

Prozessunterstützung durch Grid-Workflows

Anwendungen in Medizin, Baubranche
und Umweltsimulation

Steffen Unger
Andreas Hoheisel



Fraunhofer Institut
Rechnerarchitektur
und Softwaretechnik



Übersicht

- Fraunhofer FIRST
- Prozessunterstützung im Grid
- Definition „Grid-Workflow“
- Grid Workflow Execution Service
 - Abstrakte Modellierung von Workflows mit High-Level-Petrinetzen
 - Abbildung auf ausführbare Workflows
 - Fehlertolerante Ausführung von Workflows
- Anwendungen
 - Medizin
 - Baubranche
 - Umweltsimulation

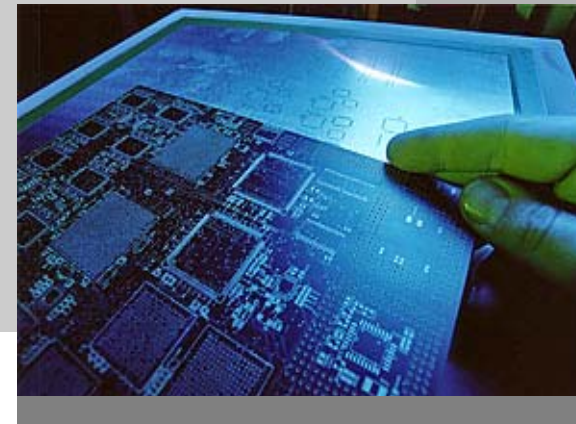
Fraunhofer FIRST

Mission

Komplexe Systeme – natürliche wie künstliche – bestimmen heute unser Leben, in Technik und Natur, in Beruf und Freizeit.

Solche Systeme zu verstehen, zu kontrollieren und zu erhalten, ist eine große Herausforderung.

Wir liefern die nötigen Werkzeuge zur Kontrolle und Analyse komplexer Systeme und unterstützen unsere Kunden aus Forschung und Industrie bei der Entwicklung effizienter Software.



FIRST auf einem Blick

- Standort: Berlin-Adlershof
- Mitarbeiter 2006: 120
- Gesamthaushalt 2006: 8,5 Mio. Euro (Personal, Sachmittel und Investitionen), davon 60% Drittmittel
- Gegründet: 1983, seit 2001 Teil der Fraunhofer-Gesellschaft



Abteilungen

- Eingebettete Systeme: Die Entwicklung im Griff
- Interaktive Systeme: Schnittstellen zur digitalen Welt
- Intelligente Datenanalyse: Durchblick im Datenschwungel



Interaktive Systeme (ISY)

Die Schnittstelle zur digitalen Welt

- Wir entwickeln Interaktions- und Visualisierungstechnologien, bei denen die effektive und natürliche Kommunikation zwischen Mensch und Maschine im Vordergrund steht. Wir bieten Simulationswerkzeuge und Grid-Technologien, um komplexe Prozesse detailgetreu abzubilden und Arbeitsabläufe optimal zu gestalten.

Marktbereiche:

- Simulation
- Interaktion und Assistenz



Prozess- unterstützung

Prozessunterstützung

Die Ausführung komplexer Prozessabläufe in einer verteilten und heterogenen Rechner- und Softwareumgebung bildet eine der Kernaufgaben des IT-unterstützten Arbeitens in Industrie und Wissenschaft.

Ziel: Unterstützung der Prozesse durch

- Modellieren der Prozesse: Intuitiv, formell, überprüfbar, unabhängig von der Infrastruktur
- Automatisierung der Prozessabläufe (Kontroll- und Datenfluss)
- Automatisches Finden geeigneter Ressourcen
- Optimierte Zuordnung der Aktivitäten und Planung von Ressourcen
- Fehlertolerante, persistente und sichere Ausführung der Prozesse
- Unterstützung von Ad-hoc Änderungen
- Kontrolle und Protokollierung der Prozesse



Grid-Workflows

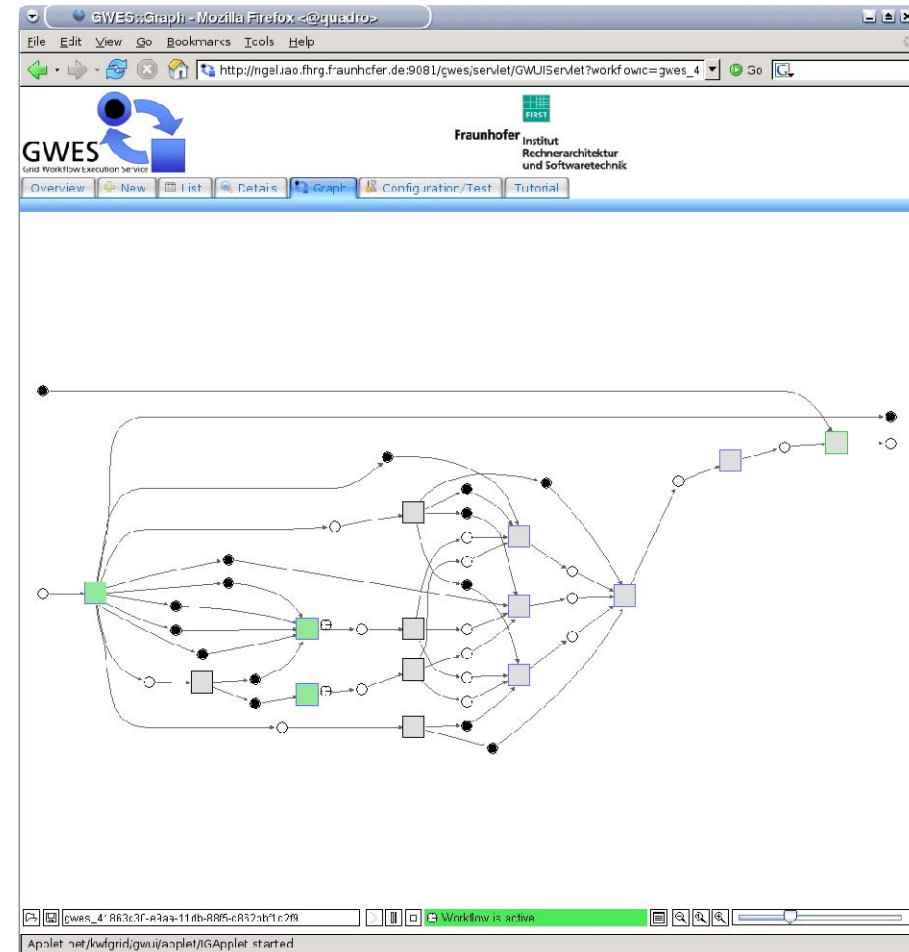
= **Automatisierung von IT-Prozessabläufen
in einer Grid-Umgebung**

State-of-the-Art

- Bislang keine einheitliche Grid-Middleware
- Kein einheitlicher und akzeptierter Standard für die formale Beschreibung von Workflows von Grid-Anwendungen
- Keine ausreichende Berücksichtigung der Besonderheiten im Grid
- Choreographie, Orchestrierung und Ausführung von Grid-Anwendungen meist sequentielle Prozessschritte ohne Interaktion
- Die meisten Ansätze sind nicht für den Endanwender mit geringen Informatikkenntnissen geeignet (nicht intuitiv, keine abstrakte Modellierung)

Grid Workflow Execution Service (GWES)

- Automatisierung von IT-Prozessen
- Interaktion mit dem Nutzer
- Ressourcenabstrahierung mit automatischer und dynamischer Abbildung auf jeweils geeignete Hard- und Softwareressourcen
- Workflow-Aktivitäten: GT4-Jobs + Webservice-Methodenaufrufe + Transfer von Daten + ...
- Fehlertoleranz, Persistenz
- Anwendungsbereiche: Medizinforschung, Verkehrsmanagement, Flutvorhersage, Risikoanalyse, Warenwirtschaft, Bauindustrie, ...



Geschichte des „Grid Workflow Execution Service“

- **Fraunhofer Resource Grid** **Seit 2001**: Erster Prototyp einer Petri-Netz-basierten Workflow-Engine auf Basis von Globus Toolkit 2.4
- **K-Wf Grid (EU)** **2004–2007**: Automatische Erstellung und Ausführung von Workflows, Redesign und Portierung des GWES auf Web-Services + Globus Toolkit 4
- **CoreGrid (EU)** **2004–2008**: Standardisierung der GWorkflowDL, Interoperabilität mit anderen Systemen (z.B. LCG, gLite)
- **Instant-Grid (BMBF)** **2005–2007**: Betriebssystem + Grid-Middleware + Workflow-Management + Anwendungen = Knoppix-CD
- **Enterprise Grids (Fraunhofer)** **2005–2008**: Anpassung für industriellen Einsatz
- **MediGrid (D-Grid)** **2005–2008**: Workflows für die medizinische Forschung, Anpassung an D-Grid, Meta-Scheduling
- **BauVOGrid (D-Grid)** **2007–2010**: Workflows für die Bauindustrie (z.B. Mängelerfassung)



Choreographie:

Abstrakte Modellierung von lose gekoppelten Grid-Anwendungen mittels „High-Level Petrinetzen“

Grid-Workflow-Beschreibungssprachen

Inhärentes Modell

Workflow wird verteilt innerhalb der Softwarekomponenten definiert
(z.B. MPI, CORBA, Cactus)

Externes Modell

Workflow wird oberhalb der Softwarekomponenten definiert
Globale Sicht des Workflows
(z.B. skript- oder graphbasiert)

Skriptsprachen

GridAnt, JPython (XCAT)

Kombiniert

WSFL, XLANG, BPEL4WS, UNICORE, GSFL

Netze/Graphen

DAG-basiert: Condor DAGman, Symphony
Petrinetzbasiert: GWorkflowDL

Warum Petrinetze?

BPEL

Sehr komplexe Semantik
Keine geeigneten Abstraktionsmechanismen
Für Validierung nicht formal genug
Kein „stabiler“ Standard

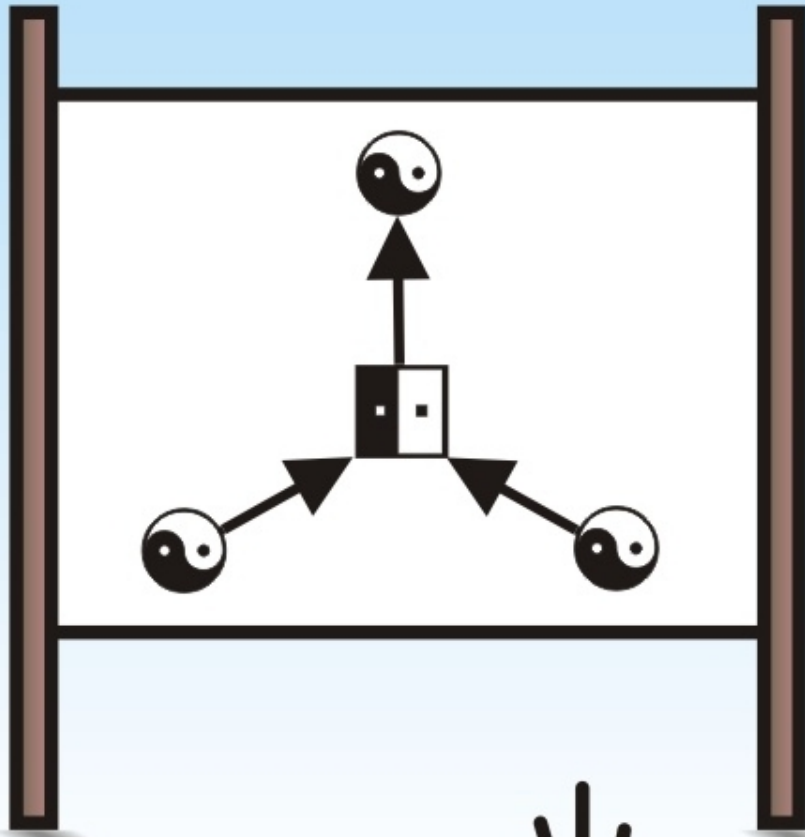
DAG-basiert

Directed Acylic Graph
Zustand und Schleifen werden nicht explizit durch
Graphen modelliert


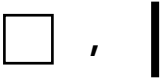
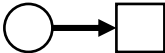
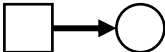

Petrinetzbasiert

Zustand und Aktionen werden explizit modelliert
Umfangreiche Theorie verfügbar
Einfach
Ausdrucksstark
Intuitive Visualisierung möglich

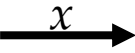
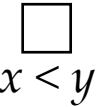
Konvertierung von anderen Workflow-Sprachen
möglich (z.B. BPEL2PN, ARIS-EPKs, ...)



Konzept – High-Level Petrinetze

-  **Stellen** Repräsentieren Platzhalter für Daten oder Marken
-  **Transitionen** Repräsentieren (abstrakte) Operationen (z.B. Web-Service-Methodenaufruf oder Ausführung eines Programms)
-  **Kanten von Stellen nach Transitionen (Flussrelation)**
-  **Kanten von Transitionen nach Stellen (Flussrelation)**
-  **Kapazität** Maximale Anzahl von Marken auf einer Stelle

Verknüpfung mit realen Daten

- **Unterscheidbare Marken** Beinhalten reale Daten (Parameter, Seiteneffekte) oder stellen einen Zustand dar (z.B. done, failed)
-  **Kantenanschrift** Repräsentiert Variablennamen der Operation (z.B. SOAP message parts) oder XPath-Ausdrücke
-  **Bedingung** Aktivierte Transitionen schalten nur, wenn alle Bedingungen wahr sind (XPath)

Terminologie – High-Level Petrinetze

aktiviert (*enabled*)

Eine Transition heißt „aktiviert“ (*enabled*) wenn:

- mindestens eine Marke auf allen Eingabestellen vorhanden ist *und*
- keine der Ausgabestellen ihre Kapazität erreicht hat

schalten (*occur, fire*)

Aktivierte Transitionen können „schalten“ (*fire*) indem sie eine Marke von jeder Eingabestelle nehmen (z.B. Eingabedaten, Vorbedingungen) und eine neue Marke auf jede Ausgabestelle legen (z.B. Ausgabedaten, Seiteneffekte).

Verfeinerung (*refinement*)

Ein Teil eines Petrinetzes kann durch ein Sub-Petrinetz ersetzt werden

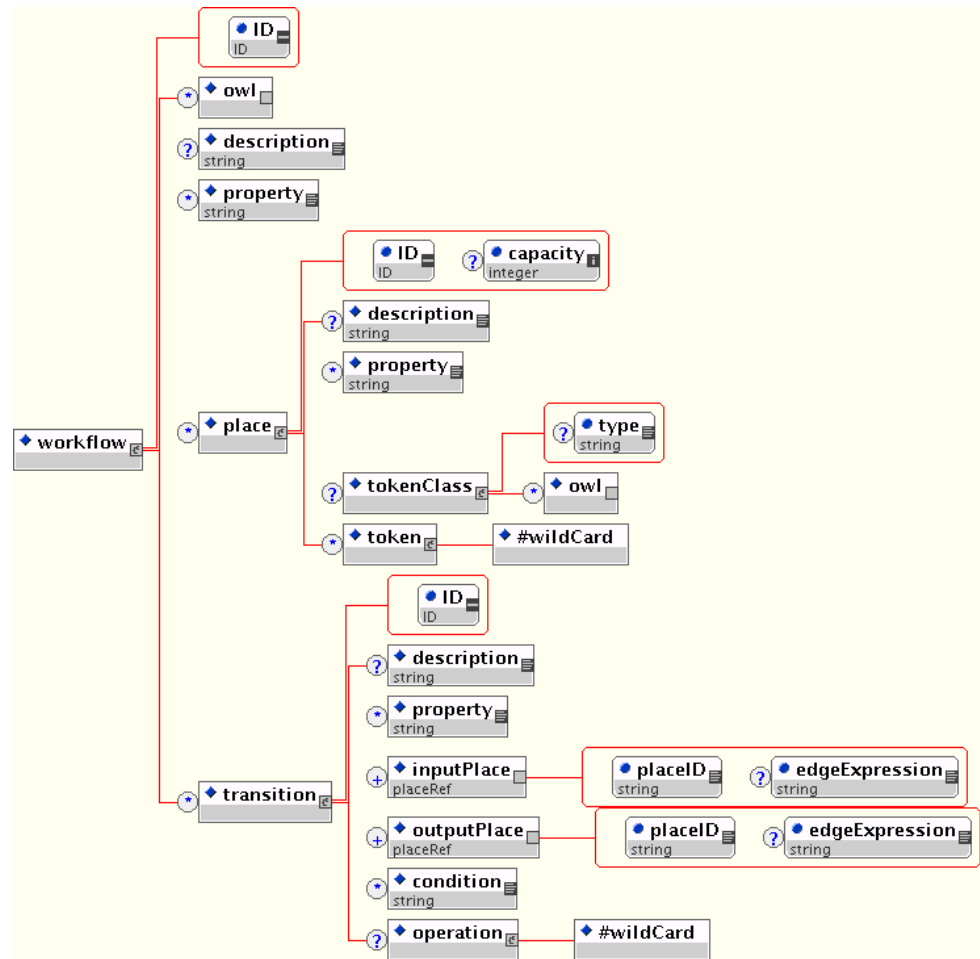
Grid Workflow Description Language (GWorkflowDL)

XML

Basiert auf Petrinetzen

Sprache unabhängig von der
Grid-Infrastruktur

Unterstützt verschiedene
Abstraktionsstufen in einer
Sprache

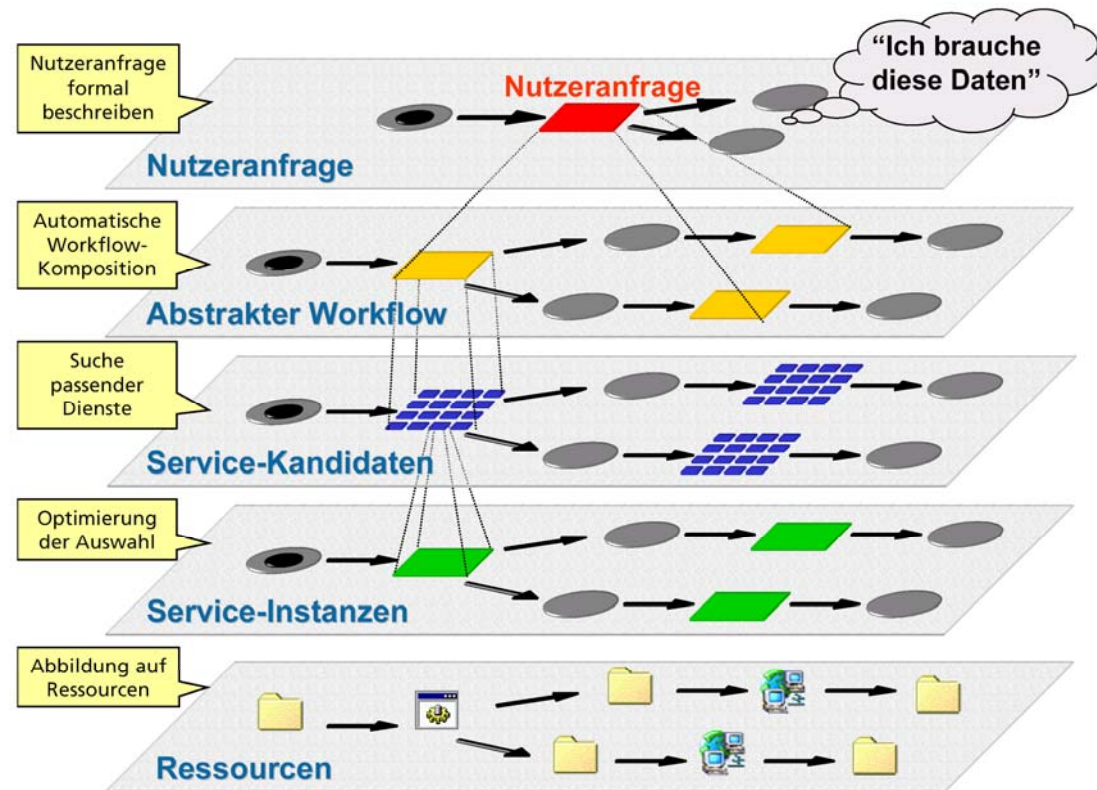


Orchestrierung:

Abbildung auf konkrete
(ausführbare) Workflows

Ressourcenabbildung und Scheduling

- Im Grid können Ressourcen (Software, Hardware, Dienste, Daten) jederzeit wegfallen bzw. fehlschlagen oder auch neu hinzukommen
- Daher sollten möglichst abstrakte Prozessabläufe definiert werden, die dann erst zur Laufzeit auf die aktuell verfügbaren Ressourcen abgebildet werden

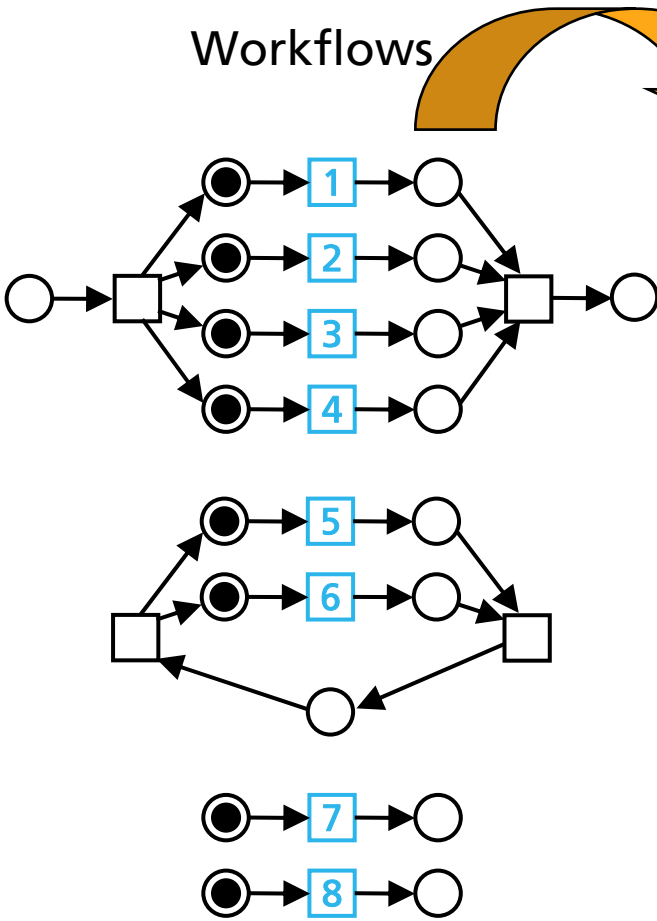


Workflow-Scheduler (bzw. Resource-Selector)

- Ziel: Einfache und robuste Optimierung der Ressourcenauswahl
 - Maximierung der Auslastung verfügbarer Rechenknoten (unabhängig Ihrer Leistungsfähigkeit)
 - Optimierung der Effizienz (= Durchsatz) für das gesamte Grid
 - „Time-Sharing“ erlaubt (bei Fork)
 - In Arbeit: Optimierung der Ausführungsdauer von einzelnen Aktivitäten oder Workflows
 - In Arbeit: „Advanced Reservation“
- Konzept: Alle passenden Ressourcen mit einer „Qualität“ größer als ein Schwellwert werden zufallsverteilt den Workflow-Aktivitäten der Warteschlange zugeordnet, beginnend bei hoher Priorität

Beispiel

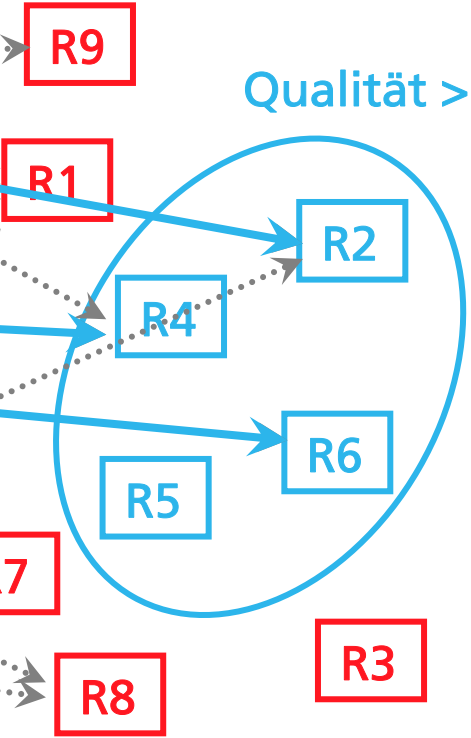
Workflows



Aktivitäten

- Aktivität 5
- Aktivität 6
- Aktivität 1
- Aktivität 2
- Aktivität 3
- Aktivität 4
- Aktivität 7
- Aktivität 8

Ressourcen



hohe
Priorität

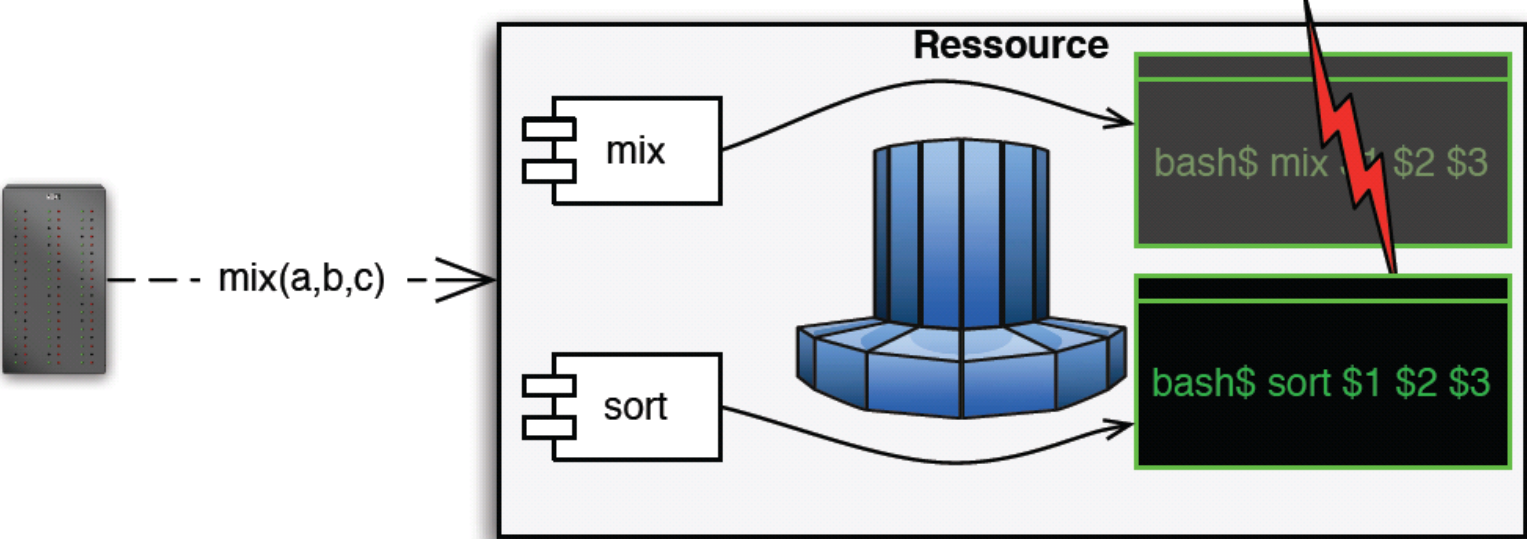
niedrige
Priorität

Qualität > 0.8

Fehlertolerante Workflows

In Zusammenarbeit mit der Uni Potsdam
Bettina Schnor, Matthias Schulz

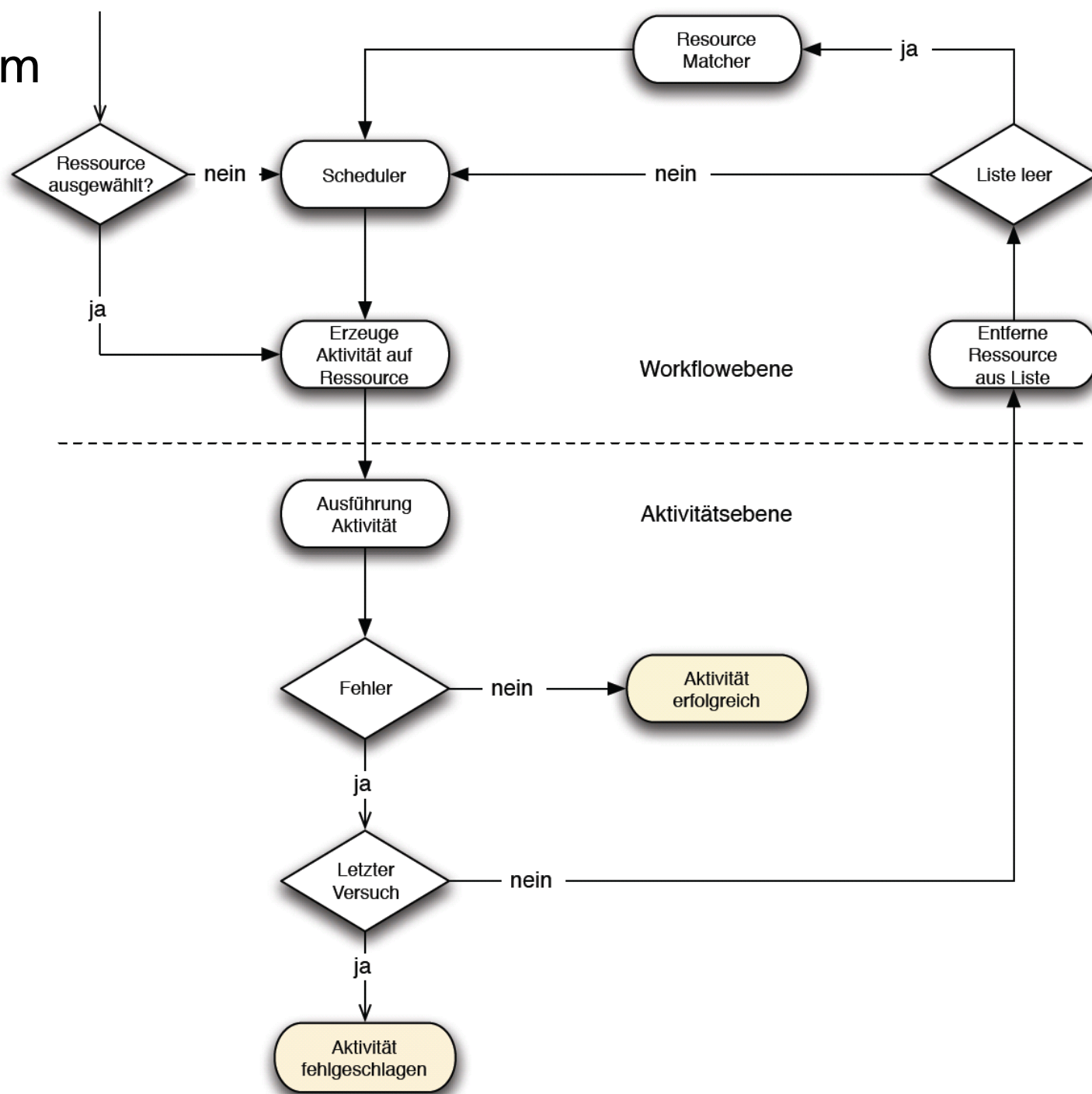
Beispiel für Interaktionsfehler im Grid

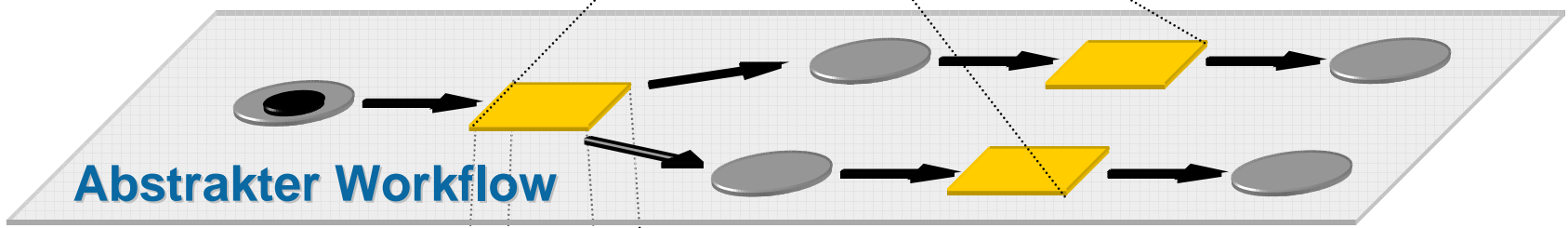
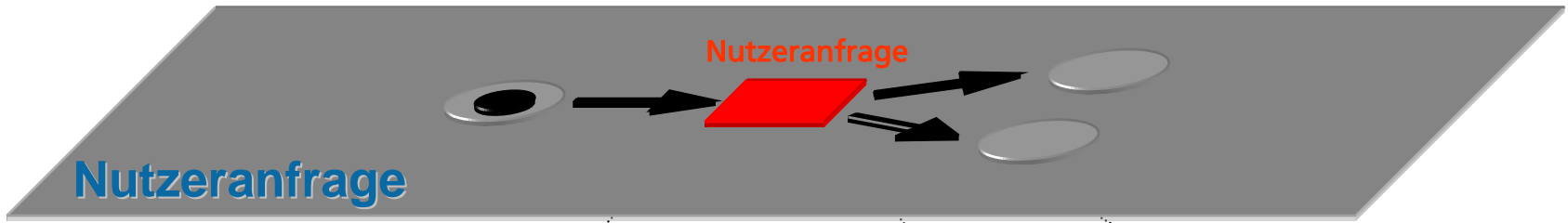


(Quelle: Schulz, 2007)

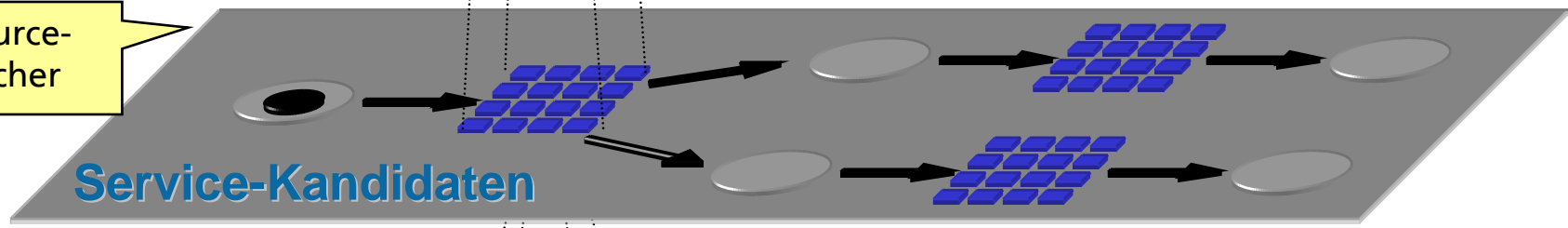
Ablaufdiagramm implizite Fehlertoleranz

(Quelle: Schulz, 2007)

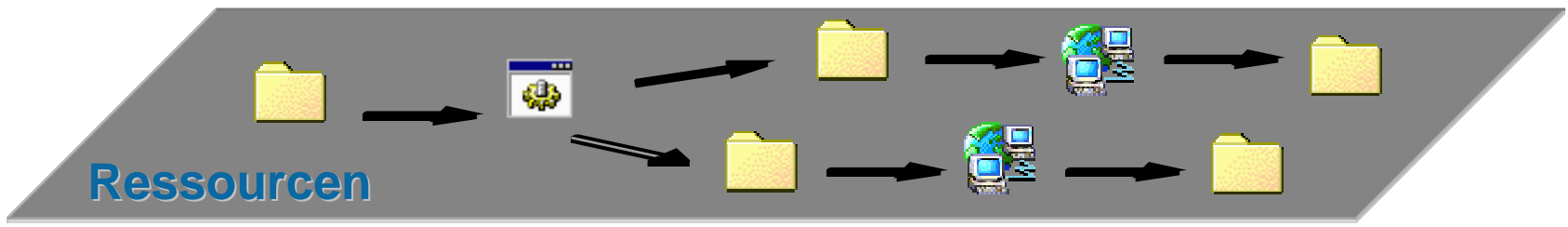
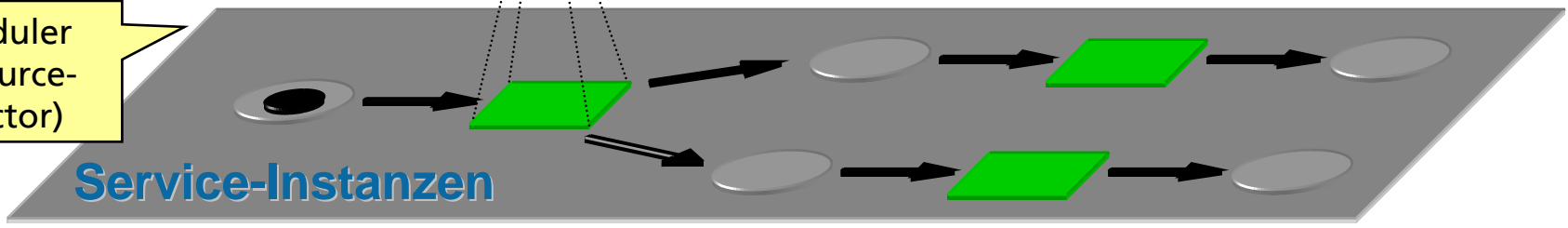




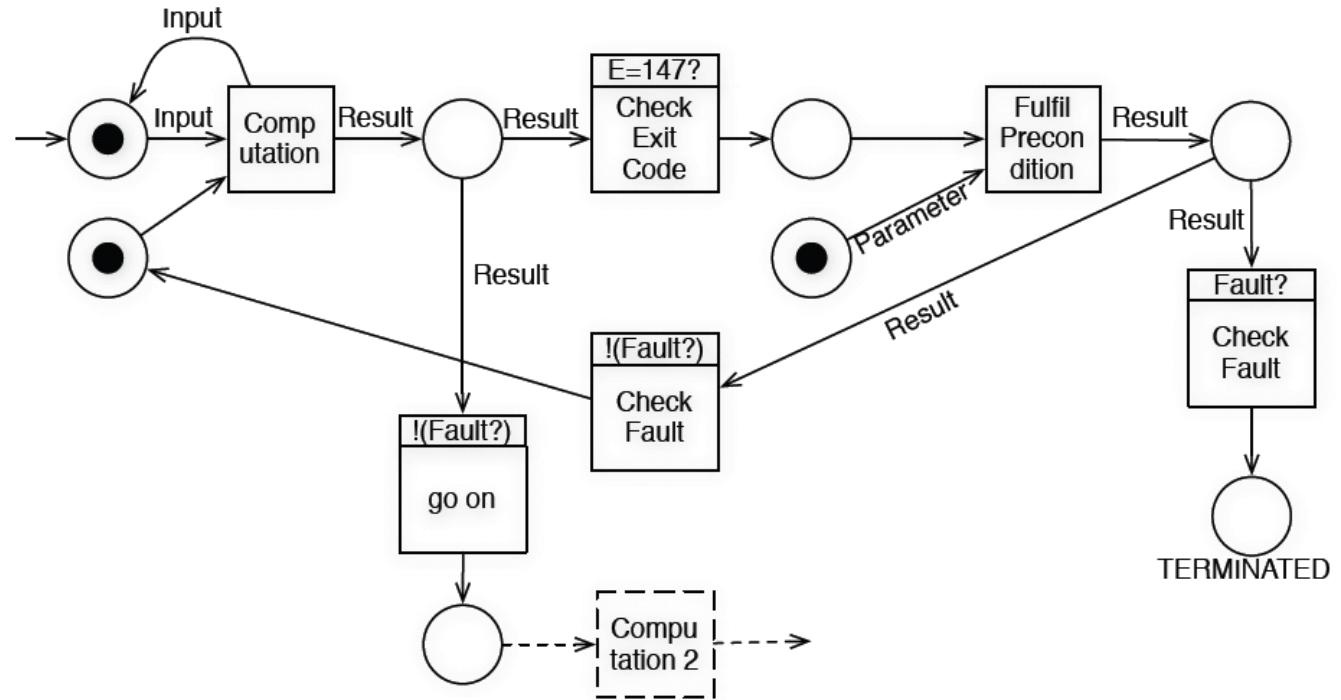
Resource-Matcher



Scheduler (Resource-Selector)



Beispiel für explizit modellierte Fehlertoleranz

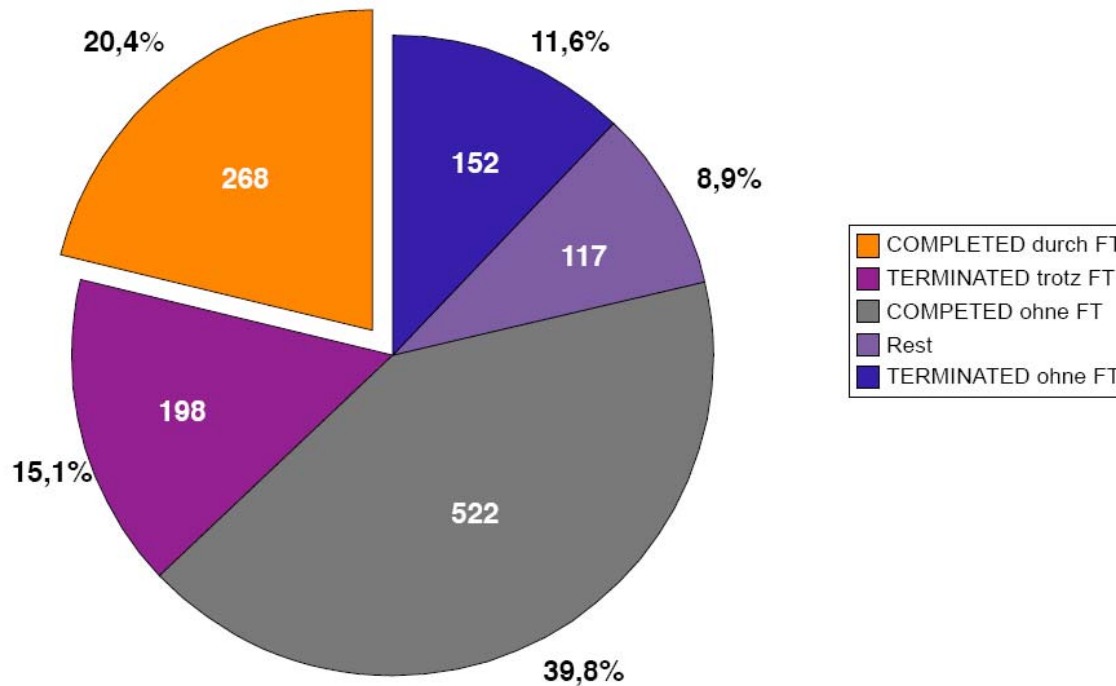


Workflow ohne Fehlertoleranz

Workflow mit Fehlertoleranz: Starten eines Lizenzservers falls Fehler „147“ auftritt und Wiederholung der Aktivität

(Quelle: Schulz, 2007)

Statistik: Zustände von MediGRID-Workflows



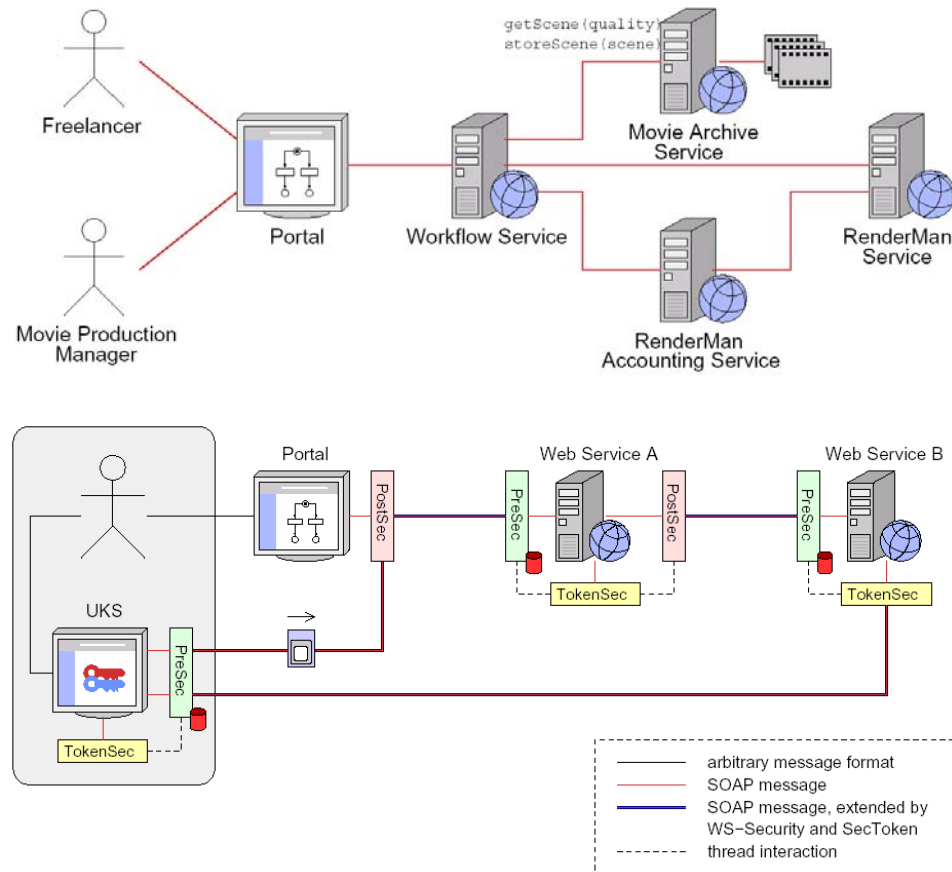
Verteilung der Zustände von MediGRID-Workflows für Oktober 2007: 20% der Workflows konnte wegen der Fehlertoleranz trotz Fehlschlagens einer Aktivität erfolgreich abgeschlossen werden (Quelle: Schulz, 2007)

Sicherheit für Grid-Workflows

Sicherheitsinfrastruktur für Grid-Workflows: „Yagsi“

- Abgestufte Sicherheit für SOAs
 - existierende Web-Service-Architekturen
 - Grid-Services
- Unterstützung Virtueller Organisationen
- Feingranulare und rollenbasierte Autorisierung
- Eingeschränkte Delegation von Rechten unter Kontrolle des Nutzers

In Zusammenarbeit mit der
 Uni-Potsdam
 (Bettina Schnor, Stephan Müller)



Anwendungen

MediGRID Anwendungscluster

Bioinformatik

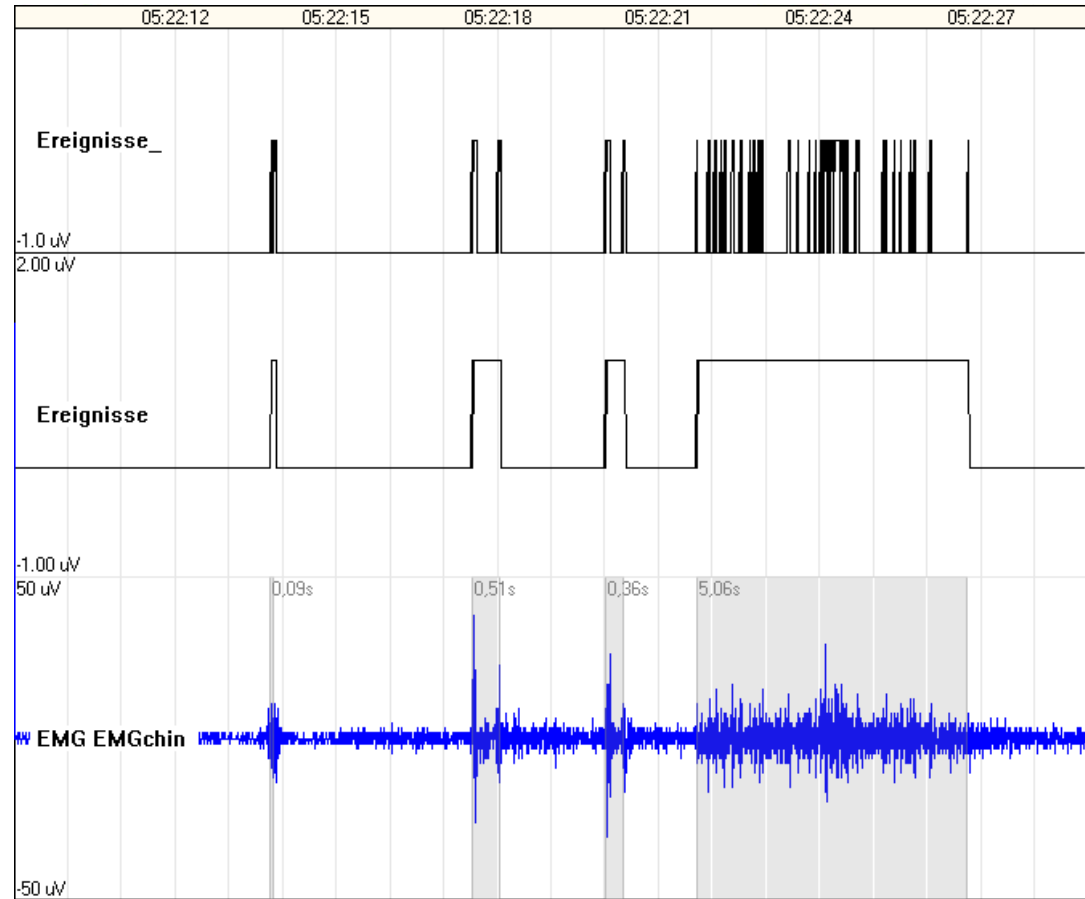
- Genomsequenzanalyse
- SNPSelection
- *RNAi*
- *Sequorr*

Medizinische Bildverarbeitung 3D Ultraschall Prostatabiopsie

- Virtuelle Gefäßchirurgie
- Analyse funktioneller Hirnbilddaten

Klinische Forschung

- Analyse klinischer Studien in der Neurologie



BauVOGrid – Ein Grid für die Baubranche

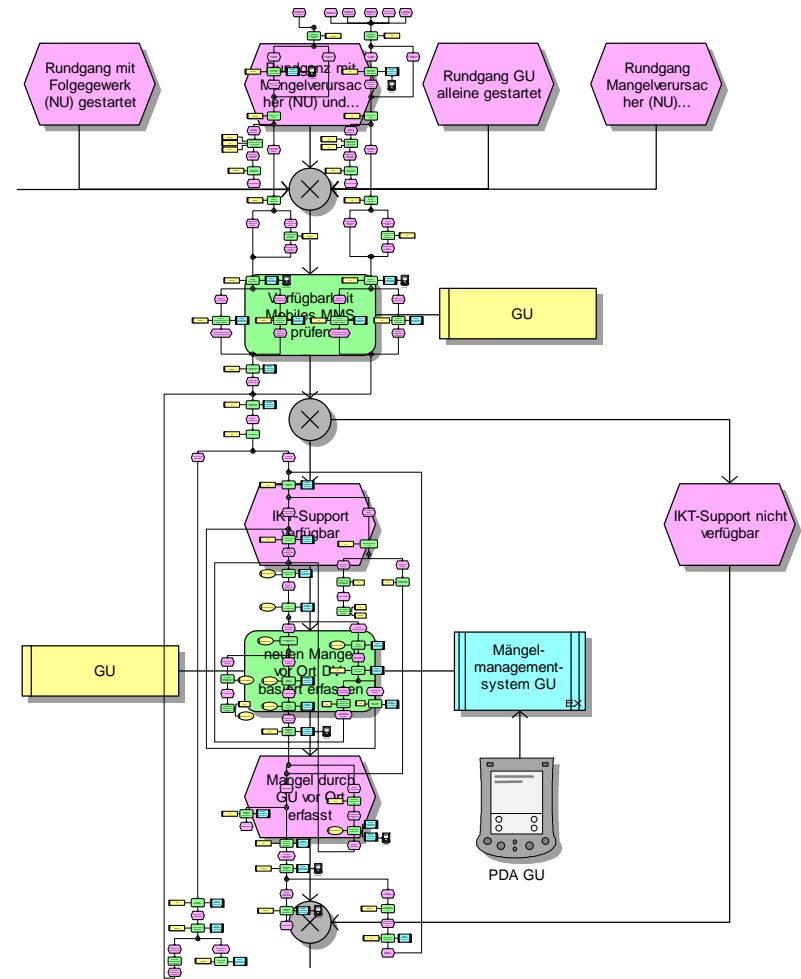
Verbesserung der Struktur, Funktionsweise und Operabilität virtueller Organisationen im Bauwesen

- Abbilden von Zuständigkeits- und Autorisierungsstrukturen
- Integration von Informationen aus unterschiedlichen Quellen
- Bereitstellen von Informationen im Büro als auch mobil
- Ermöglicht Ad-hoc Änderungen von Projektabläufen (z.B. ausgelöst durch Havarien)
- Mobile Erfassung von Prozessen und Prozess- sowie Produktionsständen auf der Baustelle



BauVOGrid – Kopplung von ARIS und GWES

- ARIS: Methode und Werkzeug vom Marktführer IDS Scheer zur Modellierung und Simulation von Geschäftsprozessen
- ARIS verwendet Ereignisprozessketten (EPK) – ähnlich Petrinetzen
- Ein Ziel in BauVOGrid: Abbildung von EPKs auf GWorkflowDL zur Ausführung von Workflows im Grid
- ARIS als Workflow-Editor, enge Integration mit EPKs



Umweltsimulation auf dem Grid

Risikomanagementsystem ERAMAS

- Environmental Risk Analysis and Management System

Szenario

- Nach einem Chemie- oder Transportunfall gelangen giftige Substanzen in die Atmosphäre, den Boden und das Grundwasser
- Einsatzkräfte benötigen innerhalb von 10 Minuten nach dem Unfall eine wissenschaftliche Prognose der Schadstoffausbreitung und der zu evakuierenden Gebiete

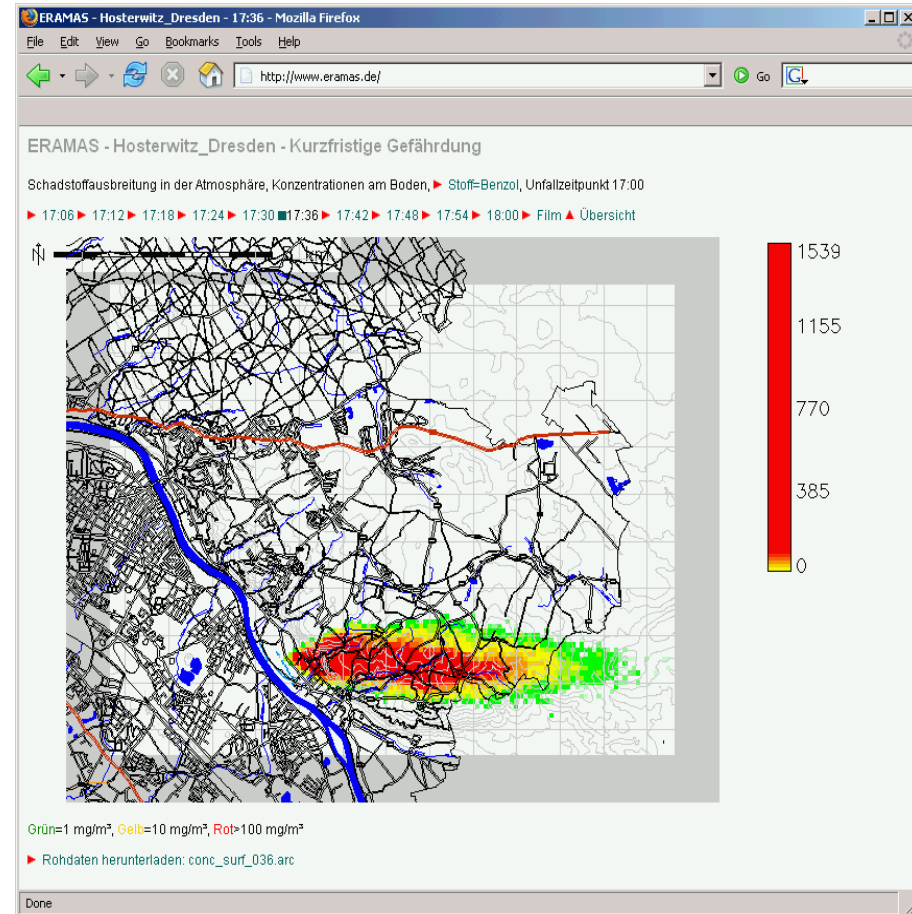


ERAMAS – Architektur



ERAMAS – Benutzerschnittstelle

- Web-basiert
- Mobile Endgeräte
 - Formularbasierte Eingabe von Unfalldaten
 - Starten und Kontrolle der Simulation
 - Visualisierung der Ergebnisse
- Keine Installation von zusätzlicher Software oder Hardware beim Nutzer nötig
- Zugriff auf umfangreiche Rechenressourcen über einfachen Web-Browser



Prozessunterstützung durch Grid Workflows

Unterstützung der Prozesse durch

- Modellieren der Prozesse: Intuitiv, formell, überprüfbar, ggf. unabhängig von der Infrastruktur
- Automatisierung der Prozessabläufe (Kontroll- und Datenfluss)
- Automatisches Finden geeigneter Ressourcen
- Optimierte Zuordnung der Aktivitäten und Planung von Ressourcen
- Fehlertolerante, persistente und sichere Ausführung der Prozesse
- Unterstützung von Ad-hoc Änderungen
- Kontrolle und Protokollierung der Prozesse

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

steffen.unger@first.fraunhofer.de

Download Grid Workflow Execution Service:

<http://www.gridworkflow.org/gwes/>

