:** Der DataFinder ist eine im DLR entwickelte Software zum Management wissenschaftlicher Daten. Hierzu werden die – teilweise ungeordneten – wissenschaftlichen Daten in geeigneter Weise mit Metainformationen gekennzeichnet und in frei definierbaren Strukturen geordnet. Zusätzlich bietet der DataFinder die Möglichkeit, einfache Arbeitsabläufe mit Hilfe von Skripten zu automatisieren. Der DataFinder ist als Client-Server-Lösung realisiert, wobei die Kommunikation zwischen Client und Server über das WebDAV-Protokoll erfolgt. Während die Metadaten auf einem WebDAV-fähigen Server im XML-Format abgelegt werden, stehen für die Daten selbst eine Reihe von Speichertechnologien zur Auswahl. Im D-Grid Integrationsprojekt wird der DataFinder um die Nutzung von Grid-Ressourcen erweitert.
- **Provenance-Service:** Für die Nutzung in industriellen Luftfahrtanwendungen muss AeroGrid hohen Sicherheitsanforderungen genügen. Aufgrund der rechtlichen Bestimmungen ebenso wie



aus wirtschaftlichen Gründen ist es notwendig, noch nach Jahren die Zuverlässigkeit einer Simulation nachweisen zu können. Für ein solches nachträgliches Auditing müssen für Simulationseingangs- und -ausgangsdaten Meta-Daten, wie z.B. Datum der Erstellung, Person und/oder Organisation, die sie erstellt hat oder verwendete Softwareversionen und Hardwareplattformen, aufgezeichnet werden. Zu diesem Zweck wurde im FP6-Projekt EU PROVENANCE eine gridfähige Softwarelösung entwickelt, die aus einem Provenance-Service und einer Anwendungsbibliothek besteht und im DLR bereits mit dem Integrationsystem TENT in einer Luftfahrtanwendung erprobt wurde.

- **TrustCoM, GrASP:** Die IST-Projekte TrustCoM und GrASP ziel(ten) darauf ab, eine Infrastruktur für dynamische Virtuelle Organisationen zu realisieren. Hierbei stehen die speziellen Bedingungen realer Business-Anwendungen im Mittelpunkt des Interesses. Insbesondere soll Ressource-Providern eine einfache Möglichkeit an die Hand gegeben werden, ihre Ressourcen um Grid Funktionalitäten aus den Bereichen Sicherheit, Vertragsmanagement und Reputation zu erweitern. Im Interesse größtmöglicher Interoperabilität basieren diese Erweiterungen auf standardisierten Web-Service-Protokollen.
- **Anwendungscode TRACE:** Das CFD-Simulationssystem TRACE zur numerischen Untersuchung von stationären und instationären, reibungsbehafteten, dreidimensionalen Strömungen durch Turbomaschinen ist in den letzten 12 Jahren am Institut für Antriebstechnik des DLR bis zur Anwendungsreife für den Einsatz in Industrie und Forschung entwickelt worden. TRACE wird für den Entwurf von Triebwerkskomponenten von den Industriepartnern des DLR und für diverse Forschungsvorhaben von mehreren Hochschulpartnern eingesetzt. Verschiedene Problemstellungen zur Aerodynamik der Turbomaschine wurden im Rahmen einer seit Jahren bestehenden Industriekooperation erfolgreich behandelt.

## Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit gab es eine Reihe von Kooperationen und informellen Informationstreffen. Insbesondere wurde mit Partner aus anderen D-Grid-Projekten zusammen gearbeitet. Dies fand für die folgenden Themen und Technologien statt:

- Nutzung der VO Registrierung und Ressourcen-Registrierung (GRRS) in Zusammenarbeit mit DGI-2,
- Zertifizierung in Zusammenarbeit mit dem DFN,
- Supportnutzung für UNICORE 6 durch das DGI-2-Projekt und das Forschungszentrum Jülich,
- Supportnutzung für JavaGAT durch das DGI-2-Projekt und das Albert-Einstein-Institut (AEI).

Im Bereich der Grid-Portale gab es eine Zusammenarbeit mit dem dem KISTI (Korea Institute of Science and Technology Information), Daejeon, Korea. Das KISTI hat lange Erfahrung in der Nutzung des GridSphere-Frameworks für Luftfahrt-Anwendungen.

Im Bereich Provenance gab es eine Zusammenarbeit mit der University of Southampton (UoS), die im EU-Projekt „Grid Provenance“ (6. Rahmenprogramm der EU) die Federführung bei der Definition des eines Provenance-Modells und einer zugehörigen Best-Practice-Methodik hatten. Zusätzlich wurde der Provenance-Store der UoS im Projekt eingesetzt.

## Erzielte Ergebnisse

Im Folgenden werden die durchgeführten Arbeiten und die dabei erzielten Ergebnisse des DLR in den einzelnen Arbeitspaketen kurz beschrieben.

## **AP 1: Anforderungen**

Zusammen mit den Projektpartnern wurde eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Dabei wurden ausgehend von dem zentralen allgemeinen Szenario der Auslegung von Turbinen bei der Firma MTU Aero Engines (MTU) einige detaillierte Anwendungs-Szenarien analysiert. Konkret wurden die nachfolgenden Szenarien betrachtet, die am Ende von AeroGrid demonstriert werden sollen:

- Die Zusammenarbeit zwischen der MTU und Universitäten. Speziell das Nachrechnen der bei der MTU entworfenen Turbinen-Konfigurationen durch die Universität der Bundeswehr München (UniBwM), wobei die Daten von der MTU an die UniBwM geschickt werden, dort lokal Rechnungen und ggf. auch Experimente durchgeführt werden und hinter ein Bericht (Report) über die erzielten Ergebnisse an die MTU zurückgeschickt wird.
- Die Zusammenarbeit zwischen der MTU und dem DLR als Großforschungseinrichtung. Hierbei konzentriert sich die MTU auf den eigentlichen Entwurfsprozess von Turbinenkomponenten und das DLR stellt den Strömungslöser TRACE dazu bereit. Ziel ist es hier, neben der komfortablen Bereitstellung der jeweils aktuellen Version des TRACE-Source-Codes, auch die Spezifikation von Anforderungen und die Validierung des TRACE-Codes abzudecken.
- Rechnungen innerhalb der MTU, des DLR oder der UniBwM. Hierbei geht es darum, hochgenaue Optimierungsrechnungen von Turbinen-Komponenten mit dem TRACE-Code durchzuführen. Die Rechnungen waren bisher durch die jeweils lokal zur Verfügung stehenden Rechenressourcen (CPU's) begrenzt und sollen in diesem Szenario über die AeroGrid-Infrastruktur gestartet werden können, um Rechnungen zu den jeweiligen Partnern bzw. dem Service-Provider T-Systems Solutions for Research auszulagern.

Zu den genannten Szenarien wurden jeweils die betreffenden funktionalen Anforderungen, die Sicherheitsanforderungen und die Anforderungen an den Service-Provider erfasst.

## **AP 2 Nutzerschnittstellen**

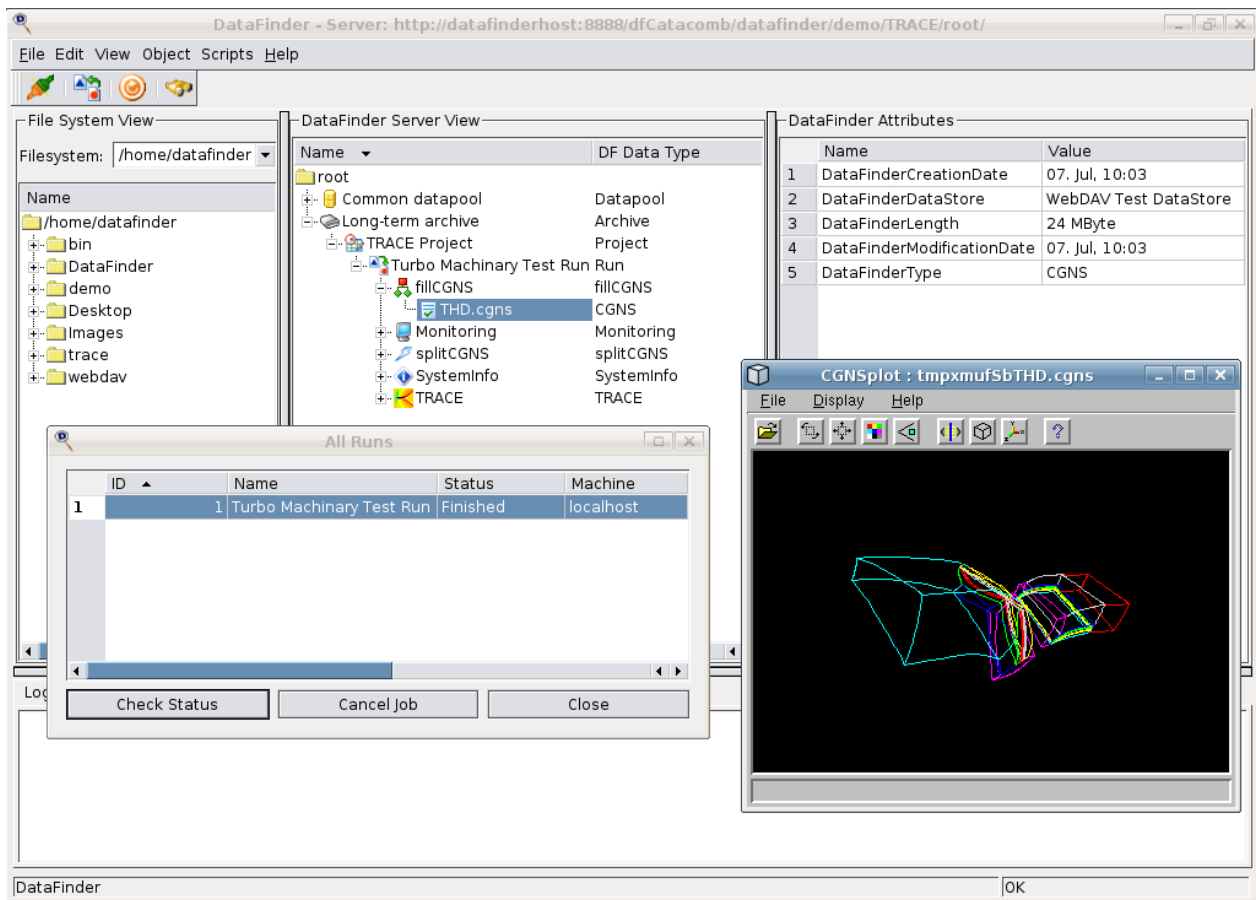
Im Projekt waren drei unterschiedliche Nutzerschnittstellen vorgesehen:

- der Desktop-Client DataFinder des DLR,
- ein Web-Interface auf Basis des D-Grid GridSphere Portal Frameworks und
- die Integration in die Anwendungssoftware ePROTAS der MTU.

### **AP 2.1 Datenmanagement-Client**

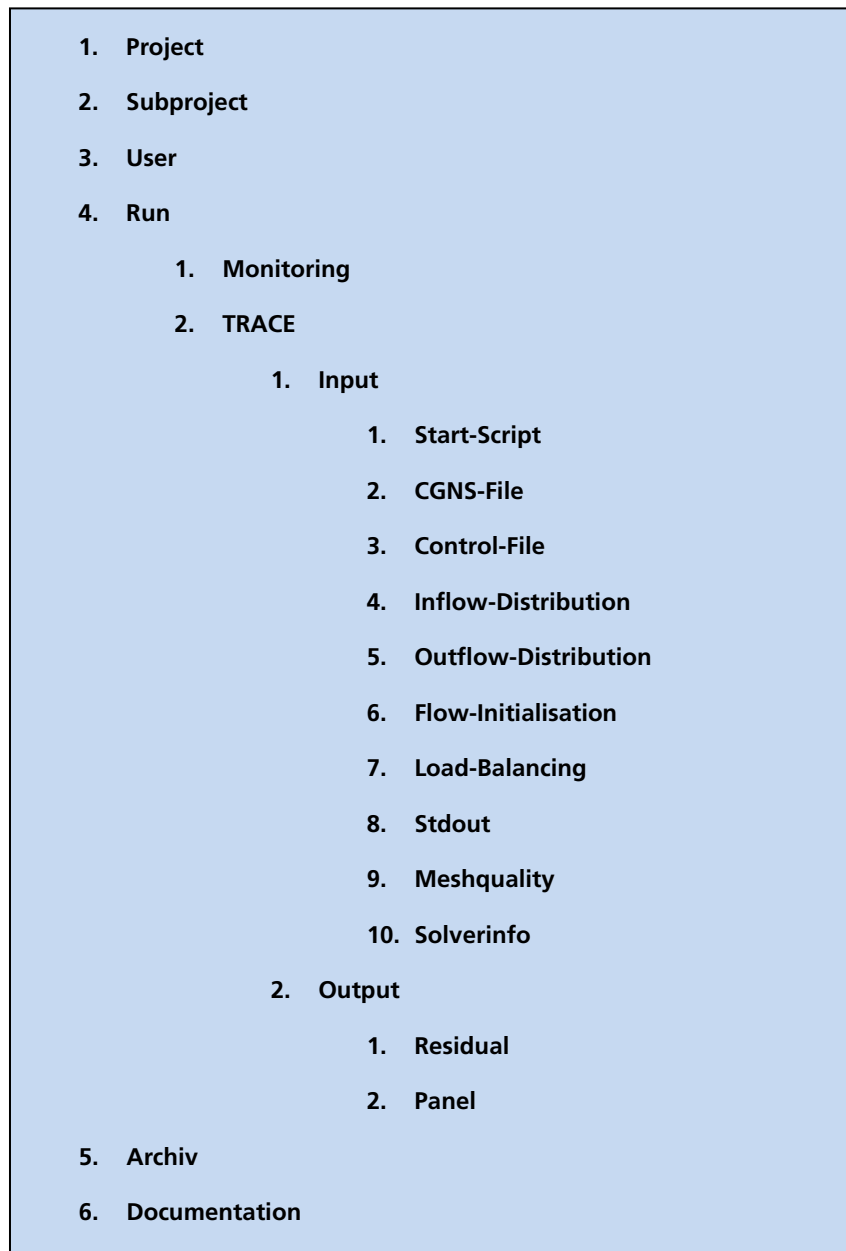
Im Projekt wurde der Datenmanagement Client DataFinder an die aktuelle Version des TRACE-Codes und des TRACE-Simulationsworkflows (siehe Abbildung 8) angepasst. Dies geschah durch die Erweiterung des DataFinder mit TRACE-spezifischen Python-Skripten. Insbesondere wurde angepasste Dialoge für die Arbeit des Benutzers mit Daten und TRACE-Versionen hinzugefügt (siehe Abbildung 5).



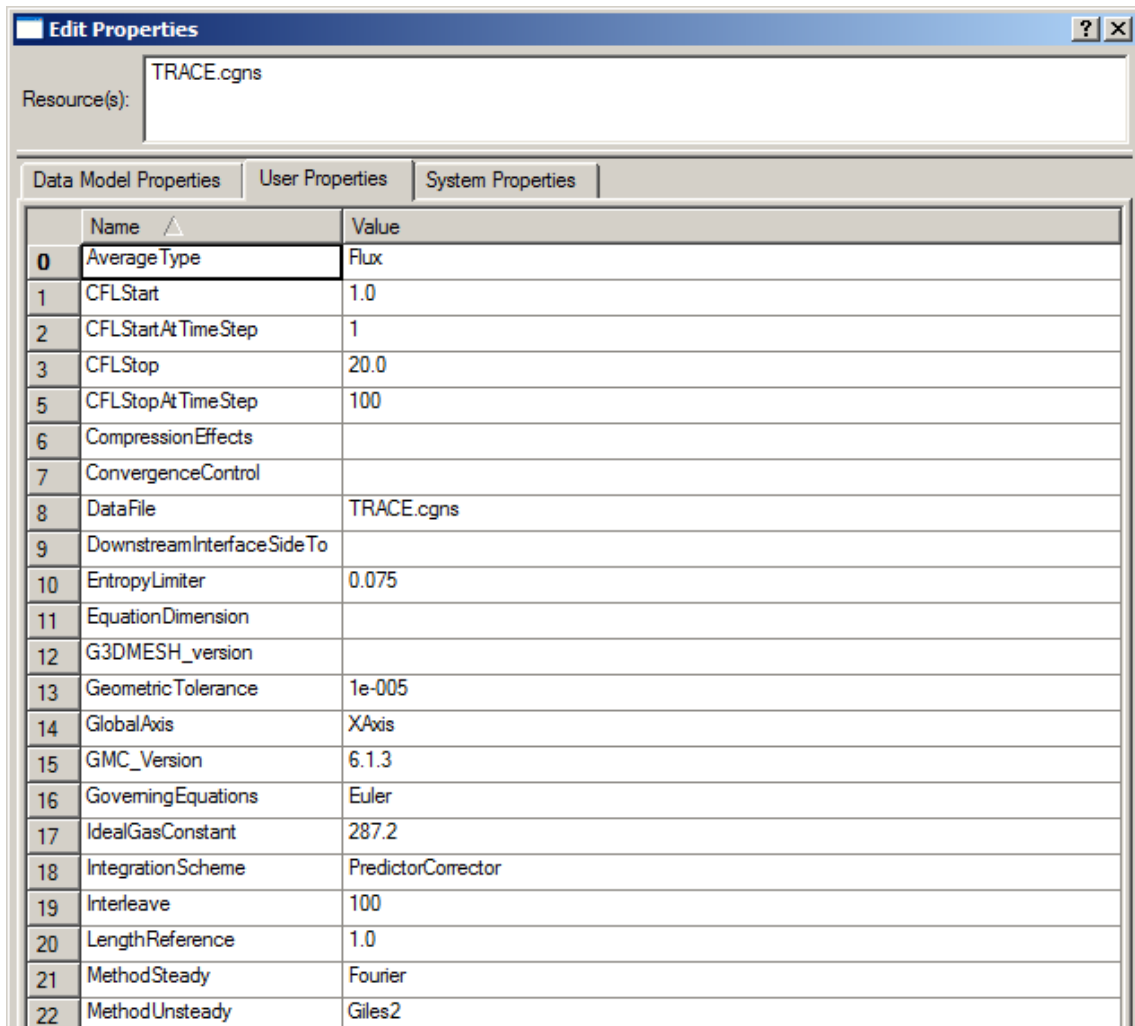


**Abbildung 4: Datenmanagement-Client DataFinder**

Im DataFinder wurde eine Datenstruktur (Abbildung 4) und ein Metadatenschema (siehe Abbildung 5 für einen exemplarischen Ausschnitt der Metadaten) für Simulationen mit TRACE angelegt. Durch die TRACE-Datenstruktur können die TRACE-Simulationsläufe standardisiert abgelegt werden. Dadurch wird Datenmanagement mit dem DataFinder vollständig in den Arbeitsprozess integriert.



**Abbildung 5: Simulationsdatenstruktur in AeroGrid**



	Name	Value
0	Average Type	Flux
1	CFLStart	1.0
2	CFLStartAtTimeStep	1
3	CFLStop	20.0
5	CFLStopAtTimeStep	100
6	CompressionEffects	
7	ConvergenceControl	
8	DataFile	TRACE.cgns
9	DownstreamInterfaceSideTo	
10	EntropyLimiter	0.075
11	EquationDimension	
12	G3DMESH_version	
13	GeometricTolerance	1e-005
14	GlobalAxis	XAxis
15	GMC_Version	6.1.3
16	GoverningEquations	Euler
17	IdealGasConstant	287.2
18	IntegrationScheme	PredictorCorrector
19	Interleave	100
20	LengthReference	1.0
21	MethodSteady	Fourier
22	MethodUnsteady	Giles2

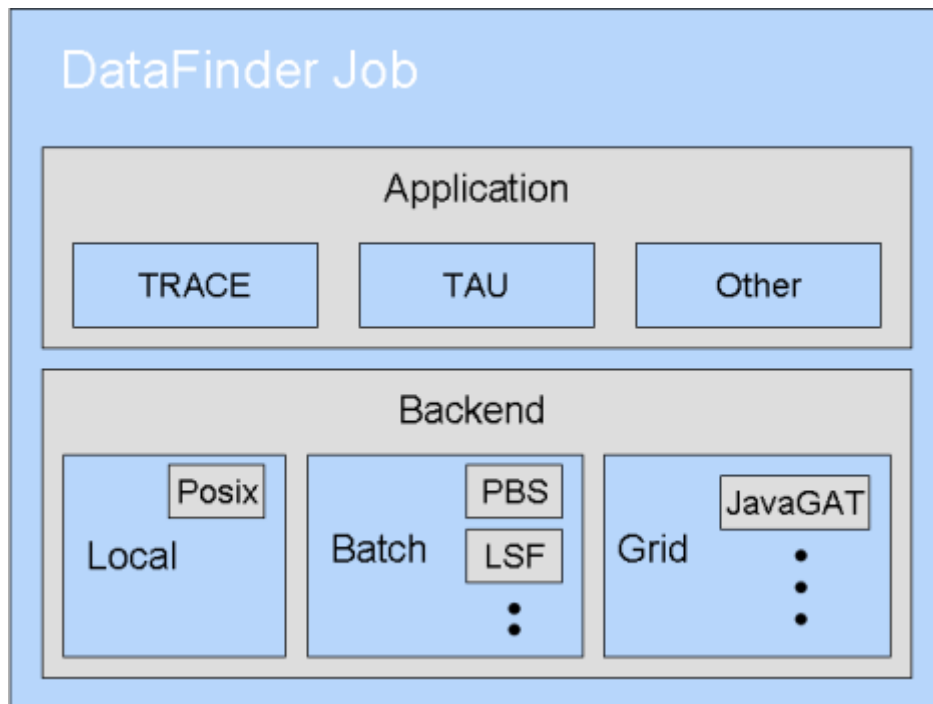
**Abbildung 6: Metadaten im DataFinder (Ausschnitt)**

Um Rechnungen im Grid starten und steuern zu können wurde der DataFinder um ein Job Management für Grids erweitert, welches die Funktionen

- Job Creation,
- Job Submission und
- Job Monitoring

bietet. Dazu wurde der DataFinder an die Nutzung des Toolkits JavaGAT angepasst, um transparent aus dem DataFinder heraus Grid-Ressourcen über UNICORE-6- und Globus-Toolkit-Middleware ansprechen zu können. Zur Realisierung wurde zuerst der durch das DGI2-Projekt bereitgestellte UNICORE-6-Adaptor für JavaGAT evaluiert und es wurden in mehreren Iterationen viele Fehler gefunden und beseitigt. Der UNICORE 6-Adaptor wurde auf Empfehlung des UNICORE-Entwicklerteams unter Verwendung der HiLA-Bibliotheken (High-Level API) entwickelt, die während des Testens ebenso angepasst werden mussten.

Im Laufe des Projekts wurde die Grid-Schnittstelle des DataFinder ständig weiterentwickelt. Insbesondere, da die ersten Versionen der Schnittstelle und des UNICORE-6-Adapters für JavaGAT nur eine synchrone Job-Ausführung erlaubt haben. In Zusammenarbeit mit dem DGI-2-Projekt wurden der JavaGAT-Adapter und die Anpassung des DataFinder erfolgreich um asynchrone Job-Abarbeitung erweitert. Außerdem wurde das Job-Management des DataFinder erweitert, so dass es ganz allgemein für Job-Management und –Submission für sämtliche durch JavaGAT unterstützten Grid-Middlewares eingesetzt werden kann (insbesondere auch das Globus Toolkit).



**Abbildung 7: Job Management im DataFinder**

Die AeroGrid-Erweiterungen des DataFinder für Job-Management mitsamt den zugehörigen graphischen Dialogen wurde ursprünglich für die DataFinder-Version 1.x entwickelt, der auch im Projekt eingesetzt wurde. Um die Entwicklungen nachhaltig nutzen zu können ist eine Portierung auf DataFinder-Version 2.x notwendig gewesen. Diese Portierung wurde in der letzten Projektphase begonnen und nach Projektende zu Ende geführt.

## AP 2.2 Portal

Für die Entwicklung des AeroGrid-Portals wurden verschiedene in Frage kommende Technologien evaluiert, insbesondere das GridSphere Portal Framework und das Vine Toolkit. Nur mit dem Vine Toolkit war es ursprünglich möglich, mit UNICORE 6 zu arbeiten. Daraufhin wurde beschlossen, das Portal auf Basis von Gridsphere und Vine zu entwickeln. Für die Entwicklung des Portals wurde eine Kooperation mit dem KISTI (Korea) vereinbart, in der gemeinsam an der Technologie-Evaluation und der Implementierung des Portals für die Nutzung mit UNICORE 6 gearbeitet wurde.

Aufgrund von Problemen mit GridSphere wurde im Laufe des Projekts das Portal jedoch auf Basis von Liferay neu erstellt. Dabei wurden die vorhandenen GridSphere-Portlets nach Liferay portiert und neu entwickelte Portlets so portabel implementiert, dass eine Nutzung in GridSphere möglich ist.

Da zur Projektlaufzeit durch das D-Grid keine Lösung bereitgestellt wurde, die den Portal-Nutzern einen sicheren Zugang zum Grid ermöglicht (eine solche sollte vom Projekt Gap-SLC erarbeitet werden), erfolgt die User-Authentifizierung im AeroGrid-Portal auf Basis eines Dienstes zur Ausgabe von kurzlebigen Zertifikaten (Short Lived Credential Service - SLCS) des DFN-Vereins.

Mit dem realisierten Portal auf Basis von Liferay sind Anwender in Lage, die Daten im AeroGrid zu browsen und einfache Rechnungen zu starten (Abbildung 8).

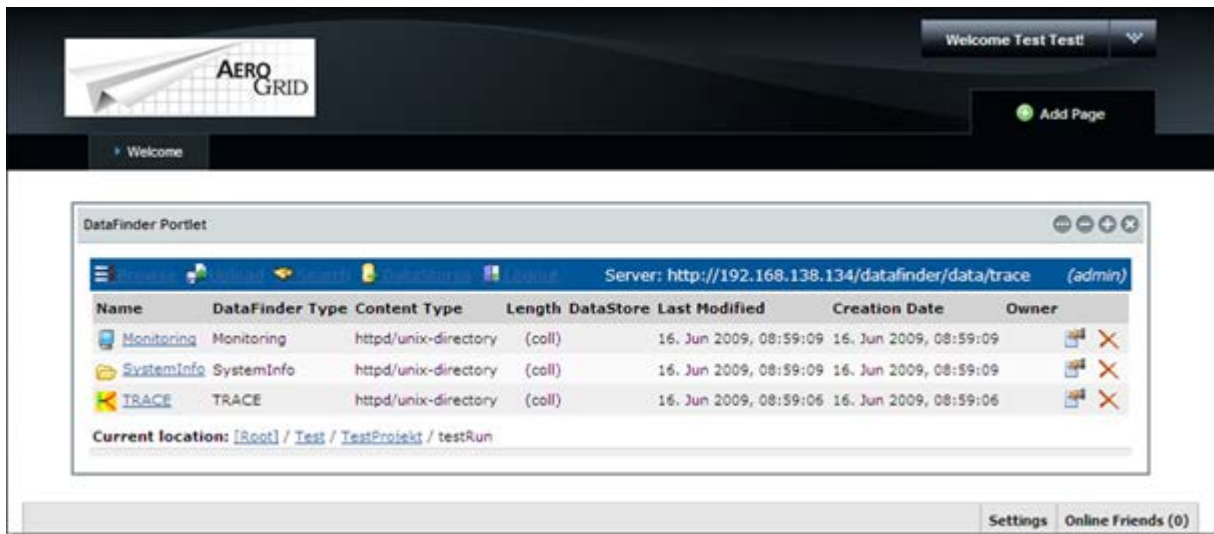


Abbildung 8: AeroGrid-Portal auf Basis von Liferay

## AP 3 Aufbau der Grid-Umgebung

### AP 3.1 Grid-Infrastruktur

Eine Architektur für die AeroGrid-Infrastruktur wurde zusammen mit den anderen Projektpartnern erstellt (Abbildung 9). Der Kern der Architektur ist die Nutzung der Grid-Middleware UNICORE 6. Daneben gibt es insbesondere einen Service für Metadatenmanagement auf Basis des WebDAV-Servers Catacomb und einen Provenance-Service. Für das VO-Management wurde der D-Grid VOMS-Service eingesetzt. Dort wurde eine VO „AeroGrid“ eingerichtet.

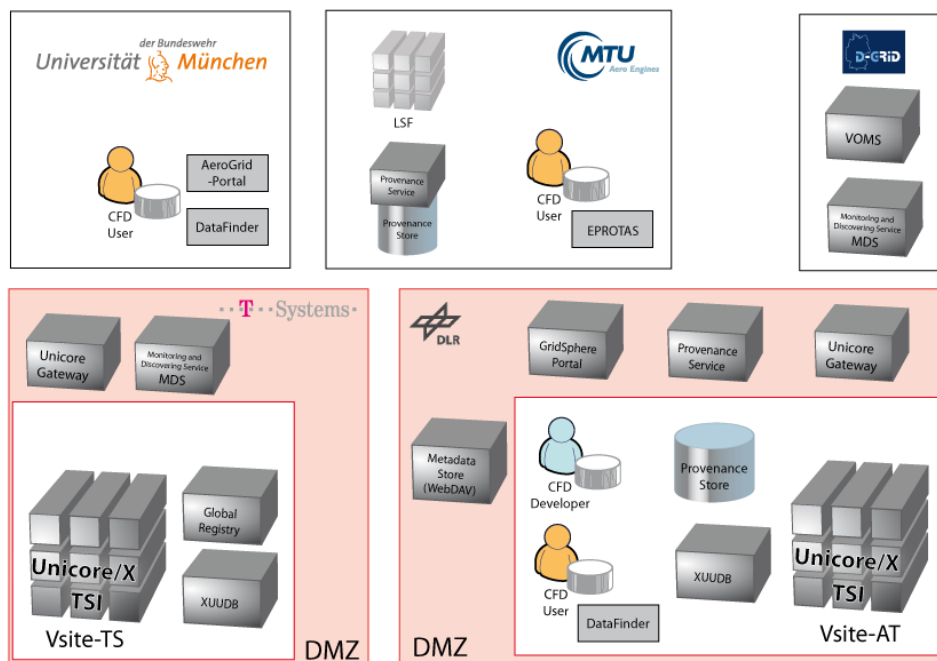


Abbildung 9: Architektur des AeroGrid

### AP 3.2 Provenance-Service

Zum Aufzeichnen von Provenance-Informationen ist ein Provenance-Service notwendig (siehe Abbildung 10). Im Projekt wurde daher ein Provenance-Store als Test-Server zum Aufzeichnen von Provenance-Informationen im DLR installiert und wird in der Entwicklungs- und Test-Phase eingesetzt. Dieser Provenance-Store dient als Datenbank zum Aufzeichnen und Speichern von Provenancen-Informationen und wird über eine Web-Service-Schnittstelle mit Informationen gefüllt (Recording) bzw. abgefragt (Querying). Als Software wurde die Implementierung der University of Southampton verwendet.

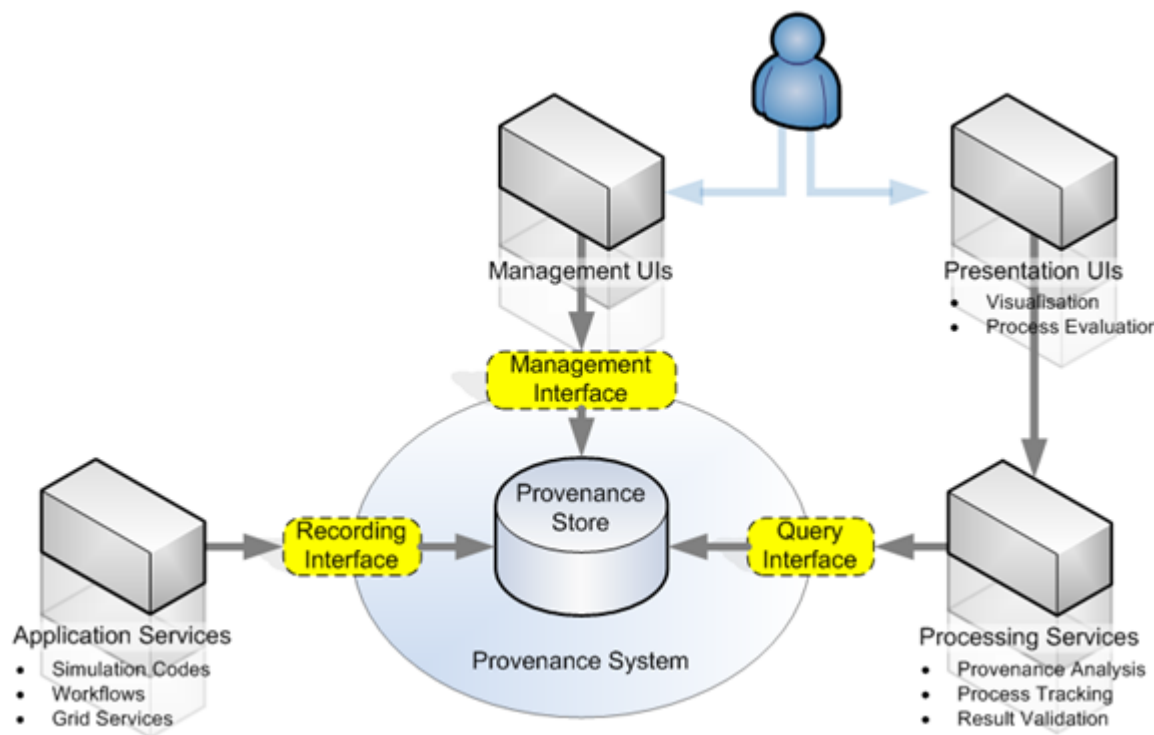
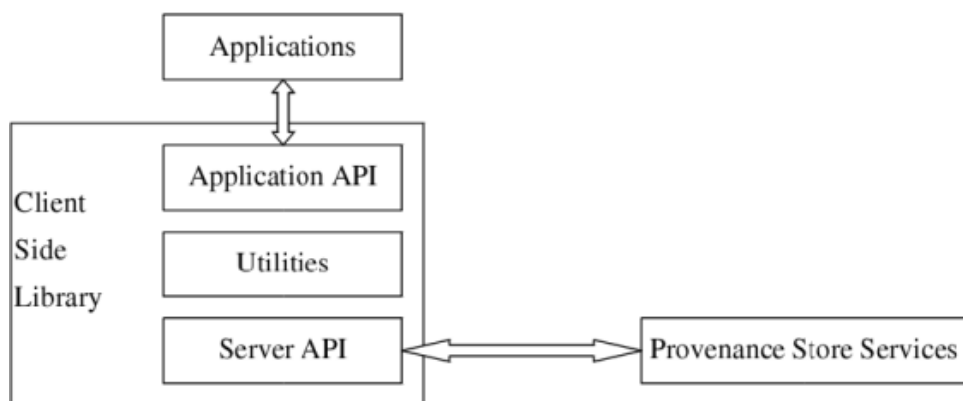


Abbildung 10: Provenance-Server

Zur Integration von Provenance-Aufzeichnung in Anwendungs-Clients und die restliche Grid-Infrastruktur ist eine Client-Bibliothek notwendig, um von den Web-Service-Schnittstellen zu abstrahieren. Diese stellen Sprachbindungen für die eingesetzten Implementierungssprachen zur Verfügung (siehe nachfolgende Abbildung). Für die Integration in den Datenmanagement-Client DataFinder ist eine Bibliothek in Python notwendig. Diese wurde im DLR entwickelt. Im Rahmen des Vorhabens wurde diese Bibliothek um die Implementierung zur Abfrage (Query) von Provenance-Stores ergänzt.





**Abbildung 11: Provenance Client-Bibliothek**

In der Praxis ergaben sich mit dem eingesetzten Provenance-Store jedoch Probleme. Es wurden Tests mit verschiedenen Kombinationen von Provenance-Store-Versionen (aus den Projekten PASOA und Grid Provenance) und existierenden Client-side Libraries in Python und Java durchgeführt, um eine funktionierende Kombination mit komplettem Funktionsumfang (Aufzeichnen und Abfragen) zu finden. Dazu mussten u.a. einige grobe Inkonsistenzen in der SOAP-Schnittstellendefinition (WSDL) des PASOA-Service korrigiert werden.

Es wurde mit der Neuimplementierung und Test einer Client-Side-Library in Python zur Kommunikation mit PASOA-Provenance-Stores durchgeführt. Die Implementierung erfolgte auf Basis von JPytype und der existierenden Client-Side-Library in Java. Dies war notwendig, da der auf ZSI-basierende SOAP-Client der Python-Library aus nicht nachvollziehbaren Gründen oft nicht aufzeichnen konnte und keine Detail-Queries an den PASOA-Store möglich sind. Dagegen ist neue Bibliothek ein Wrapper um die Java-CSL, deren SOAP-Kommunikation problemlos funktioniert.

Es wurde ein Konzept der Provenance-Anbindung in den DataFinder erstellt. Dazu wurde ein Provenance-aware System Model (PaSM) anhand des DataFinder-Datenmodells entwickelt und es wurden Recording-Patterns erstellt, die durch Ereignisse auf dem Datenmodell (z.B. Simulationsstart, Versions-Update von Daten oder Tools) gefüllt und zum Provenance-Store gesendet werden. Zusätzlich werden Provenance-Queries definiert, deren Query-Patterns aus dem Daten Modell gefüllt werden. Die Darstellung von Query-Ergebnisse in der DataFinder-GUI wird zunächst als XML-Tree erfolgen. Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen exemplarisch die Provenance-Modelle für das Anmelden des Benutzers und für das Anlegen neuer Verzeichnisse im DataFinder.

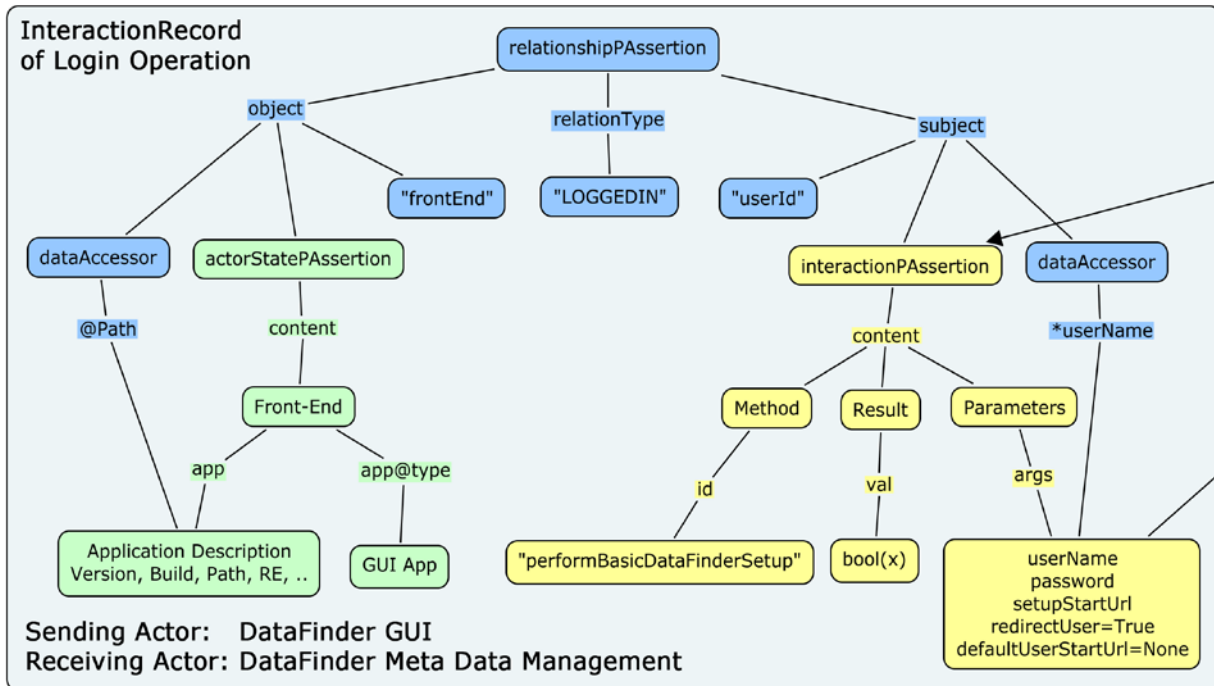


Abbildung 12: Provenance-Modell für Login-Operation

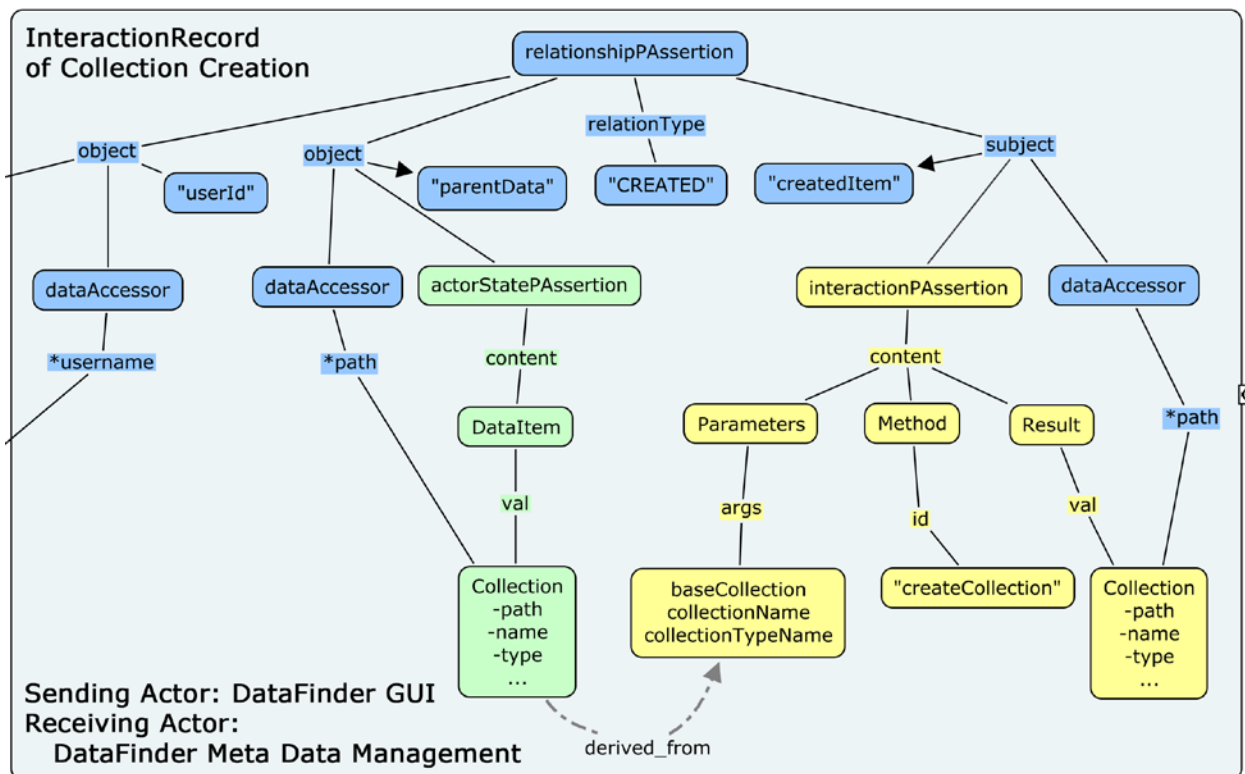
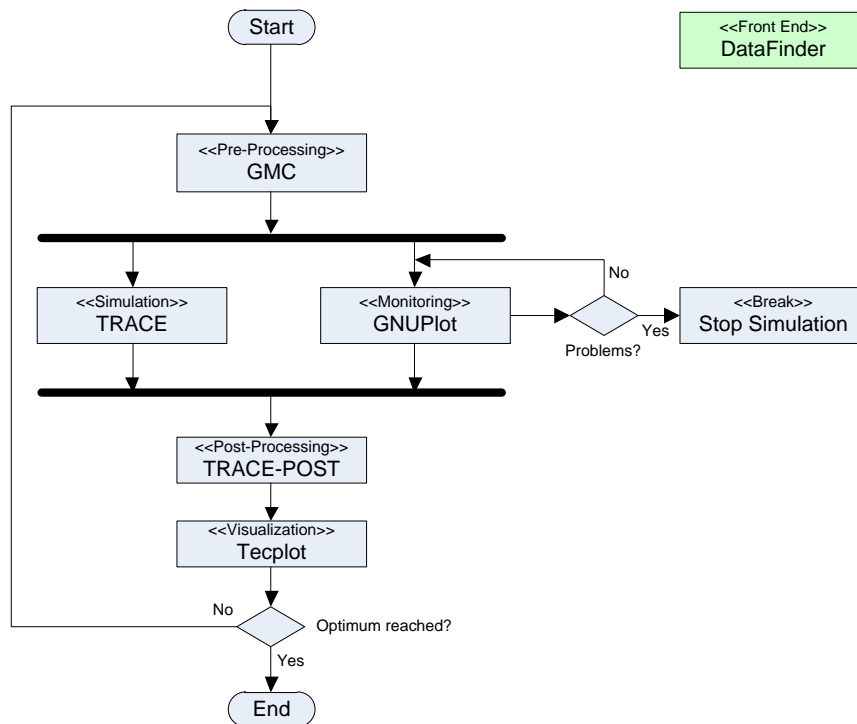


Abbildung 13: Provenance-Modell zum Anlegen eines Datensatzes

## AP 4.2 Code-Integration TRACE

Während des Projekts wurde der Workflow zur Benutzung des TRACE-Codes vereinfacht (Abbildung 14). Dies erlaubt eine einfachere Nutzung des Codes in verteilten Umgebungen und auf Cluster-Systemen.



**Abbildung 14: TRACE-Workflow**

Der TRACE-Code sowie die zugehörigen Pre- & Postprocessingtools sind erfolgreich auf dem AeroGrid-Cluster integriert worden. Das Cluster wurde aus Sondermitteln des BMBF zur Verwendung in dem Projekt AeroGrid sowie im D-Grid angeschafft. Auf dieser Plattform ist die notwendige Softwareumgebung für die Triebwerkssimulation geschaffen worden.

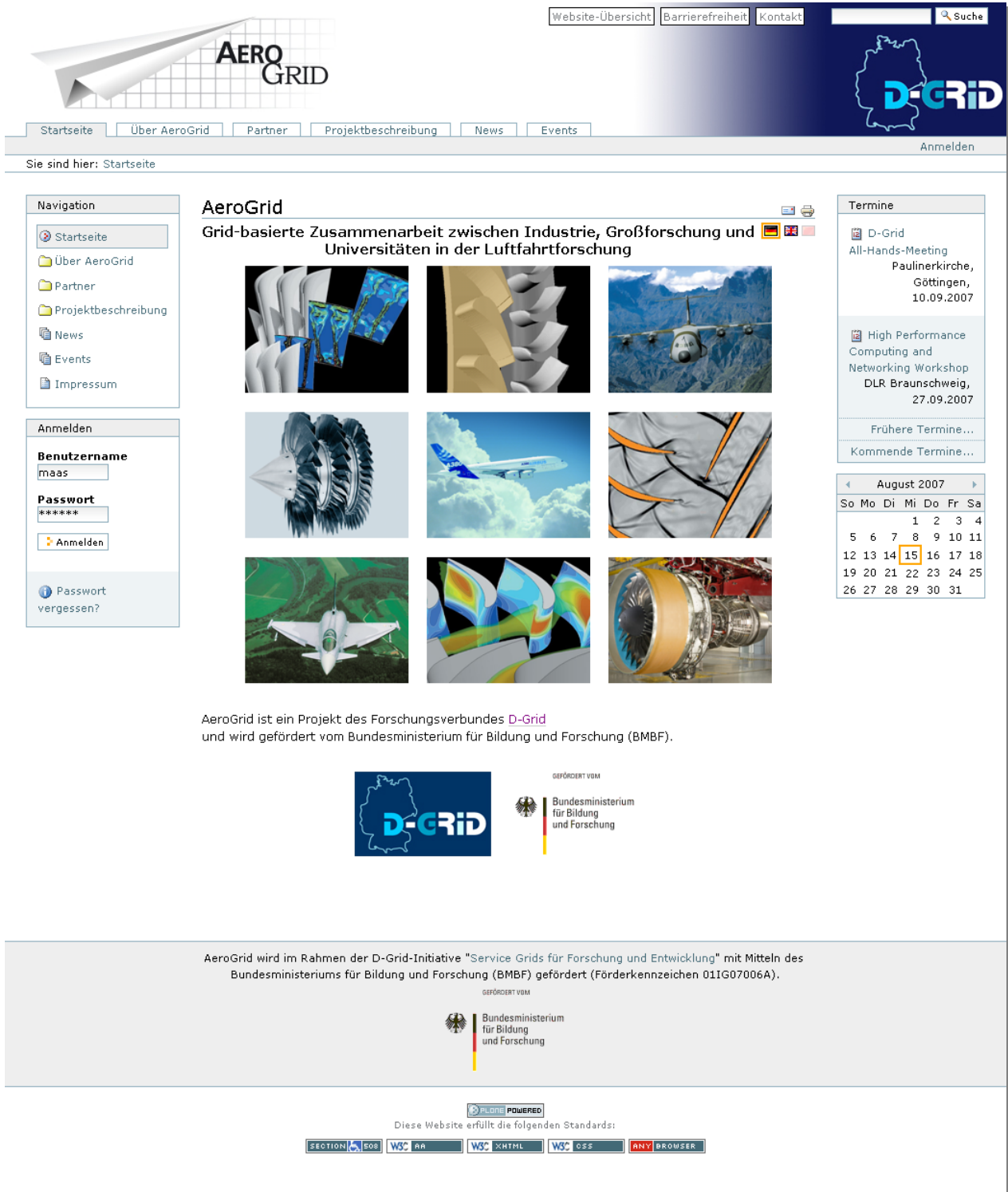
Zur Extraktion von Metadaten aus den Simulationsergebnissen wurde eine Reihe von Tools zum Manipulieren von Dateien im CGNS-Format evaluiert. Problematisch war dabei, dass die meisten CGNS-Bibliotheken die neueste Version des CGNS-Standards noch nicht unterstützten. Im Projekt wurde dann eine von der UniBwM entwickelte Software eingesetzt. Für diese, von UniBwM entwickelte, Komponente zum Extrahieren von Daten aus Dateien im CGNS-Format (CGNS-Lesemodul) wurde zusätzlich eine Windows-Distribution erstellt, getestet und den Partnern zur Verfügung gestellt.

## AP 6 Projektkoordination

Im Rahmen der Projektkoordination wurde als erstes ein Kooperationsverbundvertrag zur Regelung der Zusammenarbeit zwischen den Partnern DLR, MTU Aero Engines und T-Systems SfR sowie ein gesonderter Vertrag zwischen den genannten Partnern und der Universität der Bundeswehr abgeschlossen.

Für öffentliche Darstellung des Projekts wurde eine Website auf Basis des Content-Management-Systems Plone erstellt (<http://www.aero-grid.de>, Abbildung 15). Die Webseite wurde auch auf Englisch und Chinesisch übersetzt.

Zur Projektinternen Kommunikation und zum Datenaustausch wurden ein Wiki, eine Dokumentenablage in Form einer Sharpoint-Teamsite und verschiedene Mailinglisten eingerichtet.



**AeroGrid**  
Grid-basierte Zusammenarbeit zwischen Industrie, Großforschung und Universitäten in der Luftfahrtforschung

**Navigation**

- Startseite
- Über AeroGrid
- Partner
- Projektbeschreibung
- News
- Events
- Impressum

**Anmelden**

**Benutzername**  
maas

**Passwort**  
\*\*\*\*\*

Anmelden

Passwort vergessen?

**Termine**



- D-Grid All-Hands-Meeting Paulinerkirche, Göttingen, 10.09.2007
- High Performance Computing and Networking Workshop DLR Braunschweig, 27.09.2007

Frühere Termine...  
Kommende Termine...


**August 2007**

So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

AeroGrid ist ein Projekt des Forschungsverbundes **D-Grid** und wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

 **GEFÖRDERT VOM**  
 **Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**

AeroGrid wird im Rahmen der D-Grid-Initiative "Service Grids für Forschung und Entwicklung" mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (Förderkennzeichen 01IG07006A).

**GEFÖRDERT VOM**  
 **Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**

**PLONE POWERED**

Diese Website erfüllt die folgenden Standards:

SECTION | ISO9 | W3C AIR | W3C XHTML | W3C CSS | ONLY BROWSER

**Abbildung 15: Projektwebseite www.AeroGrid.de**

Im Rahmen der D-Grid-Sonderinvestitionen wurde ein Rechencluster der Firma SUN Microsystems beschafft.

Für die D-Grid All-Hands-Meetings in Göttingen wurden Poster über AeroGrid erstellt.



Auf dem International Provenance and Annotation Workshop (IPAW'08) an der University of Utah wurden zwei Poster präsentiert und zwei Kurzvorträge gehalten:

- A Python Library for Provenance Recording and Querying (Carsten Bochner, Roland Gude und Andreas Schreiber).
- Requirements for a Provenance Visualization Component (Markus Kunde, Henning Bergmeyer und Andreas Schreiber)

Auf dem Korea e-Science All-Hands-Meeting 2008 am KISTI (Daejeon, Korea) wurde in einem Vortrag D-Grid und AeroGrid vorgestellt.

- Scientific Data and Knowledge Management in Aerospace Engineering (Andreas Schreiber)

AeroGrid war im Technical Advisory Board von D-Grid als Vertreter der UNICORE-Communities vertreten und hat dort auch die Sprecher-Rolle (A. Schreiber).

Auf folgenden Veranstaltungen wurden AeroGrid oder Ergebnisse aus AeroGrid vorgestellt:

- Provenance-Aufzeichnung und -Analyse für Grid Workflows (Andreas Schreiber, Grid Workflow Workshop 2009, 05./06. März 2009, Berlin, organisiert durch BIS-Grid)
- Scientific Data Management in Grid Environments using DataFinder (Anastasia Eifer, 5. Black-Forest-Grid-Workshop, 23./24. April 2009, Freiburg)
- Mixing Python and Java – How Python and Java can communicate and work together (Andreas Schreiber, EuroPython 2009, 30.06.2009, Birmingham).

Im Linux-Magazin ist ein Populär-Artikel über die Nutzung von Linux in der Luft- und Raumfahrt erschienen, in dem auch AeroGrid und der DataFinder vorgestellt werden:

- Pinguin in Flugformation – Linux in der Luft- und Raumfahrt (Frank Dannemann, Andreas Schreiber). Linux-Magazin, Ausgabe 07/09.

Auf folgenden Veranstaltungen wurden AeroGrid oder Ergebnisse aus AeroGrid vorgestellt:

- Schlauch, Tobias und Eifer, Anastasia und Soddemann, Thomas und Schreiber, Andreas (2009). A Data Management System for UNICORE 6. EuroPar 2009 Workshops - UNICORE Summit 2009 , Delft, Niederlande.
- Eifer, Anastasia und Beck-Ratzka, Alexander und Schreiber, Andreas (2009). JavaGAT Adaptor for UNICORE 6 - Development and Evaluation in the Project AeroGrid. EuroPar 2009 Workshops - UNICORE Summit 2009 , Delft, Niederlande.
- Schreiber, Andreas und Rühmkorf, Jens und Seider, Doreen (2009). Scientific Data and Knowledge Management in Aerospace Engineering. The Third International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences (ADVCOMP09) , 11-16 Oct 2009 , Sliema, Malta.
- Eifer, Anastasia (2009). Metadaten in AeroGrid. Metadaten-Workshop des DGI-2 FG4.
- Backhaus, Jan (2009). Das AeroGrid-Projekt aus Anwendersicht. Workshop „Numerische Simulationen im D-Grid“, Göttingen.
- Schreiber, Andreas (2011). Security and Trust in an Industrial Grid Project. ISGC 2011, Taipei, Taiwan.

## Veröffentlichungen

- [1] **Bochner, Carsten** und **Gude, Roland** und **Schreiber, Andreas** (2008): *A Python Library for Provenance Recording and Querying*. Provenance and Annotation of Data and Processes, Springer Lecture Notes in Computer Science, 5272, Seiten 229-240
- [2] **Kunde, Markus** und **Bergmeyer, Henning** und **Schreiber, Andreas** (2008): *Requirements for a Provenance Visualization Component*. Provenance and Annotation of Data and Processes, Springer Lecture Notes in Computer Science 5272, Seiten 241-252
- [3] **Eifer, Anastasia** und Beck-Ratzka, Alexander und **Schreiber, Andreas** (2009): *JavaGAT Adaptor for UNICORE 6 - Development and Evaluation in the Project AeroGrid*. Springer Lecture Notes in Computer Science 6043, Seiten 315-324
- [4] **Schlauch, Tobias** und **Eifer, Anastasia** und Soddemann, Thomas und **Schreiber, Andreas** (2009): *A Data Management System for UNICORE 6*. Springer Lecture Notes in Computer Science 6043, Seiten 353-362
- [5] **Schreiber, Andreas** und **Rühmkorf, Jens** und **Seider, Doreen** (2009): *Scientific Data and Knowledge Management in Aerospace Engineering*. The Third International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences (ADVCOMP09), 11-16 Oct 2009, Sliema, Malta
- [6] **Dannemann, Frank** und **Schreiber, Andreas** (2009): *Penguin in Flugformation*. Linux-Magazin, 2009 (7), 37-39, Linux New Media AG
- [7] Streit, Achim und Bala, Piotr und Beck-Ratzka, Alexander und Krzysztof, Benedyczak und Bergmann, Sandra und Breu, Rebecca und Daivandy, Jason Milad und Demuth, Bastian und **Eifer, Anastasia** und Giesler, André und Hagemeier, Björn und Holl, Sonja und Huber, Valentina und Lamla, Nadine und Mallmann, Daniel und Memon, Ahmed Shiraz und Memon, Mohammad Shahbaz und Rambadt, Michael und Riedel, Morris und Romberg, Mathilde und Schuller, Bernd und **Schlauch, Tobias** und **Schreiber, Andreas** und Soddemann, Thomas und Ziegler, Wolfgang (2010): *UNICORE 6 – Recent and Future Advancements*. Forschungszentrum Jülich Zentralbibliothek, 40 S.
- [8] Streit, Achim und Bala, Piotr und Beck-Ratzka, Alexander und Benedyczak, Krzysztof und Bergmann, Sandra und Breu, Rebecca und Daivandy, Jason Milad und Demuth, Bastian und **Eifer, Anastasia** und Giesler, André und Hagemeier, Björn und Holl, Sonja und Huber, Valentina und Lamla, Nadine und Mallmann, Daniel und Memon, Ahmed Shiraz und Memon, Mohammad Shahbaz und Rambadt, Michael und Riedel, Morris und Romberg, Mathilde und Schuller, Bernd und **Schlauch, Tobias** und **Schreiber, Andreas** und Soddemann, Thomas und Ziegler, Wolfgang (2010): *UNICORE 6 - Recent and Future Advancements*. Annals of Telecommunications. Springer-Verlag. DOI: 10.1007/s12243-010-0195-x. ISSN 0003-4347.