



Lehrstuhl für
Wirtschaftsinformatik
Information Systems
Management

No. 22

Februar 2007

Bayreuther Arbeitspapiere zur Wirtschaftsinformatik

Thomas Reichmann

Vertrauensbildende Maßnahmen in Grid-Ökonomien

Bayreuth Reports on Information Systems Management



**UNIVERSITÄT
BAYREUTH**

ISSN 1864-9300

Die Arbeitspapiere des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik dienen der Darstellung vorläufiger Ergebnisse, die i. d. R. noch für spätere Veröffentlichungen überarbeitet werden. Die Autoren sind deshalb für kritische Hinweise dankbar.

Alle Rechte vorbehalten. Insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen – auch bei nur auszugsweiser Verwertung.

Author:

Thomas Reichmann

The Bayreuth Reports on Information Systems Management comprise preliminary results which will usually be revised for subsequent publications. Critical comments would be appreciated by the authors.

All rights reserved. No part of this report may be reproduced by any means, or translated.

**Information Systems and Management
Working Paper Series**

Edited by:

Prof. Dr. Torsten Eymann

Managing Assistant and Contact:

Raimund Matros
Universität Bayreuth
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (BWL VII)
Prof. Dr. Torsten Eymann
Universitätsstrasse 30
95447 Bayreuth
Germany

Email: raimund.matros@uni-bayreuth.de

ISSN 1864-9300

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Abstract	1
1 Einleitung	2
1.1 Vom Computational Grid zur Grid-Ökonomie	2
1.2 Beispiel einer Grid-Ökonomie (GRACE)	5
1.3 Problemstellung	7
1.3.1 Unsicherheit über die Qualität von Diensten und deren Anbieter	7
1.3.2 Unsicherheit über das Verhalten von Diensteanbietern	8
1.4 Zielsetzung und Ausgestaltung der Arbeit	9
2 Entwicklung eines informationsökonomischen Frameworks zur Überwindung von Marktunsicherheiten in Grid-Ökonomien	11
2.1 Einordnung und Gegenstand der Informationsökonomik	11
2.1.1 Die Informationsökonomik als ein Zweig der klassischen Mikroökonomie	11
2.1.2 Analyse von Märkten unter Unsicherheit und Unvollkommenheit von Informationen	13
2.2 Modelle zur Überwindung von Marktunsicherheiten	15
2.2.1 Suchkostenansätze	16
2.2.2 Qualitätsunsicherheitsansätze	19
2.2.3 Verhaltensunsicherheitsansätze	22
2.3 Zusammenfassung der Modellansätze zu einem Framework	25

3 Einordnung bestehender Arbeiten zur Vertrauensbildung in Grid-Ökonomien	27
3.1 Zur Bedeutung der Marktunsicherheitsansätze für die Grid-Ökonomie	27
3.2 Das Bereitstellen von Informationen am Beispiel von MDS-4 (Monitoring and Discovery Service)	31
3.2.1 Aufgabe	31
3.2.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)	32
3.2.3 Market Directory (GMD) – ein Verzeichnis für Grid-Ökonomien	33
3.2.4 Informationsökonomische Beurteilung	34
3.3 Die gezielte Suche nach Informationen am Beispiel des Nimrod-G Brokers	36
3.3.1 Aufgabe	36
3.3.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)	37
3.3.3 Informationsökonomische Beurteilung	40
3.4 Informationen über Qualitätseigenschaften am Beispiel von SLAs (Service Level Agreement)	40
3.4.1 Aufgabe	41
3.4.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)	42
3.4.3 SLA-Management durch SLAM	43
3.4.4 WS-Agreement	45
3.4.5 Informationsökonomische Beurteilung	46
3.5 Informationen über Vertrauenseigenschaften am Beispiel von Repage (Reputation und Image)	48
3.5.1 Aufgabe	48
3.5.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)	49
3.5.3 Informationsökonomische Beurteilung	52
3.6 Zusammenfassung	53

4 Kritische Analyse vertrauensbildender Maßnahmen in Grid-Ökonomien	56
4.1 Übertragung und Würdigung von Screening-Instrumenten für den Einsatz in Grid-Ökonomien	56
4.1.1 Prüfung	57
4.1.2 Selbstselektions-Schema	60
4.2 Übertragung und Würdigung von Signaling-Instrumenten für den Einsatz in Grid-Ökonomien	61
4.2.1 Exogen teure Signale	62
4.2.2 Bedingte Verträge	66
5 Zusammenfassung und Ausblick	69
Literaturverzeichnis	71

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: A Generic Grid Architecture for Computational Economy (Quelle: Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702)	6
Abb. 2: Einordnung der Informationsökonomik	13
Abb. 3: Unsicherheit innerhalb der Informationsökonomik	14
Abb. 4: Ansätze zur Überwindung von Marktunsicherheiten in Anlehnung an (Bayón 1997, S. 17)	16
Abb. 5: Möglichkeiten zur Informationsübertragung und -beschaffung	20
Abb. 6: Typen von Verhaltensunsicherheiten (Quelle: Weiber und Adler 1995b, S. 50)	23
Abb. 7: Framework zur Überwindung von Marktunsicherheiten	26
Abb. 8: Beschreibung eines Kaufprozesses mittels GRACE	28
Abb. 9: Anmeldung eines Service Providers bei einem Verzeichnisdienst in Anlehnung an (Yu, Venugopal et al. 2006, Figure 2, S. 19)	34
Abb. 10: Kostensenkung durch einen MDS-Verzeichnisdienst	35
Abb. 11: Beispiel 1: Kostenoptimale Auswahl von Diensten bzw. Ressourcen	38
Abb. 12: Beispiel 2: Zeitoptimale Auswahl von Diensten bzw. Ressourcen	39
Abb. 13: Verwendung von WSLA im Zusammenhang mit einem SLA- Management Ansatz in Anlehnung an (Ludwig, Dan et al. 2004, S. 65; Ludwig, Keller et al. 2003, S. 9 ff.)	43
Abb. 14: Vereinfachte Darstellung des Zusammenhangs zwischen SLA- Manager, -Monitor und -Evaluator in Anlehnung an (Boström, Giambiagi et al. 2006, S. 4)	44
Abb. 15: Vergleichende Darstellung von WSLA und WS-Agreement in Anlehnung an (Andrieux, Czajkowski et al. 2005, S. 15 und S. 29)	46
Abb. 16: Repage Architektur in Anlehnung an (Sabater, Paolucci et al. 2006, S. 8)	51
Abb. 17: Einordnung bestehender Ansätze in das Framework	54
Abb. 18: Beispiel 3: Implementierung einer Garantie innerhalb eines Vertrages in Anlehnung an (Ludwig, Keller et al. 2003, S. 36 ff.)	68

Abkürzungsverzeichnis

AAMAS	Autonomous Agents and Multi-Agent Systems
AHM	All Hands Meeting
CCGrid	Cluster Computing and the Grid
GCC	Grid and Cooperative Computing
GMD	Grid Market Directory
GRB	Grid Resource Broker
GSP	Grid Resource Provider
GRAAP-WG	Grid Resource Allocation Agreement Protocol Working Group
GRACE	Grid Architecture for Computational Economy
HCW	Heterogeneous Computing Workshop
HICSS	Hawaii International Conference on Systems Science
HPC	High Performance Computing
HPDC	High Performance Distributed Computing
ICSOC	International Conference on Service Oriented Computing
i.d.R.	in der Regel
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IPDPS	International Parallel and Distributed Processing Symposium
IPTPS	International Workshop on Peer-to-Peer Systems
MDS	Metacomputing Directory Service
PDPTA	Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications
QoS	Quality of Service
SLA	Service Level Agreement
SLAM	Service Level Agreement Management
UBICOM	Ubiquitous Computing
WSLA	Web Service Level Agreement
WSRF	Web Service Resource Framework
WWGrid	World Wide Grid

Abstract

Mit zunehmender Verbreitung von Grid-Infrastrukturen in Unternehmen gewinnt die Frage nach Vertrauen immer mehr an Bedeutung. In einer offenen, heterogenen, sich ständig verändernden Umgebung, wie z.B. der Grid-Ökonomie, die sich vor allem einer ökonomisch effizienten Allokation von Computerressourcen und Serviceleistungen auf einem Markt widmet, ist hundertprozentige Sicherheit nicht zu gewährleisten; aus diesem Grund ist Vertrauen in den Handelspartner notwendig.

Ein großes Problem neben der Entwicklung einer zuverlässigen technischen Sicherheitsinfrastruktur – die hier nicht weiter betrachtet werden soll – ist die Implementierung vertrauensbildender Maßnahmen, um die Interaktionen zwischen Dienstanbieter und Dienstinachfrager möglichst effizient zu gestalten. Grundsätzlich dienen vertrauensbildende Maßnahmen der Minderung asymmetrisch verteilter Informationen innerhalb von Transaktionen zwischen fremden Handelspartnern und sollen dazu beitragen, die daraus resultierenden Unsicherheiten durch Bereitstellung von Informationen zu reduzieren.

Ziel dieser Arbeit ist es, bereits bestehende vertrauensbildende Maßnahmen aus dem Bereich der Informationsökonomie bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf Grid-Ökonomien kritisch zu analysieren. Dabei sollen ausgewählte Instrumente zur Überwindung von Unsicherheit durch Informationsbereitstellung vorgestellt und diese jeweils anschließend auf ihre Anwendbarkeit in Grid-Ökonomien untersucht werden.

Es wird gezeigt, dass beispielsweise eine Implementierung elektronischer Verträge in Verbindung mit Sanktionsmechanismen, die sowohl finanzielle als auch rechtliche Strafen bewirken können, und somit gewährleisten, dass Fehlverhalten oder Schlechtleistung mit negativen Konsequenzen behaftet sind, dazu beitragen können, das Vertrauen in die Qualität der Serviceleistungen zwischen Handelspartnern zu erhöhen.

Außerdem wird dargestellt, dass auch Reputationsmechanismen, wie Repute, eine besondere Rolle spielen, die Probleme der Qualitäts- und Verhaltensunsicherheit glaubhaft zu reduzieren, indem sie durch die Möglichkeit zur Übertragung der Erfahrungen vertrauenswürdiger Parteien, für mehr Vertrauen in einer Grid-Ökonomie sorgen können.

Abschließend wird gezeigt, dass andere traditionelle Maßnahmen zur Bildung von Vertrauen, wie z.B. der Einsatz kostspieliger Signale, nur bedingt geeignet erscheinen, die Probleme der Qualitätsunsicherheit in Grid-Ökonomien zu lösen, da Signale, wie z.B. Zertifikate, nicht ohne die gleichzeitige Betrachtung von Reputation, das Vertrauen in eine unabhängige Partei, erfolgen kann.

1 Einleitung

In den letzten Jahren haben sowohl die globale Kommunikation, als auch die Verfügbarkeit leistungsfähiger Computer und Computernetzwerke zwischen und innerhalb von Unternehmen stark zugenommen. So bieten bereits zahlreiche Unternehmen ihren Kunden und Partnern im Internet eine Vielzahl von Serviceleistungen, wie z.B. die Nutzung von Daten, Software, und Rechenleistung, an (Foster und Kesselman 2004, S. 216).

Doch obwohl heute die Computer und Netzwerke immer leistungsfähiger und ihre Komponenten (Hardware) immer preiswerter werden, kann es immer wieder vorkommen, dass der Bedarf an Rechenleistung einer Anwendung zur Erfüllung eines Services die vorhandenen Rechenkapazitäten eines Computers oder eines gesamten Netzwerkes übersteigt. Dieser Umstand führt, wie in Kapitel 1.1 beschrieben wird, zu der Entwicklung des so genannten Computational Grid, dessen Ziel es ist, geographisch verteilte Computerressourcen miteinander zu verbinden, um Probleme zu lösen, die die üblichen Rechenkapazitäten einzelner Computer bzw. lokaler Netzwerke übersteigen. Außerdem kommt es zu einer ökonomisch geprägten Weiterentwicklung des Computational Grids, der so genannten Grid-Ökonomie (Kapitel 1.2), die vor allem eine ökonomisch effiziente Koordination der vorhandenen Ressourcen und Dienste innerhalb des Grids sicherstellen soll (Buyya, Abramson et al. 2000a, S. 26)¹.

Im Zusammenhang mit dieser ökonomischen Weiterentwicklung kommt es allerdings bei der Koordination und der damit verbundenen Auswahl geeigneter Serviceleistungen zu Marktunsicherheiten, z.B. in Bezug auf die Qualität der Serviceleistungen (Kapitel 1.3.1 oder das Verhalten der Serviceanbieter (Kapitel 1.3.2), die bedingt durch ungleich verteilte Informationen zwischen den Anbietern und Nachfragern der Leistungen zu ähnlichen Problemen führen, wie sie innerhalb der Informationsökonomik bereits von Akerlof (1970) behandelt wurden (Kapitel 2).

Beide Fälle (knappe Ressourcen und Unsicherheit am Markt) stellen für ein Unternehmen unter Umständen eine bedrohliche Situation dar, da z.B. aufgrund einer Systemüberlastung oder einer mangelhaften Qualität eines zugekauften Services die eigene angebotene elektronische Dienstleistung oder der Auftrag nicht rechtzeitig, nur in schlechter Qualität oder gar nicht erfüllt werden können und es im Folgenden zu Schadensersatzansprüchen durch den Auftraggeber kommen kann.

1.1 Vom Computational Grid zur Grid-Ökonomie

Eine Möglichkeit, die Gefahr der mangelnden Rechenleistung abzumildern und kurzfristig benötigte Rechenkapazität für Spitzenbedarfe kostengünstig, im Bedarfsfall (on demand) zu erwerben bzw. standardisierte Teile einer Anwendung an einen

¹ Im Folgenden werden die Begriffe Dienst bzw. Service synonym verwendet.

Dritten zu vergeben, bietet sich heute durch die Infrastruktur des so genannten „Computational Grid“.

Der Begriff „Computational Grid“ wurde in den 90er Jahren – in Analogie zum Stromnetz („electrical power grid“) – von Foster und Kesselmann (1998, S. 18) eingeführt und beschreibt eine Hardware- und Software-Infrastruktur, welche einen zuverlässigen, beständigen, überall verfügbaren und günstigen Zugang zu Hochleistungs-Rechenressourcen anbietet (Foster und Kesselman 2004, S. xxi). Im Jahre 2001 erweiterten Foster, Kesselmann et al. ihre Definition, um darzulegen, dass sich Grids zudem mit „*coordinated resource sharing and problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organizations*“ (Foster, Kesselman et al. 2001, S. 200) befassen und somit auch soziale und vertragliche Regelungen, wie die Verwendung von Richtlinien, behandeln (Foster 2002b, S. 23).

Insgesamt wird der Entwicklung des Computational Grids eine große Bedeutung beigemessen:

„*The Grid is an emerging infrastructure that will fundamentally change the way we think about – and use – computing. ... and like the computer and a small number of other advances, has a dramatic impact on human capabilities and society.*“ (Foster und Kesselman 2004, S. xxi)

Aufgabe des Grids ist es, über das Internet verteilte, heterogene Ressourcen und Serviceleistungen zu verknüpfen, um sie in laufende Projekte virtueller Organisationen zu integrieren (Bry, Nagel et al. 2004, S. 542; Foster und Kesselman 2004, S. 213; Neumann, Holtmann et al. 2006, S. 206).

Dabei können Ressourcen Rechner, Speicher, Sensoren, Software Anwendungen, oder Daten sein (Foster und Iamnitchi 2003, S. 118). Sie können von unabhängigen Organisationseinheiten stammen und unterschiedlichen Nutzern bereitgestellt werden, wobei sie vom Nutzer möglichst als einheitliche Ressource wahrgenommen werden sollen. Gleichzeitig soll die Grid-Infrastruktur, ähnlich den Stromnetzen, bei denen man nur noch den Stecker in die Steckdose stecken braucht, jegliche Komplexität, die zur Integration der verschiedenartigen Ressourcen erforderlich ist, verbergen, damit der Nutzer seine Aufmerksamkeit allein auf seine Projekte und sein Budget richten kann (Kenyon und Cheliotis 2002, S. 221).

Services innerhalb von Grids sind „*wohldefinierte Funktionalitäten im Sinne einer Dienstleistung, die als Reaktionen auf eine elektronische Anfrage erbracht werden*“ (Kuropka und Weske 2006, S. 14). Sie ermöglichen beispielsweise die Nutzung verschiedener, gegebenenfalls verteilter Ressourcen, wie z.B. CPU und Speicher, durch deren Bündelung (Neumann, Holtmann et al. 2006, S. 207).

Virtuelle Organisationen stellen eine temporäre Verbindung in Form von Kooperationen von Personen, Unternehmen und realen sowie virtuellen Organisationen dar, die sich zur Erreichung gemeinsamer Ziele für einen bestimmten Zeitraum zusammenschließen, um eine plötzlich am Markt auftretende Gelegenheit zu nutzen (Davidow und Malone 1992, S. 4 ff.; Travica 2005, S. 47 f.). Jede an einem Grid beteiligte virtuelle Organisation kann Ressourcen wie Daten, Software, Services und Rechenleistung anbieten und über die Nutzung fremder Ressourcen mit anderen virtuellen Organisationen des Grids verhandeln (Bry, Nagel et al. 2004, S. 543).

Zwar ist der Gedanke, verteilte Ressourcen innerhalb von virtuellen Organisationen auszutauschen, nicht neu und wurde bereits von Licklider und Taylor (1968) in grid-ähnlichen Szenarien angedacht, jedoch konnten erst jetzt mit der Entwicklung der Technologie und dem Vormarsch der Forschung diese Visionen in die Realität umgesetzt werden (Foster 2002a, S. 42).

Anfangs gingen die Anstrengungen zur Entwicklung von Grids hauptsächlich von öffentlichen Aktivitäten, wie z.B. dem Projekt SETI@HOME (Anderson, Cobb et al. 2002) zur Suche nach Außerirdischer Intelligenz, oder wissenschaftlichen Projekten aus, wie z.B. Experimenten durch die Europäische Organisation für Kernforschung (CERN) in Genf im Bereich der Elementarteilchenphysik (Berman und Hey 2004, S. 13 ff.; Buyya, Abramson et al. 2000a, S. 29; Foster und Kesselman 2004, S. 37).

All diesen Projekten war gemein, dass eine Beschaffung zusätzlicher Ressourcen – Rechenleistung und Daten – die hauptsächliche Herausforderung darstellte, um die groß angelegten, ressourcenintensiven Anwendungen der wenigen Forschungseinrichtungen ausführen zu können. Dass es dabei aber teilweise zu einer suboptimalen Verteilung der Ressourcen gekommen war, die mit Verschwendung der Ressourcen und übermäßig hohen Kosten einherging, war damals allerdings weniger von Bedeutung.

Mittlerweile beschäftigt man sich bei der Weiterentwicklung des Grid-Computings auch mit ökonomischen Fragestellungen, wie der grid-basierten Produktion, Allokation und Konsumtion von Computerressourcen innerhalb von Unternehmen (Neumann, Holtmann et al. 2006, S. 206). Dabei geht es gerade darum – im Gegensatz zu den reinen Leistungsanforderungen technischer Forschungseinrichtungen – die vorhandenen Ressourcen optimal zu verteilen, Kosten einzusparen und einen ökonomischen Mehrwert für das Unternehmen zu generieren.

Aus ökonomischer Sicht werden große Nutzenpotentiale für die Wirtschaft vermutet, die sich z.B. aus der Möglichkeit eines virtuellen Prototyping im ingenieurtechnischen Bereich eines Unternehmens oder der Reduzierung inner- und überbetrieblicher Transaktionskosten der Geschäftsprozesse ergeben (Buhl, Hackenbroch et al. 2006, S. 70 und S. 72). Auch eine erweiterte Verfügbarkeit von Daten, Informationen, Dienstleistungen und die Beschleunigung von Abläufen durch signifikant schnellere Berechnungen z.B. bei der Kalkulation von Risiken in der Finanzbranche können die Produktivität im Unternehmen steigern und die innerbetrieblichen Kosten senken. Letzteres kann zu erheblichen Liquiditätsvorteilen führen, da nicht in eigene Computer bzw. Speichermedien investiert werden muss, sondern die benötigte Rechenleistung von virtuellen Ressourcen aus dem Netz „on demand“ (bei Bedarf) bezogen werden kann (Buhl, Hackenbroch et al. 2006, S. 73 und S. 76).

Aus technischer Sicht trägt die ökonomische Weiterentwicklung des Grid-Computings dazu bei, eine Lösung des bestehenden Problems der Allokation ungenutzter Ressourcen innerhalb von stark wachsenden, dynamischen Grid-Umgebungen zu finden (Buyya, Abramson et al. 2000a, S. 27 ff.). Damit kann das Grid sowohl an zukünftige Herausforderungen – an stetig steigenden Speicherbedarf und Bedarf an Rechenleistung – angepasst, als auch eine effiziente Koordination der Ressourcen zwischen Grid-Anwendern, wie z.B. Unternehmen, ermöglicht werden. Dass eine Übertragung ökonomischer Methoden auf computerbasierte Systeme grundsätzlich

1.2 Beispiel einer Grid-Ökonomie (GRACE)

möglich ist – unter der Voraussetzung, dass ein solches System sowohl Ziele, Ressourcen als auch Aktionen mit einbezieht – haben schon Miller und Drexler (1988) angenommen.

Die ökonomische Weiterentwicklung des Grids hin zur so genannten Grid-Ökonomie erfolgt durch Architekturen, wie GRACE (Buyya, Abramson et al. 2000a), SPAWN (Waldspurger, Hogg et al. 1992) oder auch g-Commerce (Wolski, Plank et al. 2000) – dabei wird sich diese Arbeit jedoch auf die Darstellung von GRACE (Grid Architecture for Computational Economy) als Beispiel für die Entwicklung einer Grid-Ökonomie (Grid Economy) beschränken.

1.2 Beispiel einer Grid-Ökonomie (GRACE)

GRACE beruht auf der Verwendung ökonomischer Grundsätze und Modelle mit dem Ziel, das Konzept des Computational Grids auch in alltäglichen, beispielsweise ökonomischen Fragestellungen einzusetzen (Buyya, Abramson et al. 2000a, S. 29). Es ermöglicht unter anderem Besitzern von Ressourcen, Geld durch die Bereitstellung ihrer freien Kapazitäten und Serviceleistungen zu erwirtschaften und schafft somit den Anreiz zur Bereitstellung freier Kapazitäten auch dann, wenn die Anbieter nicht gerade in enger Beziehung zu den Nachfragern stehen – wie es z.B. bei einem interdisziplinären Forschungsprojekt mehrerer Universitäten der Fall ist.

GRACE integriert, zum einen Preisbildungsmechanismen in Grids, die es den Besitzern von Ressourcen erlauben, Erträge durch die Bereitstellung ihrer freien Kapazitäten und Services zu erwirtschaften. So soll einerseits der Anreiz zur Bereitstellung ungenutzter Kapazitäten an einem Grid-Markt geschaffen werden, andererseits soll durch die Anpassung der Preise, die sich an Angebot und Nachfrage orientieren werden – angelehnt an das Gleichgewichtsmodell von (Walras 1881, S. 3 und S. 9) – eine optimale Verteilung der dezentralen Kapazitäten ermöglicht werden.

Zum anderen soll die für eine Kommerzialisierung des Grids unabdingbare Zusage einer bestimmten Dienstgüte (QoS), wie z.B. eine Mindestanforderung an die Durchsatzleistung oder Bandbreite, gewährleistet werden, damit es zu einer Abrechnung der Leistungen kommen kann (Cheliotis, Kenyon et al. 2004, S. 5 f.).

So, wie in der Ökonomie der Markt den Ort des Zusammentreffens von Angebot und Nachfrage eines Gutes darstellt, an dem Individuen Handel treiben, treffen auch in einer Grid-Ökonomie Anbieter, so genannte Grid Service Provider (GPS), und Nachfrager, als Grid Resource Broker (GRB) bezeichnet, aufeinander, um Ressourcen oder Services (Dienste) anzubieten oder nachzufragen (Buyya, Abramson et al. 2001, S. 2).

In GRACE (Abb. 1) geht die Nachfrage nach Diensten von zahlreichen Grid-Benutzeranwendungen („Applications“) aus, die über Programmierumgebungen („Programming Environments“) mit Grid Resource Brokern kommunizieren (Buyya, Abramson et al. 2000a, S. 30).

Der Grid Resource Broker arbeitet als Vermittler zwischen dem Benutzer und dem Anbieter von Diensten. Es ist seine Aufgabe, Dienste aufzufinden, auszuwählen, die einzelnen Software-, Daten- und Hardware-Ressourcen miteinander zu verknüpfen, und diese anschließend dem Benutzer als einen homogenen Dienst darzustellen.

Dabei nimmt ein „Job Control Agent“ die Aufträge einer Grid Benutzeranwendung entgegen und veranlasst einen „Schedule Advisor“, einen geeigneten Dienst – Service oder Ressource –, der die Anforderungen des Benutzers erfüllt, auszuwählen.

Der Schedule Advisor bedient sich in einem ersten Schritt des so genannten „Grid Explorer“, um verfügbare Dienste ausfindig zu machen. In einem zweiten Schritt muss er den passenden Dienst auswählen, um im letzten schließlich mittels eines „Trade Managers“ die Preise der ausgewählten Dienste mit den Dienst-Anbietern zu verhandeln.

Sobald ein geeigneter Dienst ausgehandelt wurde, meldet der Schedule Advisor dies dem Job Control Agent, der wiederum den „Deployment Agent“ dazu veranlasst, den Auftrag auszuführen.

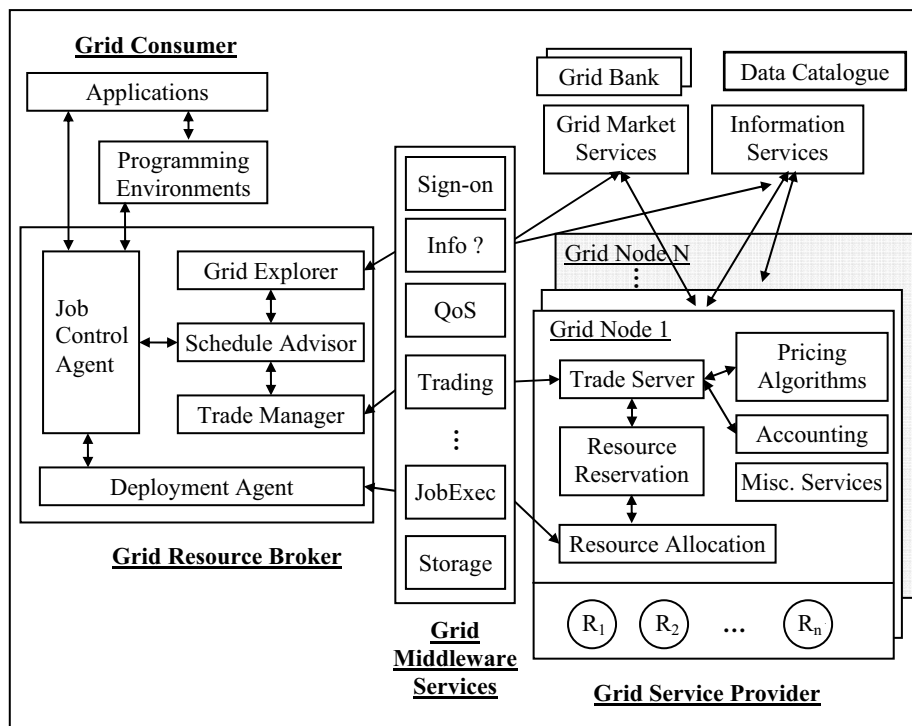


Abb. 1: A Generic Grid Architecture for Computational Economy (Quelle: Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702)

Das Angebot an verfügbaren Diensten wird von den Grid Service Providern bereitgestellt. Diese bieten ihre Ressourcen und Services z.B. mit Hilfe eines „Grid Market Directory“ (GMD) an. In einem solchen Verzeichnis publiziert der Anbieter seine Dienste, damit mögliche Konsumenten – mit Hilfe ihrer Grid Explorer – nach ihnen suchen können bzw. auf sie aufmerksam werden. Der „Grid Trade Server“ ist dann dafür verantwortlich, mit den Konsumenten zu verhandeln und den Zugang zu den angebotenen Ressourcen und Serviceleistungen zu verkaufen. Dazu verhandelt er mit

1.3 Problemstellung

dem Trade Manager des Grid Resource Brokers und verwendet Dienste, wie den „Pricing Policies“-Dienst, der die gewünschten Preise des Besitzers/ Verkäufers festlegt, oder dem „Accounting“-Dienst, der dafür verantwortlich ist, die in Anspruch genommenen Dienste dem Erwerber in Rechnung zu stellen (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702 f.).

Die gesamte Kommunikation zwischen Anbieter und Nachfrager findet über Grid Middleware Services statt. Dies sind anwendungsunabhängige Technologien, die Dienstleistungen zur Vermittlung zwischen Anwendungen anbieten. Ihre Aufgabe ist es, einen sicheren und einheitlichen Zugang zu den verteilten Ressourcen und Serviceleistungen zu ermöglichen. Darunter fallen Dienste, wie z.B. Sicherheit, Einmalanmeldung („single-sign-on“), ferngesteuertes Prozessmanagement („remote process management“), Zugang zu Speichereinheiten, Datenmanagement, und Informationsservices (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702).

1.3 Problemstellung

Mit der Einführung ökonomischer Modelle im Grid-Computing können sich Probleme ergeben, die über die bloße Bereitstellung und Verknüpfung von Serviceleistungen hinausgehen. Dabei werden die in dieser Arbeit behandelten Probleme im Folgenden aufgezeigt.

1.3.1 Unsicherheit über die Qualität von Diensten und deren Anbieter

Erste Dispositionsmodelle, die in Grids freie Ressourcen zuteilen – wie z.B. Globus (Foster und Kesselman 1997) oder Condor (Tannenbaum und Litzkow 1995) –, konzentrieren sich bis zur Entwicklung von GRACE hauptsächlich auf eine Optimierung der Leistungsfähigkeit aus Sicht des IT-Systems, während sie die spezifischen Anforderungen – wie z.B. Kosten oder Qualität –, die Anwender an die zu beziehenden Services oder Ressourcen stellen, vernachlässigen (Buyya, Abramson et al. 2000a, S. 30). Eine Verteilung freier Ressourcen erfolgt in diesen, vom System zentral verwalteten Modellen, derzeit lediglich nach Möglichkeit („best effort“), wobei eine bestimmte Dienstgüte („Quality of Service“ – QoS) keinesfalls garantiert wird (Cheliotis, Kenyon et al. 2004, S. 5 f.). Dabei kann die Qualität von Serviceleistungen (QoS) grundsätzlich zwei unterschiedliche Merkmale aufweisen (Al-Ali, Amin et al. 2004, S. 165). Zum einen gibt es qualitative Merkmale, wie z.B. die Zuverlässigkeit der Serviceleistung oder die Zufriedenheit des Benutzers. Zum anderen existieren quantitative Merkmale, wie z.B. die Durchsatzrate des Netzwerks, CPU-Leistung oder Speicherkapazität.

Die Zusicherung einer bestimmten Dienstgüte ist in zentralen Modellen, wie z.B. geschlossenen Netzwerken, in der Regel nicht notwendig, da eine zentrale Verwaltung über alle Ressourcenanbieter und -nachfrager sowie deren Qualitäten bestens informiert ist.

Dagegen ist die Zusicherung der Qualität in dezentralen Modellen – die durch eine bessere Größenskalierbarkeit gekennzeichnet sind und als Weiterentwicklung der zentralen Modelle gelten – von wesentlicher Bedeutung. Der Grund dafür ist, dass

dezentrale Systeme zum einen schwierig zu beherrschen sind und leicht zu Instabilität führen, wenn z.B. Ressourcen in einer dynamischen Grid-Umgebung hinzugefügt oder entfernt werden, zum anderen führt ein unvollkommener Informationsstand über den Zustand der Ressourcen der Gridnutzer aufgrund einer fehlenden zentralen Verwaltung zu weiteren Unsicherheiten im System (Wolski, Plank et al. 2000).

Innerhalb einer Grid-Ökonomie treffen Agenten mit unterschiedlichen Eigenschaften, Fähigkeiten, Interessen und Zielen verschiedener Prinzipale (z.B. Unternehmen) aufeinander, um Produkte und Serviceleistungen an einem „virtuellen“ Markt anzubieten oder nachzufragen. Beispielsweise produzieren Unternehmen zahlreiche Web-Services, um sie „on-demand“ an einem Markt – hier der Grid-Ökonomie – anzubieten. Die Agenten stammen dabei meistens aus unterschiedlichen Domänen und können aufgrund der Offenheit der Systeme einem beliebigen Markt jederzeit beitreten oder ihn wieder verlassen (Ramchurn, Huynh et al. 2005, S. 1 f.).

Diese Gegebenheiten führen zu einer suboptimalen Verteilung von Qualitätsinformationen innerhalb der Grid-Ökonomien. Während die Anbieter über ihre Fähigkeiten und die Qualität ihrer Dienste bestens informiert sind, besteht für die Nachfrager diesbezüglich ein Informationsdefizit. Die begrenzte Menge an Informationen, die den Nachfragern zu Verfügung steht, ermöglicht es ihnen nicht, die tatsächliche Qualifikation eines potentiellen Anbieters und die Güte der von ihm angebotenen Serviceleistungen zu beurteilen. So führen gerade diese unvollständigen Informationen immer wieder zu Unsicherheiten in Entscheidungs- und Auswahlprozessen.

1.3.2 Unsicherheit über das Verhalten von Dienst Anbietern

Grids sind, wie fast alle verteilten Systeme – das sind Rechnernetze, in denen dem Anwender die Existenz der beteiligten Rechner verborgen bleibt (Müller, Eymann et al. 2003, S. 127) – gekennzeichnet durch Interaktionen von Einheiten, denen nicht hundertprozentig vertraut werden kann (Foster, Jennings et al. 2004, S. 13 f.).

So wurde in den letzten Jahren zunehmend deutlich, dass innerhalb verteilter Systeme, wie der Grid-Ökonomie, ein gewisses Maß an Vertrauen in den jeweiligen Handelspartner notwendig ist, um eine effektive Nutzung zu ermöglichen (Foster und Kesselman 2004, S. 360; Papalilo, Friese et al. 2005, S. 47; Ramchurn, Huynh et al. 2005).

Unter dem Begriff Vertrauen versteht man grundsätzlich Glauben haben an bzw. Verlassen können auf die Qualität einer Person oder Sache (oder die Richtigkeit einer Aussage) (Foster und Kesselman 2004, S. 548)². Vertrauen bietet eine Form sozialer Kontrolle in Umgebungen, in denen Agenten mit anderen Agenten interagieren und kann durch die Reduzierung von Komplexität mögliche Unsicherheiten in Entscheidungsprozessen vermindern (Luhmann 1979, S. 24 ff.; Patel, Teacy et al. 2005, S. 3; Shao, Gray et al. 2004, S. 4). Darüber hinaus unterstützt Vertrauen die Bildung von und spätere Interaktion zwischen virtuellen Organisationen in kollaborativen Rechenumgebungen (Papalilo, Friese et al. 2005, S. 48; Sabater und Sierra 2005). Mittels

² Zum Thema Vertrauen vgl.(Dasgupta 1988, S. 51; Gambetta 1988, S. 213 ff.); zu den Funktionen von Vertrauen vgl. (Misztal 1996, S. 65 ff.)

1.4 Zielsetzung und Ausgestaltung der Arbeit

Vertrauen schätzen Agenten ein, ob mögliche Handelspartner ihre Dienstleistungen wie vereinbart bereitstellen werden – was einem hohen Maß an Vertrauen entspricht – oder nicht – was einem niedrigem Maß an Vertrauen entspricht. Dabei werden Kompetenz und Ehrlichkeit eines Anbieters und somit das entgegengebrachte Vertrauen die Entscheidungen des Nachfragers in seiner Wahl eines geeigneten Dienstes beeinflussen, wobei er einen vertrauenswürdigen Dienstanbieter einem weniger vertrauenswürdigen vorziehen wird (Grandison und Sloman 2000, S. 2).

Viele Arbeiten verwenden den Begriff Vertrauen allerdings als Synonym für Sicherheit und handeln vielmehr von den Problemen der Authentifizierung sowie Autorisation (Abdul-Rahman und Hailes 2000, S. 1). Im Kontext von Grid-Ökonomien gilt es jedoch, Vertrauen von Sicherheit zu unterscheiden, wobei Sicherheit lediglich eine von vielen Möglichkeiten darstellen kann, Vertrauen herzustellen (Cheliotis, Kenyon et al. 2004, S. 7). Ansätze zu Bildung, Entwicklung, Überwachung und Verwaltung von Vertrauen werden jedoch bisher noch weitgehend vernachlässigt (English, Nixon et al. 2002, S. 2; Foster, Jennings et al. 2004, S. 14).

Marsh (1994) hat bereits Mitte der 90er Jahre ein Computermodell für Vertrauen in verteilten und virtuellen Gemeinschaften vorgestellt (Mui, Mohtashemi et al. 2002, S. 2432). Jedoch war sein Modell, ebenso wie die meisten bis heute existierenden Vertrauensmodelle, in seiner Anpassungs- und Veränderungsfähigkeit eher begrenzt und statisch, d.h. es konnte sich weder an stark wachsende Grid-Ökonomien anpassen, noch auf deren dynamische Veränderungen reagieren (English, Nixon et al. 2002, S. 1; Lin, Varadharajan et al. 2004). Die heutigen Modelle versuchen lediglich, einen bestimmten Bedarf (z.B. an Qualität, Volumen etc.) eines Agenten zu einem möglichst niedrigen Preis zu decken oder für einen bestimmten Preis eine möglichst gute Qualität (bzw. umfangreiches Volumen usw.) zu erhalten. In diesen Fällen wird jedoch vernachlässigt, dass es aufgrund mangelnder Informationen über die tatsächliche Leistungsbereitschaft der Anbieter und die Qualität der angebotenen Dienste zu Unsicherheit im Selektionsprozess in Form von Moral Hazard kommt, was letztendlich zu Marktversagen führen kann (Akerlof 1970).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass durch die Entwicklung einer neuen Computer-Infrastruktur, wie dem „Computational Grid“, die Gefahr knapper Computer-Ressourcen verringert werden kann. Allerdings ergeben sich dabei wiederum neue Probleme, wie die Existenz von Unsicherheiten bei der Auswahl geeigneter Ressourcen in Grid-Ökonomien in Form von Qualitätsunsicherheit (die Unsicherheit über die Qualitätseigenschaften eines Dienstes) und Verhaltensunsicherheit (die Unsicherheit in Bezug auf die Leistungsbereitschaft eines Anbieters).

1.4 Zielsetzung und Ausgestaltung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, bereits bestehende vertrauensbildende Maßnahmen aus dem Bereich der Informationsökonomik bezüglich ihrer Übertragbarkeit in Grid-Ökonomien kritisch zu analysieren. Dabei sollen ausgewählte Instrumente zur Überwindung von Unsicherheit durch Informationsbereitstellung vorgestellt werden und

diese anschließend jeweils auf ihre Anwendbarkeit in Grid-Ökonomien untersucht werden.

In diesem Zusammenhang muss insbesondere zwischen den Ansätzen zur Reduktion von Qualitätsunsicherheit bzw. Verhaltensunsicherheit unterschieden werden. Während die erstgenannte Unsicherheit durch Instrumente, wie den Einsatz von Signalen oder durch Prüfung, überwunden werden kann, ist eine Verringerung der zuletzt genannten weitestgehend nur mittels Aufbau von Reputation zu gewährleisten. Eine detaillierte Betrachtung von Reputationsmechanismen soll nicht Teil dieser Arbeit sein, kann jedoch in den Arbeiten von Sabater und Sierra (2005) sowie Ramchurn, Huynh et al. (2005) nachvollzogen werden. Die Behandlung von Repute in Kapitel 3.5 erfolgt daher lediglich als Beispiel für einen möglichen Ansatz zur Reduktion von Verhaltensunsicherheit. Dies ist notwendig, da sich Reputation nicht scharf von anderen vertrauensbildenden Maßnahmen trennen lässt und an verschiedenen Stellen dieser Arbeit immer wieder auf sie verwiesen wird.

Hierfür erfolgt in Kapitel 2 eine für diese Arbeit grundlegende Betrachtung informationsökonomischer Ansätze zur Verminderung von Unsicherheiten, welche auf eine unvollständige bzw. asymmetrische Verteilung der Informationen zwischen Anbietern und Nachfragern zurückgeführt werden kann. Hier werden die Ansätze zu einem informationsökonomischen Framework zusammengefügt, welches die Struktur für spätere Untersuchungen vorgibt, indem es die zentralen Instrumente zur Bildung von Vertrauen systematisiert.

In Kapitel 3 werden einige technologische Entwicklungen im Bereich des Computational Grids bzw. der Grid-Ökonomie vorgestellt, wobei sämtliche Arbeiten der aktuellen Literatur entstammen und in Zusammenhang mit der Bereitstellung und Verteilung von Informationen sowie der Bildung von Vertrauen zwischen Anbietern und Nachfragern stehen. Dazu werden die Aufgaben und die Vorgehensweise der Ansätze jeweils kurz dargestellt. Durch die jeweilige Beurteilung der Entwicklungen aus informationsökonomischer Sicht und die Zusammenfassung am Ende des Kapitels soll analysiert werden, ob bzw. inwieweit eine Umsetzung vertrauensbildender Maßnahmen durch die beschriebenen Ansätze bereits verwirklicht werden konnte.

In Kapitel 4 erfolgt daraufhin die kritische Analyse der einzelnen vertrauensbildenden Maßnahmen des informationsökonomischen Frameworks. Es werden hier die jeweiligen Instrumente auf ihre Übertragbarkeit hin überprüft, wobei insbesondere herausgearbeitet werden soll, inwieweit sich die noch offenen Felder des Frameworks mit Inhalt füllen lassen.

Die Arbeit soll mit einer Zusammenfassung und einer kritischen Würdigung der erlangten Ergebnisse abgeschlossen werden

2 Entwicklung eines informationsökonomischen Frameworks zur Überwindung von Marktunsicherheiten in Grid-Ökonomien

In den folgenden Abschnitten soll ein Framework entwickelt werden, welches die Problematik unvollständiger, und asymmetrisch verteilter Informationen reflektiert. Dabei sind die Ansätze zur Informationsökonomik aus dem Bereich der Neuen institutionellen Mikroökonomie von besonderer Bedeutung, da diese sämtliche Transaktionen an einem Markt unter den Aspekten der Unsicherheit und der Information betrachten (Kaas 1992; Spremann 1988). Eine intensive Beschäftigung mit informationsökonomischen Fragen erfolgte erst mit Beginn der 70er Jahre in den grundlegenden Arbeiten von Akerlof (1970), Nelson (1970), Spence (1973) und Stiglitz (1974) (Kaas 1995 Sp. 973). Seit den neunziger Jahren wirkt die Informationsökonomik auch in Bereiche der Betriebswirtschaftslehre hinein, wie z.B. der Finanzierungstheorie, der Versicherungslehre, der Theorie des Rechnungswesens und der Marketingtheorie (Hax 1991, S. 63; Kaas 1990). In dieser Arbeit soll nun die Informationsökonomie als Grundlage dienen, die Problematik der Unsicherheit in Grid-Ökonomien zu reduzieren und die Mechanismen, die dazu vonnöten sind, näher zu erläutern.

Zunächst wird in Kapitel 2.1 eine Einordnung der Informationsökonomik in die bestehende mikroökonomische Theorie vorgenommen; anschließend werden Art und Ausmaß der Informationsprobleme auf Märkten – traditionell sind damit Absatz-, Beschaffungs-, Arbeits- und Finanzmärkte gemeint – dargestellt. In Kapitel 2.2 werden Modelle vorgestellt, die durch markterhaltende Mechanismen die Probleme der Qualitätsunsicherheit und der Verhaltensunsicherheit zu überwinden suchen. Abschließend soll in Kapitel 2.3 eine Zusammenfassung der beschriebenen Lösungsansätze zu einem Framework führen, welches die Instrumente zur Überwindung von Unsicherheiten systematisiert.

2.1 Einordnung und Gegenstand der Informationsökonomik

2.1.1 Die Informationsökonomik als ein Zweig der klassischen Mikroökonomie

Die Informationsökonomik wird definiert als ein „Zweig der mikroökonomischen Theorie der Volkswirtschaftslehre, der sich mit der Analyse von Märkten bei Existenz von Unsicherheit durch asymmetrische verteilte Informationen unter den Marktteilnehmern befasst.“ (Kaas 1995 Sp. 972). Dabei ist ein Ziel dieser Analyse, das Verhältnis zwischen rational handelnden Akteuren zu erklären, das zu Transaktionen auf Märkten, wie z.B. den Absatz- und Beschaffungsmärkten, und zur Bildung von Preisen führt (Hax 1991, S. 52).

Die Informationsökonomik lässt sich der Neuen institutionellen Mikroökonomie zuordnen, zu der auch weitere Ansätze, wie die Theorie der Verfügungsrechte (Property-Rights-Theorie), die Prinzipal-Agent-Theorie und die Transaktionskostentheorie zählen³. Dabei stellt die Neue mikroökonomische Theorie eine Weiterentwicklung der traditionellen mikroökonomischen Theorie, die auch Neoklassische Theorie genannt wird, dar (Hopf 1983, S. 19). Diese Weiterentwicklung resultierte aus der Kritik an bis dahin zur Komplexitätsreduktion aufgestellten Prämissen der Neoklassischen Mikroökonomie.

Danach waren Annahmen, wie exogen gegebene Präferenzen (Umweltvariablen, die von den Individuen nicht beeinflusst werden können) und vollkommene Informationen (alle Wirtschaftssubjekte verfügen über einen umfassenden Wissensstand über sämtliche Parameter im System), nicht mehr haltbar. Dies galt ebenso für die Hypothesen über die Rationalität der Individuen (alle Beteiligten handeln streng rational) und die Homogenität der Güter (alle Güter sind gleich und es besteht kein Anreiz, ein Gut einem anderen auf Grund seiner Eigenschaften vorzuziehen). Schließlich mussten auch die Prämissen der atomistischen Konkurrenz (die Anzahl der Anbieter und Nachfrager ist unendlich groß ist) und der kostenlosen und ohne zeitliche Verzögerung ablaufenden Anpassungsprozesse aufgegeben werden (Adler 1996, S. 4).

Im Gegensatz dazu konzentriert sich die Neue mikroökonomische Theorie nun auf Merkmale, wie die begrenzte Fähigkeit zur Informationsverarbeitung, das eigennützige, „opportunistische“ Verhalten der Individuen und auf Dauer angelegte Verträge (Hax 1991, S. 56) So gelang es unter anderem mit der Auflösung der realitätsfernen Prämissen, das Problem der Unsicherheit in die Theorie mikroökonomischer Märkte einzubeziehen, Maßnahmen der Informationsbeschaffung und -übertragung in Märkten zu berücksichtigen und deren Auswirkungen auf Marktgleichgewichte zu diskutieren (Arrow 1964; Stigler 1961).

Von den in Abb. 2 dargestellten Weiterentwicklungen im Rahmen der Neueren mikroökonomischen Theorie betrachtet vor allem die Informationsökonomie das Auftreten von asymmetrisch verteilten Informationen zwischen Marktteilnehmern. Die Property-Rights-Theorie untersucht die von den unterschiedlichen Ordnungs- und Eigentumsverhältnissen (Property-Rights) ausgehenden Anreize und Wirkungen der institutionellen Regelungen auf die Wohlfahrt sowie die dadurch bedingte Verteilung und Verwendung wirtschaftlicher Güter. Die Transaktionskostentheorie wiederum behandelt die Auswahl effizienter Koordinationsdesigns für wirtschaftliche Leistungsbeziehungen, so dass Transaktionskosten minimiert werden können. Dabei stellt sie die beiden Alternativen Markt oder Hierarchie in den Mittelpunkt der Betrachtung (Adler 1996, S. 12). Die Prinzipal-Agent-Theorie analysiert eine ex-ante Absicherung und effektive Gestaltung von Auftragsbeziehungen zwischen Kooperationen nach Vertragsabschluss. Dabei spielen vor allem Zielkonflikte, z.B. in Bezug auf die Risikoverteilung, die Anreizgestaltung und die Kontrolle, zwischen den Vertragspartnern eine zentrale Rolle. Da sich diese drei Theorien allenfalls marginal mit dem

³ Zur Grundlegenden Darstellung der Informationsökonomik vgl. Marschak (1954, S. 187 ff.); zur Institutionellen Mikroökonomik Hax (1991, S. 55 ff.); zur Property-Rights-Theorie Furubotn und Pejovich (1972); zur Prinzipal-Agent-Theorie Pratt und Zeckhauser (1985, S. 1 ff.); zur Transaktionskostentheorie Williamson (1990, S. 1 ff.).

2.1 Einordnung und Gegenstand der Informationsökonomik

Aufbau von Vertrauen in Marktstrukturen beschäftigen, sollen sie im weiteren Verlauf der Arbeit nicht weiter betrachtet werden.

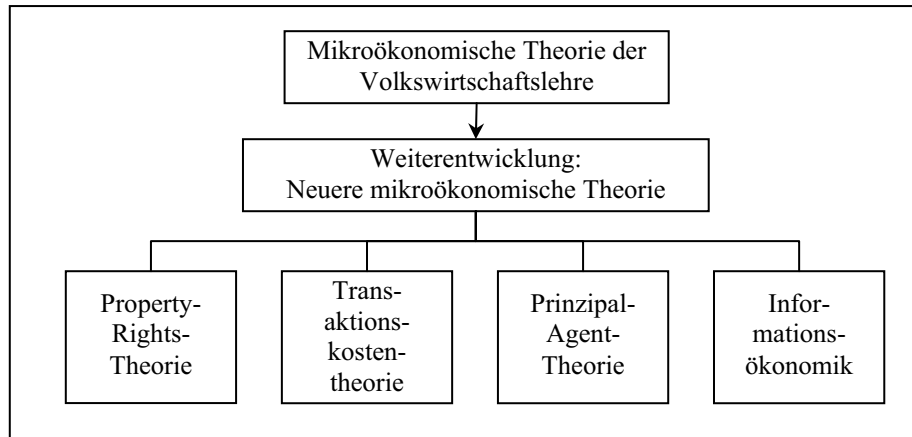


Abb. 2: Einordnung der Informationsökonomik

Durch die Betrachtungen der Informationsökonomik wird erstmals – im Vergleich zum Modell der traditionellen Mikroökonomie – eine allgemeingültige und realitätsnahe Abbildung menschlicher Verhaltensweisen in ökonomischen Modellen verwirklicht (Adler 1996, S. 13).

2.1.2 Analyse von Märkten unter Unsicherheit und Unvollkommenheit von Informationen

Anders als noch in den Modellen der Neoklassik, innerhalb derer vollkommene und vollständige Informationen angenommen wurden, sind die Märkte in der Informationsökonomik gekennzeichnet durch die Unvollständigkeit und Unvollkommenheit von Informationen und einer daraus resultierenden Unsicherheit unter den Individuen, die an einem solchen Markt agieren (Kaas 1995 Sp. 972). Diese Unsicherheit kann in zwei verschiedene Bereiche unterteilt werden (vgl. Abb. 3). Zum einen in Umweltunsicherheit („Event uncertainty“) – auch als technische Unsicherheit („technological uncertainty“) bezeichnet – und zum anderen in Marktunsicherheit („market uncertainty“) (Hirshleifer 1973, S. 32).

Die Umweltunsicherheit bezieht sich generell auf Unsicherheiten, die außerhalb eines betrachteten ökonomischen Systems vorkommen – sich somit in der „exogenen“ Umwelt des Systems befinden. Diese exogene Umwelt kann von den Individuen eines Systems nicht aktiv beeinflusst werden und wird modelltheoretisch durch eine starre Wahrscheinlichkeitsverteilung sämtlicher möglicher Umweltzustände vorgegeben (Weber und Adler 1995b, S. 47). Dabei besteht unter den Individuen lediglich Unsicherheit über die Verfügbarkeit von Ressourcen – oder Diensten – bzw. über die Ausstattung des ökonomischen Systems – des Marktes (Hirshleifer 1979, S. 1377).

Unsicherheiten in Form unsicherer Transaktionen, die auf das Verhalten anderer Wirtschaftssubjekte zurückzuführen ist werden hierbei nicht betrachtet (Hopf 1983, S. 22). Da in dieser Arbeit jedoch lediglich Vertrauensprobleme innerhalb einer Ökonomie – der Grid-Ökonomie – behandelt werden sollen, wird auf die Umweltunsicherheit an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

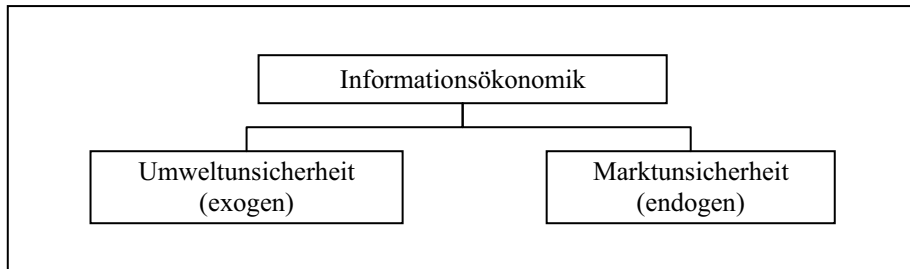


Abb. 3: Unsicherheit innerhalb der Informationsökonomik

Die Marktunsicherheit bezieht sich im Gegensatz zur Umweltunsicherheit auf Unsicherheiten innerhalb eines ökonomischen Systems, sie stellt somit einen endogenen Faktor dar (Weiber und Adler 1995b, S. 47). Es besteht hier kein Zweifel mehr über die Verfügbarkeit von benötigten Ressourcen bzw. die Ausstattung eines Marktes. Charakteristisch für die Marktunsicherheit ist, dass sie durch das Verhalten von Anbietern und Nachfragern eines Marktes aktiv beeinflusst werden kann (Hirshleifer 1973, S. 31 ff.). Sie entsteht, wenn es z.B. aufgrund einer asymmetrischen Verteilung von Informationen über beispielsweise Preis, Qualität von Gütern oder Absichten eines Wirtschaftssubjektes zu Unvollkommenheiten auf Märkten kommt (Hopf 1983, S. 29). Zwar lässt sich diese Asymmetrie grundsätzlich durch die Beschaffung von Informationen beseitigen, jedoch erfordern solche Aktivitäten den Einsatz knapper Ressourcen – wie z.B. Geld – und stellen somit für ein Unternehmen Kosten dar. Gelder, die für die Beschaffung von Informationen verwendet wurden, stehen folglich einer weiteren Verwendung für Konsum- bzw. Produktionszwecke nicht mehr zur Verfügung. So können die Kosten in einigen Fällen auch prohibitiv hoch sein, wobei es dann zu keiner Informationsbeschaffung kommen wird (Hax 1991, S. 56).

Asymmetrisch verteilte Informationen liegen immer dann vor, wenn ein Marktteilnehmer aufgrund seiner privaten Informationen, wie z.B. Informationen über seine Fähigkeiten oder seine Motivation, besser informiert ist, als ein anderer; er verfügt also über einen Informationsvorsprung (Hirshleifer 1979, S. 1376 f.; Hopf 1983, S. 313; Kaas 1992, S. 886). So kann ein Anbieter einer Dienstleistung die Qualität seines Dienstes, seine eigene Qualifikation und sein beabsichtigtes Bemühen zur Erbringung der Leistung besser einschätzen als der Nachfrager der angebotenen Dienstleistung. Es besteht also auf Seiten des Nachfragers eine gewisse Unsicherheit darüber, ob und in welcher Qualität er die angebotene Leistung erhalten wird.

Ein in der Literatur häufig angeführtes Beispiel eines Gebrauchtwagenmarktes entstammt dem Aufsatz „Market for Lemons“ von Akerlof (1970, S. 489 f.) (Lemons stehen im Amerikanischen für Automobile schlechter Qualität) und beschreibt, wie es

2.2 Modelle zur Überwindung von Marktunsicherheiten

aufgrund ungleich verteilter Informationen über die Qualität angebotener Fahrzeuge zu Unsicherheit unter Nachfragern kommt, und somit die Gefahr einer so genannten Fehltauswahl besteht, die in extremen Fällen sogar zu Marktversagen führen kann.

Akerlof (1970) geht bei seinen Überlegungen von asymmetrisch verteilten Informationen zwischen Anbietern und Nachfragern an einem Markt mit heterogenen Güterqualitäten aus – Beispiel: Gebrauchtwagenmarkt. Dabei besitzen die Anbieter der Fahrzeuge vollständige Informationen in Bezug auf die Qualität ihrer angebotenen Fahrzeuge, während die Nachfrager die Qualität der angebotenen Wagen nicht beurteilen können und lediglich über die Kenntnis der an dem Markt gehandelten Durchschnittsqualität verfügen.

Sind Informationsaktivitäten, wie z.B. Aktivitäten zur Beschaffung und Verteilung von Informationen, annahmegemäß ausgeschlossen, werden die Nachfrager maximal bereit sein, den Preis für durchschnittliche Qualität zu bezahlen, da sie nicht die Möglichkeit haben, sich über einen möglichen besseren Qualitätszustand der Fahrzeuge zu informieren. Da Anbieter qualitativ besserer Fahrzeuge zu diesem niedrigen Preis nicht verkaufen werden und möglicherweise den Markt wechseln, sinkt in der Folge die Durchschnittsqualität der restlichen, an dem Markt gehandelten Fahrzeuge. Dies wiederum führt dazu, dass die Käufer nur noch bereit sein werden, den niedrigeren Preis zu zahlen, der der niedrigeren Qualität angemessen erscheint. Dieser Kreislauf kann sich nun solange fortsetzen, bis nur noch Fahrzeuge schlechter Qualität zu niedrigen Preisen gehandelt werden; alternativ kann es zu Marktversagen kommen.

Akerlof bezeichnet den Prozess der Verdrängung guter Qualität durch schlechtere als „adverse selection“, zu deutsch Fehltauswahl (Akerlof 1970, S. 500). Dass es zu Marktversagen kommt, ist allerdings laut Kaas (1995 Sp. 973) eher selten der Fall.

Um die im System vorliegende Unsicherheit zu reduzieren, werden innerhalb der Informationsökonomik verschiedene Modelle beschrieben, die es erlauben, die nachteiligen Konsequenzen der Qualitätsunsicherheit partiell zu kompensieren.

2.2 Modelle zur Überwindung von Marktunsicherheiten

Die Informationsökonomik umfasst fünf unterschiedliche Modelle, die sich mit Marktunsicherheit von Austauschpartnern (siehe Abb. 4) beschäftigen (Bayón 1997, S. 17). Die Betrachtungen konzentrieren sich dabei auf die Analyse von unvollständigen und asymmetrisch verteilten Informationen zwischen den einzelnen Wirtschaftssubjekten in Bezug auf die Eigenschaften und/ oder die Qualitäten von Gütern und bieten Lösungsansätze an, diese Unsicherheiten zu überwinden. Sämtliche Untersuchungen werden unter der Annahme durchgeführt, dass eine Beschaffung oder Bereitstellung von Informationen mit Kosten verbunden ist, so genannten Informationskosten (Weiber und Adler 1995b, S. 52).

Von den fünf in der Literatur erwähnten Modellen sollen in dieser Arbeit lediglich die Suchkosten-, Qualitätsunsicherheits- und Verhaltensunsicherheitsansätze näher erläutert werden. Diese Einteilung kann grundsätzlich auf drei Gattungen von Gütern zurückgeführt werden, die in der Literatur in Suchgüter („search goods“), Erfahrungsgüter („experience goods“) und Vertrauensgüter („credence goods“) unterschied-

den werden. Der Markt-Effizienz- und der Wohlfahrtsökonomische Ansatz, die der Vollständigkeit halber hier mit aufgeführt wurden, bieten für die Entwicklung des Frameworks zur Überwindung von Marktunsicherheiten kein eigenes Instrumentarium, sondern analysieren lediglich, ob und wie in Märkten mit unterschiedlich informierten Marktteilnehmern ein Gleichgewicht entstehen kann, wenn die Informationsbeschaffungen mit Kosten verbunden sind (Hopf 1983, S. 40 ff.).

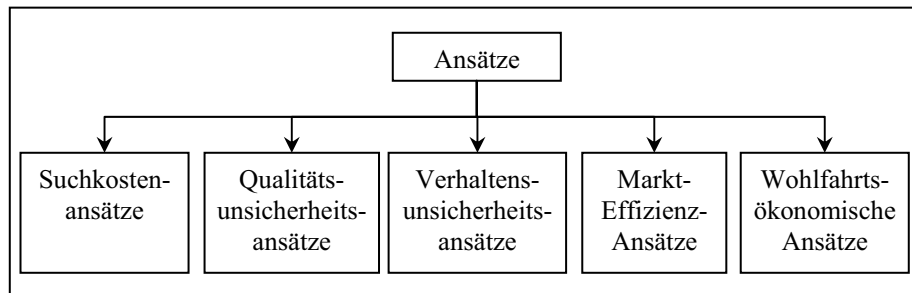


Abb. 4: Ansätze zur Überwindung von Marktunsicherheiten in Anlehnung an (Bayón 1997, S. 17)

2.2.1 Suchkostenansätze

Zu den ersten Suchkostenansätzen, die sich mit der Aufgabe der Überwindung von Marktunsicherheiten beschäftigten, gehört Stiglers (1961) Artikel „The Economics of Information“⁴. Im Kern geht es in diesem Artikel um das optimale Suchverhalten nach dem niedrigsten Preis für ein homogenes Gut – er bezeichnet das gesuchte Gut als „search good“ – bei Preisstreuung („price dispersion“) innerhalb eines Marktes. Später folgen weitere Suchkostenansätze, z.B. von Nelson (1970), die sich nun auch mit dem Informationsbeschaffungsverhalten von Nachfragern in Bezug auf die Qualität von Gütern bei Qualitätsstreuung beschäftigen.

Im Zusammenhang mit den Suchkostenansätzen versteht man unter den Suchgütern Güter, deren Eigenschaften, so genannte Sucheigenschaften, durch eine entsprechende Informationssuche direkt beurteilt werden können (Weiber und Adler 1995a, S. 68). Beispielhaft werden Möbel und Kleidungsstücke genannt, bei denen insbesondere die Form, Farbe oder das Material eine wesentliche Rolle spielen (Kaas 1990, S. 542 f.). Dabei ist entscheidend, dass noch vor dem Kauf durch die Möglichkeit der Inspektion des Gutes auf dessen Preis bzw. Qualität geschlossen werden kann.

Der Markt solcher Güter ist gekennzeichnet durch Unvollkommenheit und Intransparenz in Bezug auf die Verteilung der Preise bzw. Qualität. Gerade die Streuung der Preise bzw. Qualität wird dafür verantwortlich gemacht, dass die Suche nach Preis- oder Qualitätsinformationen mit Kosten verbunden ist, so genannten Suchkosten („cost of search“) (Stigler 1961, S. 216). Solche Kosten entstehen bei-

⁴ Zum Thema Suchkostenansätze vgl. (Bayón 1997, S. 17 ff.; Hopf 1983, S. 37 ff.)

spielsweise, indem man entweder von Geschäft zu Geschäft gehen muss, um die Preise in Erfahrung zu bringen, oder um die Güter auf ihre Qualität zu überprüfen.

In den klassischen Suchkostenansätzen, die sich mit der Suche nach dem günstigsten Preis befassen, werden unterschiedliche Annahmen über den Kenntnisstand der Preisverteilung getroffen. Stigler (1961, S. 213 ff.) geht beispielsweise in seinem Aufsatz davon aus, dass einem Nachfrager sowohl die Verteilung der Preise des nachgefragten Gutes als auch die einzelnen Anbieter am Markt wohl bekannt sind. Der Suchende weiß jedoch nicht, zu welchem Preis die jeweiligen Anbieter ihre Güter anbieten. Im Gegensatz dazu entwickelt Rothschild (1974) in seinem Aufsatz „Searching for the Lowest Prices when the Distribution of Prices is Unknown“ einen Ansatz, bei dem eine Preisverteilung erst während des Suchprozesses erzeugt wird.

Der Suchvorgang nach dem niedrigsten Preis gestaltet sich in Stiglers Modell (1961) derart, dass ein Nachfrager, von dem angenommen wird, dass ihm die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Preise an einem Markt bekannt ist, der aber nicht exakt darüber informiert ist, welcher Anbieter den niedrigsten Preis fordert, vor Beginn seiner Suche eine feste Anzahl n der von ihm zufällig auszuwählenden und zu vergleichenden Anbieter bestimmt. Nach der Suche wählt der Nachfrager den Anbieter mit dem günstigsten Angebot aus seiner Stichprobe.

Stigler (1961), der davon ausgeht, dass jede Suchaktivität mit Kosten verbunden ist, bestimmt n – die Anzahl der zu vergleichenden Anbieter – durch das so genannte Marginalprinzip. Das Marginalprinzip besagt, dass die Kosten aus der Suche – auch als Grenzkosten bezeichnet und bei Stigler als konstant angenommen – maximal dem zu erwartenden Einsparpotential in Form eines niedrigeren Preises – auch als Grenznutzen bezeichnet – entsprechen darf (Stigler 1961, S. 216). Ein Nachfrager wird also so lange nach einem günstigeren Preis suchen, bis die Kosten, die ihm aus der Suche entstehen, so groß sind, wie die ersparten Kosten, die er durch einen weiteren Preisvergleich erhofft, einzusparen.

Stiglers statischer Ansatz, der eine Suchregel mit fester Stichprobengröße und bekannter Preisdispersion verwendet, wurde später durch die Ansätze von McCall (1965) und Rothschild (1974) durch eine sequentielle Suchstrategie und eine unbekannt verteilte Preise modifiziert, um das bereits entwickelte Modell besser an die Gegebenheiten der Realität anzupassen.

In den Modellen von McCall und Rothschild werden sowohl die Anzahl der zu vergleichenden Anbieter – die Größe der Stichprobe –, als auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Preise am Markt erst im Laufe der Suchaktivitäten erzeugt. Im Gegensatz zu Stiglers Ansatz muss zu Beginn der Suchaktivitäten nicht länger der Stichprobenumfang vorgegeben werden, stattdessen wird eine Preisobergrenze („reservation price“) festgesetzt – ein Preis, den die Nachfrager maximal bereit sind zu bezahlen. Die Suche nach einem günstigeren Preis wird in den Ansätzen von McCall und Rothschild so lange fortgesetzt, bis der Nachfrager ein Angebot findet, dessen Preis nicht höher ist, als die zuvor festgelegte Preisobergrenze, bzw. – wie auch bei Stigler – bis der erwartete Grenznutzen aus einem weiteren Suchschritt den Grenzkosten der zusätzlichen Suche entspricht.

Allen drei Ansätzen bleibt gemein, dass die Intensität der Suche durch die entstehenden Kosten sowie die Verteilung der Preise an dem Markt bestimmt wird. Je höher die Suchkosten, desto kürzer wird eine Suche ausfallen – es können entsprechend weniger Angebote verglichen werden. Je höher die Streuung der Preise an einem

Markt, desto größer ist das erwartete Einsparpotential aus der Suche – z.B. in Form eines niedrigeren Preises. Dies senkt entweder die Kosten der Suche oder ermöglicht bei gleichen Kosten eine längere Suche.

Wie zu Beginn des Abschnitts bereits erwähnt wurde, existieren neben den Suchkostenansätzen, die sich in erster Linie mit der Suche nach bestimmten, wie z.B. dem niedrigsten Preis beschäftigen, auch solche, die die Suche nach Informationen über Produktqualitäten von Gütern behandeln.

Nelson (1970, S. 312) bezieht sich in seinem Aufsatz „Information and Consumer Behavior“ auf den von Stigler (1961) entwickelten Suchkostenansatz, um darzustellen, dass man an einem Markt, der von Qualitätsdispersion gekennzeichnet ist, vergleichbar der Suche nach Preisen, auch nach einer bestimmten Qualität von Gütern suchen kann. Um eine gewünschte Güterqualität zu ermitteln müsse man, so Nelson (1970), gezielt nach ihr suchen, sofern dies ohne größeren Aufwand möglich ist – d.h. so lange die gesuchte Qualität auf die bereits beschriebenen Sucheigenschaften zurückgeführt werden kann (bei identischen bzw. vergleichbaren Gütern).

Die beschriebenen Suchkostenansätze nach Preisen (Stigler 1961) und Qualität (Nelson 1970) modellieren das Problem jedoch recht einseitig, da sie das Verhalten der Anbieterseite, z.B. bezüglich der Preisverteilung, zunächst völlig vernachlässigen. Es wird in diesen Ansätzen nicht geklärt, ob bzw. inwiefern eine Angebotsgestaltung bzw. -präsentation zu einer Beeinflussung der optimalen Suchstrategie der Nachfrager führen kann.

Es sollte allerdings berücksichtigt werden, dass die Möglichkeit einer Verhaltensänderung der Anbieterseite durchaus gegeben ist, z.B. in Form einer bewussten Bereitstellung von Informationen über den Preis bzw. die Qualität des von ihnen angebotenen Gutes (siehe Kapitel 2.2.2 zur Bereitstellung von Informationen, wie z.B. Signaling). Diese Informationsaktivitäten können sowohl eine Änderung in der Preisverteilung für die Nachfrageseite bewirken, als auch die Suchkosten beeinflussen.

Nelson (1970) beschreibt im Verlauf seiner Arbeit einen weiteren Ansatz, der über die Qualität von Gütern informieren soll. Im Gegensatz zum Suchkostenansatz – bei dem die direkte Suche nach einem Gut im Vordergrund steht – bezieht sich dieser zweite Ansatz – der sich auf die Prüfung („examination“) eines Gutes abzielt (vgl. Kapitel 2.2.2) – auf Güter, deren Qualitätseigenschaften nicht bereits vor dem Kauf mittels direkter Suche eindeutig bewertet werden können.

Dabei handelt es sich um so genannte Erfahrungsgüter („experience goods“), wie z.B. Lebensmittel, deren Güte man erst durch Kauf und den anschließenden Verzehr beurteilen kann (Nelson 1970, S. 312 f.). Diese Güter weisen Eigenschaften auf, so genannte Erfahrungseigenschaften, die zum Zeitpunkt des Kaufes bereits feststehen und nicht mehr verändert werden können – jedenfalls nicht, ohne einen größeren Aufwand zu betreiben (Woratschek 1996, S. 65). Damit können Erfahrungsgüter, obwohl ihre Eigenschaften – z.B. Qualität – bereits feststehen, von Käufern erst nach dem Kauf zuverlässig beurteilt werden, da eine Überprüfung der Eigenschaften im vorhinein höchstens durch fachkundige Inspektion, (z.B. durch Mechaniker beim Gebrauchtwagenkauf) möglich ist, wodurch jedoch zusätzliche Kosten entstehen.

Darby und Karni (1973, S. 68 ff.) ergänzen in diesem Zusammenhang die Gruppe der Güter, deren Qualität nicht hinreichend durch Sucheigenschaften beschrieben werden kann, durch so genannte Vertrauensgüter („credence goods“). Im Vergleich zu Suchgütern bzw. Erfahrungsgütern, werden Vertrauensgüter durch so genannte Vertrauenseigenschaften beschrieben. Kennzeichnend für solche Eigenschaften ist, dass sie weder vor, noch nach dem Erwerb sicher beurteilt werden können bzw. ihre Beurteilung nur unter Aufwendung unverhältnismäßig hoher Informationskosten möglich wird (Bauer und Bayón 2001, S. 645 f.). Als Beispiel nennen Darby und Karni (1973, S. 69) eine Blinddarmoperation oder einer Kfz-Reparatur.

Die soeben beschriebenen Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften sind maßgeblich für die Entstehung von Qualitäts- bzw. Verhaltensunsicherheiten verantwortlich und werden daher in den Ansätzen zur Reduktion der Qualitätsunsicherheit (siehe Kapitel 2.2.2) sowie zur Verminderung der Verhaltensunsicherheit (siehe Kapitel 2.2.3) wieder aufgegriffen.

2.2.2 Qualitätsunsicherheitsansätze

Qualitätsunsicherheitsansätze beschäftigen sich mit Unsicherheiten, die sich aus ungleich verteilten Informationen über die Qualitätseigenschaften von Gütern zwischen Marktbeteiligten ergeben können, und bieten verschiedene Möglichkeiten an, durch bestimmte Instrumente, wie z.B. Signaling und Screening, diese Unsicherheiten zu überwinden⁵.

Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen vor allem die von Nelson (1970) beschriebenen Erfahrungsgüter („experience goods“), da sie aufgrund ihrer Erfahrungseigenschaften hauptsächlich für das von Akerlof (1970) beschriebene Problem der Fehlauswahl („adverse selection“) (vgl. Kapitel 2.1.2) verantwortlich gemacht werden können. Eine Berücksichtigung der Vertrauenseigenschaften, die zu derselben Problematik führen können, soll erst in Kapitel 2.2.3 erfolgen.

In Akerlofs Gebrauchtwagenbeispiel kann die Qualität der angebotenen Fahrzeuge durch die Nachfrager erst nach dem Kauf sicher beurteilt werden. Daher können die Nachfrager, solange eine Übermittlung von Informationen zwischen den Marktbeteiligten annahmegemäß ausgeschlossen bleibt, nicht zwischen Gebrauchtwagen mit guten bzw. schlechten Qualitätseigenschaften unterscheiden.

Um das Problem der Fehlauswahl zu verhindern, bedarf es zunächst zwingend einer Möglichkeit zur Übertragung eindeutiger und zuverlässiger Informationen für die nicht direkt beobachtbaren Qualitätseigenschaften der angebotenen Güter (vgl. dazu Abb. 5).

Eine solche Übertragung von Informationen kann auf zwei Arten erfolgen und auf diese Weise dazu beitragen, informationsbedingtes Marktversagen abzuwenden:

⁵ Zum Thema Qualitätsunsicherheitsansätze vgl. (Bayón 1997, S. 19 ff. ; Hopf 1983, S. 30 ff.)

1. Screening (die erweiterte Suche nach Informationen). In diesem Fall kann sich die schlechter informierte Marktseite durch eine als Prüfung („examination“) bezeichnete Informationsbeschaffung eigenständig mit den notwendigen Informationen versorgen. Alternativ existiert die Möglichkeit, mittels so genannter Selbstselektions-Schemata („self selection“) die informierte Marktseite dazu zu veranlassen, relevante Informationen offen zu legen.
2. Signaling (die aktive Übermittlung von Informationen). Dabei überträgt die besser informierte Marktseite der weniger gut informierten die für ihre Entscheidung relevanten Informationen entweder in Form von exogen teuren Signalen („exogenously costly signals“) oder in Form von bedingten Verträgen („contingent contracts“).

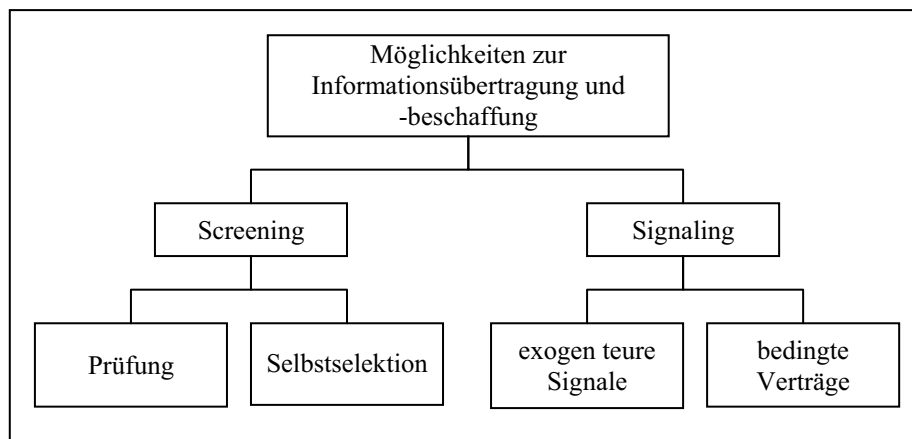


Abb. 5: Möglichkeiten zur Informationsübertragung und -beschaffung

Das Konzept des Screenings wurde hauptsächlich durch Stiglitz (1974, S. 28 ff.) geprägt. Stiglitz (1974, S. 28) versteht unter Screening in einem ökonomischen Kontext einen Prozess der Diskriminierung von Individuen, Sachen, Leistungen etc., z.B. in Bezug auf ihre Fähigkeiten, Merkmale, und andere Qualitäten.

Stiglitz (1974, S. 29 f.) geht dabei auf zwei unterschiedliche Screening-Instrumente ein, die so genannte Prüfung („examination“) und die so genannte Selbstselektion („self-selection“).

Die Möglichkeit entscheidungsrelevante Informationen in Bezug auf die Qualität mittels Prüfung herauszufinden, ist eng mit dem unter Kapitel 2.2.1 beschriebenen Suchkostenansatz von Nelson (1970) verwandt. Dabei können Suchkostenansätze als Spezialfall des Screenings verstanden werden, da hier eine gesuchte Eigenschaft durch direkte Suche erkannt und auf eine Überprüfung zunächst verzichtet werden kann (Stiglitz 1974, S. 29). Sobald es allerdings gilt, Erfahrungseigenschaften ausfindig zu machen, ist eine direkte Suche wenig viel versprechend (Hopf 1983, S. 39). Erst

2.2 Modelle zur Überwindung von Marktunsicherheiten

durch die Überprüfung, z.B. durch Kauf und den anschließenden Verzehr von Lebensmitteln, kann auf Erfahrungseigenschaften wie Geschmack oder Haltbarkeit geschlossen werden. Nelson (1970) sieht den Vorteil der Prüfung immer dann gegeben, wenn die Kosten der Suche sehr hoch und gleichzeitig die Güter selbst sehr preiswert sind. In solchen Fällen können Aktivitäten zur Beschaffung von Informationen über die Qualität eines Gutes teurer sein, als der Erwerb und die anschließende Beurteilung.

Das zweite Instrument, das Selbstselektions-Schema, soll der besser informierten Marktseite z.B. die Möglichkeit geben, sich ihren Bedürfnissen entsprechend in eine Vielzahl unterschiedlicher Verträge einzusortieren. Dazu kann die schlechter informierte Marktseite Verträge anbieten, in welche sie zuvor die gesuchten Qualitätsmerkmale in verschiedenen Abstufungen einbringt. Anhand des ausgewählten Vertrags kann die schlechter informierte Seite sodann Rückschlüsse auf die Eigenschaften bzw. das Verhalten der besser informierten Marktseite ziehen.

Rothschild und Stiglitz (1976) zeigen am Beispiel eines Versicherungsmarktes, wie das Instrument der Selbstselektion zu einer wirksamen Aufteilung des Marktes in Versicherungsnehmer mit unterschiedlichen Schadenswahrscheinlichkeiten führen kann. So trägt der Einsatz eines Selbstselektions-Schema dazu bei, die Unkenntnis bzw. Unsicherheit der Versicherungsgeber über Eigenschaften der Versicherungsnehmer, wie z.B. deren Verhalten (aufmerksam, unachtsam, etc.), zu verringern.

Dazu bieten die Versicherungsgeber am Markt eine Variation unterschiedlicher Verträge an, aus denen sich die Versicherungsnehmer den für ihr individuelles Schadensrisiko optimalen Vertrag aussuchen können.

Anhand ihrer Selbsteinstufung – z.B. durch die Auswahl eines Vertrages mit oder ohne Selbstbeteiligung – signalisieren die Versicherungsnehmer den Versicherungsunternehmen beispielsweise ihre Schadensklasse und somit die Wahrscheinlichkeit einer Inanspruchnahme der Versicherungsleistungen (Adler 1996, S. 46 f.). Die Rückschlüsse, die das Versicherungsunternehmen aus den ermittelten Informationen (z.B. hohe bzw. niedrige Schadenswahrscheinlichkeit) ziehen kann, ermöglicht es ihnen beispielsweise, ein Prämienmodell für die jeweiligen Schadensklassen zu entwickeln.

Das Konzept des Signalings wurde erstmals von Spence (1973, S. 355 ff.; sowie 1976, S. 591 ff.) vorgestellt und analysiert. Spence (1976, S. 592) versteht Signaling lediglich als eine dem Screening gegenüberliegende Seite derselben Münze und sieht in einem Signal die glaubwürdige Übertragung von Information, die den nicht informierten Nachfragern einen Rückschluss auf die signalisierten Eigenschaften der angebotenen Güter, wie z.B. Erfahrungseigenschaften über die Qualität, erlaubt. Damit die Übermittlung von Informationen als glaubwürdig angesehen werden kann, muss ein Signal allerdings immer auch mit Kosten für den Signalisierenden verbunden sein.

Grundsätzlich unterscheidet Spence (1976, S. 593 ff.) zwischen zwei verschiedenen Signaling-Instrumenten, den so genannten exogen teuren Signalen („exogenously costly signals“) und den so genannten bedingten Verträgen („contingent contracts“).

Exogen teure Signale sind übermittelte Informationen über nicht beobachtbare Eigenschaften, wie z.B. Erfahrungseigenschaften von Gütern oder deren Anbietern. Ihre glaubwürdige Übermittlung ist für den Signalisierenden stets mit Kosten verbunden („costly“), die zunächst unabhängig von einer Reaktion möglicher Nachfrager anfallen („exogenously“). Exogen teure Signale werden von Spence (1973) im Zusammenhang mit seiner Untersuchung eines Arbeitsmarktes vorgestellt und können, z.B. in Form von Nachweisen über den Ausbildungsgrad sowie bereits bestehende Erfahrungen von Beschäftigten, sowohl deren Leistungsbereitschaft, als auch deren Qualität vermitteln. Dabei ist es besonders wichtig, dass die Kosten der Signale negativ mit der Qualifikation des Signalisierenden korrelieren, das heißt, ein Signal muss für einen Anbieter niedrigerer Qualität bzw. Leistungsbereitschaft immer mit prohibitiv hohen Kosten einhergehen, wie z.B. der Voraussetzung eines Hochschulabschlusses für die Bewerbung um eine bestimmte Anstellung (Hopf 1983, S. 32).

Weitere kostspielige Signale, wie z.B. Werbung, Marken oder Zertifikate, werden später insbesondere in der marketingtheoretischen Literatur beschrieben und auf ihre Wirkung zur Vermittlung einer hohen Qualität untersucht⁶.

Bedingte Verträge geben der besser informierten Marktseite die Möglichkeit, vergleichbar dem Selbstselektions-Schemata des Screenings, Informationen über die nicht direkt beobachtbaren Eigenschaften (Erfahrungseigenschaften) ihrer angebotenen Güter zu signalisieren. Um eine glaubhafte Übertragung dieser Informationen zu gewährleisten, geht der Signalisierende eine „kostspielige Selbstbindung“ (Kaas 1995, S. Sp. 976) für den Fall ein, dass die übermittelten Informationen nicht den tatsächlichen Eigenschaften entsprechen. Im Gegensatz zu exogen teuren Signalen entstehen mögliche Kosten jedoch erst aufgrund einer möglichen Reaktion, wie z.B. einer Reklamation des Käufers und nicht bereits bei Aussendung des Signals. Als ein Beispiel für bedingte Verträge werden unter anderem Produktgarantien genannt, die Konsumenten über die Eigenschaften von Produkten informieren können, solange die Garantien nicht lediglich auf verbalen Zusicherungen beruhen; also mit weiteren Sanktionen verbunden sind (Spence 1976, S. 593). Denn Worte sind, wie schon Spence (1976, S. 593) anmerkte, „billig“.

Es ist daher unabdingbar, dass hier - wie schon bei den exogen teuren Signalen - die Kosten aus den Garantien ebenfalls negativ mit der Qualität des Produkts korrelieren (Spence 1976, S. 592 f.), d.h., dass die Zusicherung von Garantien, ähnlich dem Hochschulabschluss als Signal auf dem Arbeitsmarkt, mit Kosten verbunden ist, die das Kopieren vergleichbarer Signale für Anbieter mit Produkten niedrigerer Qualität unprofitabel macht.

2.2.3 Verhaltensunsicherheitsansätze

Verhaltensunsicherheitsansätze beschreiben die Wirkungen von Anreizmechanismen, wie z.B. unabhängigen Parteien, Image oder Reputation von Anbietern, die dazu

⁶ Zu Marke als Signal vgl. (Klein und Leffler 1981; Shapiro 1982); zu Werbung als Signal (Kihlstrom und Riordan 1984; Nelson 1974); zu Zertifikaten als Signal (Weisenfeld-Schenk 1997)

2.2 Modelle zur Überwindung von Marktunsicherheiten

beitragen können, dass Anbieter ihre Güter am Markt stets in hoher Qualität bereitstellen⁷. Sie reduzieren auf diese Weise die Unsicherheiten, die insbesondere auf die Vertrauenseigenschaften von Gütern („credence goods“) bzw. auf das strategische oder opportunistische Verhalten von Individuen (Williamson 1990, S. 66), wie z.B. durch die bewusste Übermittlung falscher bzw. irreführender Signale zum eigenen Nutzen des Anbieters, zurückzuführen sind.

Verhaltensunsicherheit (vgl. Abb. 6) wird in der Literatur häufig in drei verschiedene Grundtypen unterteilt (vgl. Spremann 1990, S. 565 ff.; sowie Williamson 1990, S. 65 ff.):

1. Qualitätsunsicherheit („hidden characteristics“). Sie ist zurückzuführen auf die unbekannte Güterqualität. Das Verhalten eines Anbieters bzw. die Qualität eines Gutes steht bereits vor Vertragsabschluss fest und ist auch nach Vertragsabschluss beobachtbar.
2. Holdup („hidden intention“). Holdup ergibt sich aus dem ungewissen Verhalten von Individuen. Das Verhalten eines Anbieters bzw. die Qualität ein Gutes ist vor dem Vertragsabschluss noch variabel, kann allerdings nach Vertragsabschluss beobachtet werden.
3. Moral Hazard („hidden action“). Moral Hazard ergibt sich ebenfalls aus dem ungewissen Verhalten von Individuen. Dabei ist das Verhalten eines Anbieters bzw. die Qualität eines Gutes jedoch weder vor, noch nach dem Vertragsabschluss beobachtbar.

		Verhalten ist nach Vertragsschluss	
		beobachtbar	nicht beobachtbar
Verhalten ist vor Vertragsabschluss	determiniert	hidden characteristics (Qualitätsunsicherheit)	(nicht betrachtet)
	nicht determiniert	hidden intention (Hold-up)	hidden action (Moral Hazard)

Abb. 6: Typen von Verhaltensunsicherheiten (Quelle: Weiber und Adler 1995b, S. 50)

Qualitätsunsicherheit lässt sich vor allem auf die existierende, aber noch unbekanntete Qualität der Güter zurückführen und resultiert nicht aus dem für Verhaltensunsicherheit typischen, ungewissen Verhalten von Individuen (Bayón 1997, S. 22). Aus diesem Grund wurde die Problematik der Qualitätsunsicherheit in einem gesonderten Kapitel 2.2.2 behandelt (analog zur Vorgehensweise von Bayón 1997, S. 22 f.).

⁷ Zum Thema Verhaltensunsicherheitsansätze vgl. (Bayón 1997, S. 22 f.)

Hold-up (Ausbeutung) führt zu Unsicherheit, da für einen Anbieter die Möglichkeit besteht, die Marktgegenseite auszunutzen, indem er beispielsweise versucht Vertragslücken in seinem Sinne auszugestalten (Spremann 1990, S. 568). Ausbeutung liegt z.B. vor, wenn ein Hersteller von Computersystemen seinen Kunden verspricht, eine breite Palette von Anwenderprogrammen zu entwickeln, die die Attraktivität des Systems in Zukunft weiter verbessern sollen, ohne dieses Versprechen vertraglich zu regeln. Dabei ist das Verhalten des Anbieters durchaus beobachtbar, jedoch bleibt der Leistungsnehmer von Faktoren, wie dem Entgegenkommen, der Kulanz oder der Fairness des Anbieters in Bezug auf dessen Versprechen abhängig.

Moral Hazard (moralische Wagnisse) entsteht, wenn das Leistungsergebnis nicht allein von den Aktionen des Leistungserbringers, sondern gleichzeitig auch von nicht beeinflussbaren Umweltentwicklungen abhängt ist, wenn also neben Marktunsicherheit auch Umweltunsicherheit vorliegt (vgl. Kapitel 2.1.2). Das Wagnis besteht nun darin, dass schlechte Ergebnisse mit der Begründung ungünstiger Umweltentwicklungen erklärt werden, wodurch es einem Leistungsempfänger unmöglich wird, die Aktivitäten eines anderen objektiv zu beurteilen. Die Möglichkeit, schlechte Qualität mit ungünstigen Umwelteinflüssen zu entschuldigen, wird dabei als moralisch verwerflich angesehen, daher die Bezeichnung Moral Hazard. Als Beispiel führt Spremann (1990, S. 571 f.) die Situation für Versicherungsunternehmen an, die nach Vertragsabschluss kaum mehr erkennen können, ob ein Schaden aufgrund einer externen Einwirkung entstanden ist oder auf nachlässiges Verhalten des Versicherten zurückgeführt werden kann. Die Unsicherheit über das Verhalten der Versicherungsnehmer ergibt sich dabei aus deren Verhaltenseigenschaften wie z.B. Anstrengung, Fleiß oder Sorgfalt (Spremann 1990, S. 571).

Bayón (1997, S. 22) erachtet die Problematik der Ausbeutung, obwohl er sie als Verhaltensunsicherheit anerkennt, aus informationsökonomischer Perspektive als nicht relevant und ordnet sie den Ansätzen der Transaktionskosten- bzw. der Prinzipal-Agent-Theorie zu. Erklären lässt sich seine Argumentation damit, dass die Informationsökonomik hauptsächlich Aktivitäten der Informationsbeschaffung „vor“ dem Zeitpunkt des Vertragsabschlusses behandelt, wie z.B. durch die Gestaltung von Anreizmechanismen, während mögliche Ansätze zur Überwindung von Unsicherheiten, die sich „zum“ Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gestalten lassen (z.B. durch eine Gestaltung institutioneller Regelungen), Bestandteil von Untersuchungen der Prinzipal-Agent-Theorie sind.

Die Problematik des Moral Hazard wird von Tirole (1997) in zwei Modelle zur Überwindung sich ergebender Unsicherheiten untergliedert: Zum einen in den Fall des einmaligen und zum anderen in den des mehrmaligen Kaufs.

Im Falle einmaliger Kaufaktivität analysierte Tirole (1997, S. 107 ff.) Anreizmechanismen wie Warentestberichte, die die Aufgabe haben, durch Bereitstellung von Informationen über die Eigenschaften und Qualitäten von angebotenen Gütern Nachfrager zu informieren und somit für Anbieter einen Anreiz zur Produktion qualitativ hochwertiger Güter schaffen sollen.

Im Falle mehrmaliger Kaufaktivitäten untersuchte Tirole (1997, S. 112 ff.) hingegen die Wirkung von Reputation – z.B. in Form eines guten Markenimages eines Herstellers – auf die Angebotsqualität der am Markt angebotenen Güter über einen bestimmten Zeitrahmen.

2.3 Zusammenfassung der Modellansätze zu einem Framework

Das Resultat seiner Untersuchungen ergab im ersten Fall, dass mit steigendem Anteil an informierten Nachfragern an der Gesamtzahl der Nachfrager auch die Wahrscheinlichkeit für einen positiven Zusammenhang zwischen Preis und Qualität zunimmt (Tirole 1997, S. 107 f.). Dies rührt daher, dass Anbieter aus Angst vor Ablehnung ihrer Produkte der durch Warentestberichte – wie z.B. Stiftung Warentest – informierten Nachfrager einen immer größeren Anreiz erhalten, qualitativ hochwertige Güter herzustellen. Zudem profitieren die nicht informierten Nachfrager von einem „positiven externen Effekt“, den die informierten Nachfrager zu Gunsten der nicht informierten bewirken, indem hohe Preise bei Existenz vollkommen informierter Nachfrager ein Signal für eine hohe Qualität darstellen können (Tirole 1997, S. 107 f.).

Im zweiten Fall beobachtete er, dass Anbieter auch dauerhaft hohe Qualität anbieten werden, wenn man davon ausgeht, dass zum einen die Qualität der Leistungen einer ständigen Kontrolle durch die Nachfrager unterliegt und zum anderen, neben der Möglichkeit zur Informationsübertragung, auch die Absicht des mehrmaligen Kaufs gegeben ist. So wird die Bereitstellung minderer Qualität in einer Kaufperiode dem Image des Anbieters in den Augen vieler Nachfrager für die folgenden Perioden Schaden zufügen – z.B. durch negative Warentestberichte oder Mund-Propaganda – und folglich mit Einnahmeeinbußen in den kommenden Perioden einhergehen (Tirole 1997, S. 121 f.).

2.3 Zusammenfassung der Modellansätze zu einem Framework

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurden die aus der informationsökonomischen Literatur bekannten Ansätze zur Verringerung von Marktunsicherheiten (Suchkosten- Qualitätsunsicherheits- und Verhaltensunsicherheitsansätze) vorgestellt und erläutert. Es wurde gezeigt, dass sich die Unsicherheiten grundsätzlich auf die asymmetrische Verteilung von Informationen sowie den unterschiedlichen Wissensstand zwischen Anbietern und Nachfragern zurückführen lassen und dass die Einteilung der Ansätze zur Reduktion der Unsicherheit im Wesentlichen durch die Eigenschaften der angebotenen Güter und Serviceleistungen (Such-, Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften) vorgegeben wird.

Im Folgenden sollen nun die beschriebenen Ansätze zur Reduktion der einzelnen Unsicherheiten (z.B. Unsicherheit über die Verteilung der Preise, Adverse Selction, und Moral Hazard) in einer Abbildung (Abb. 7) zusammengefasst werden. Dabei ist, wie bereits beschrieben, die Wahl der Ansätze gebunden an die Eigenschaften der Güter und Leistungen, über die unvollkommene Informationen bestehen und so systematisiert die Darstellung, analog zu den Ausführungen der vorherigen Abschnitte, die Ansätze sowie deren Instrumente in Bezug auf die Unsicherheiten, die sie zu überwinden suchen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass für den weiteren Verlauf der Arbeit lediglich die Ansätze zur Reduktion von Qualitätsunsicherheit von Bedeutung sein werden. Da eine intensivere Betrachtung von Reputationsmechanismen, die als einziges Instrument zur Verringerung von Verhaltensunsicherheit in der informationsökonomi-

schon Literatur genannt werden, nicht Bestandteil dieser Arbeit sein soll (vgl. Kapitel 1.4), wird auf eine abschließende kritische Analyse der Verhaltensunsicherheitsansätze im 4. Kapitel verzichtet.

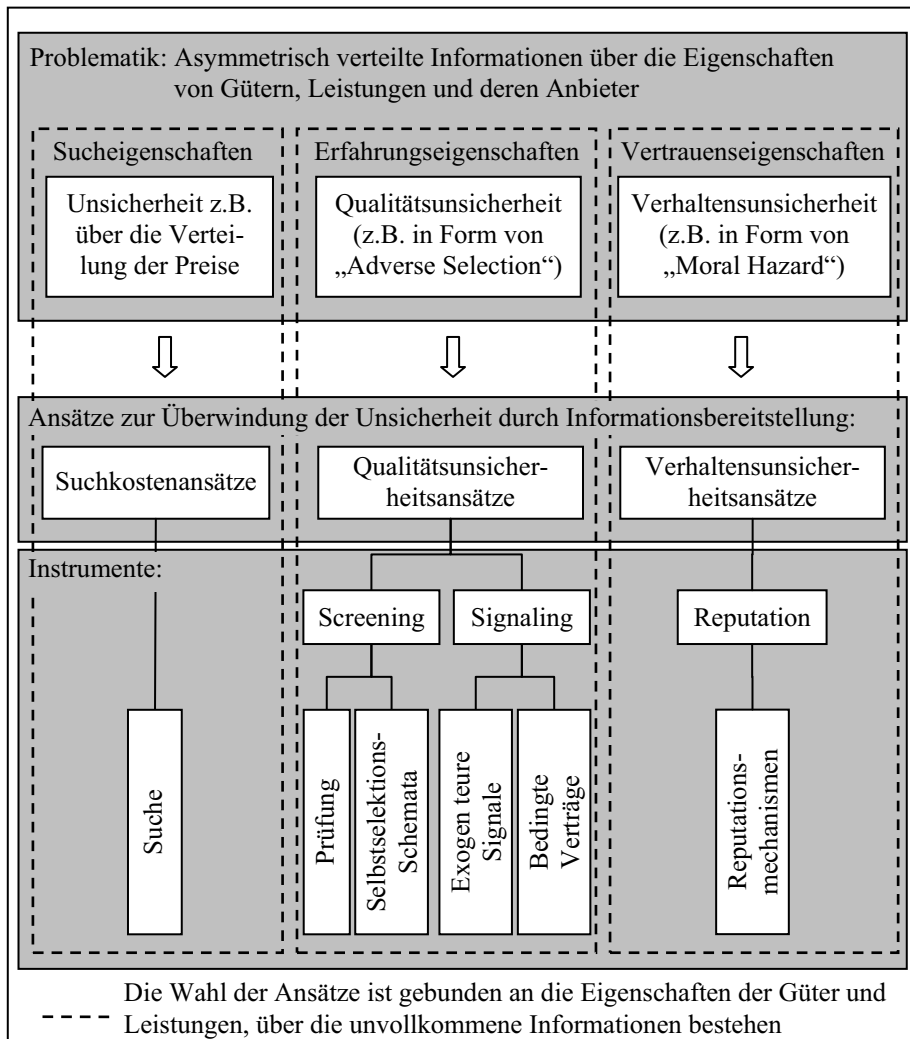


Abb. 7: Framework zur Überwindung von Marktunsicherheiten

3 Einordnung bestehender Arbeiten zur Vertrauensbildung in Grid-Ökonomien

In diesem Kapitel sollen bereits bestehende Entwicklungen im Bereich der Grid-Technologie vorgestellt werden, deren Fokus auf eine Übertragung von Informationen und eine Verminderung von Unsicherheit innerhalb von Grid-Ökonomien gerichtet ist. Dabei erfolgt die Auswahl der Arbeiten auf Basis des in Kapitel 2.3, Abb. 7 entwickelten Frameworks zur Überwindung von Marktunsicherheiten, wobei jedem Instrument des Frameworks, soweit möglich, ein vergleichbares Beispiel der Grid-Technologie zugeordnet werden soll.

Kapitel 3.1 stellt zunächst ganz allgemein die Bedeutung von informationsökonomischen Ansätzen für die Grid-Ökonomie dar und zeigt, dass in einer Grid-Ökonomie grundsätzlich Problematiken entstehen können, die mit denen der Informationsökonomik vergleichbar sind.

In den folgenden Kapiteln (Kapitel 3.2 bis 3.5) werden jeweils wichtige Arbeiten beschrieben, die sich den Bereichen Signaling, Screening (Verzeichnisse in Kapitel 3.2, Broker in Kapitel 3.3 sowie Verträge in Kapitel 3.4) und Reputation (Reputationssysteme – Kapitel 3.5) zuordnen lassen. Die Darstellung der Ansätze reicht von der Beschreibung der Aufgaben über die Erklärung der Architektur und des Vorgehens bis hin zu einer Beurteilung aus informationsökonomischer Perspektive.

Abschließend sollen in Kapitel 3.6 die beschriebenen Ansätze nochmals kurz zusammengefasst werden.

3.1 Zur Bedeutung der Marktunsicherheitsansätze für die Grid-Ökonomie

Bereits heute werden die Ansätze zur Überwindung von Marktunsicherheiten erfolgreich für das Marketing (Kaas 1990; Weiber und Adler 1995b) und im Dienstleistungsbereich (Woratschek 1996) angewandt. Da Ansätze zur Grid-Ökonomie – wie das Modell GRACE – die Aufgabe haben, die realen Wirtschaftsbeziehungen zwischen Unternehmen und deren Austauschbeziehungen so genau wie möglich unter Zuhilfenahme von Informationstechnologien – hier ist das Grid als Technologie gemeint – abzubilden, soll untersucht werden, ob sich auch die soeben gewonnen Erkenntnisse aus der Informationsökonomie auf die eingangs aufgeführten Problemstellungen in Grid-Ökonomien anwenden lassen.

Anstelle von realen Gütern und Dienstleistungen, die von Menschen an einem Markt angeboten bzw. nachgefragt werden, treten nun virtuelle Güter und Dienstleistungen, die unter autonom handelnden Softwareagenten – zu den Eigenschaften von Softwareagenten siehe (Wooldridge 1997, S. 27 f.) – ausgetauscht werden. Dazu gehören Ressourcen, wie z.B. Rechenleistung und Dienste, wie z.B. ein Service zum Umwandeln von Word-Dokumenten in Pdf-Dokumente.

3 Einordnung bestehender Arbeiten zur Vertrauensbildung in Grid-Ökonomien

Abb. 8 stellt einen typischen Prozess eines Waren- bzw. Dienstleistungsaustausches dar, angefangen bei der Suche nach bzw. Bereitstellung einer Ware oder Dienstleistung und endend mit der Bezahlung derselbigen⁸. Dabei bilden die Graphiken innerhalb der Abbildung den realwirtschaftlichen Austauschprozess ab, während die unterstrichenen Begriffe den Komponenten der Grid-Ökonomie GRACE entsprechen und parallel zum realwirtschaftlichen den virtuellen Austauschprozess darstellen sollen.

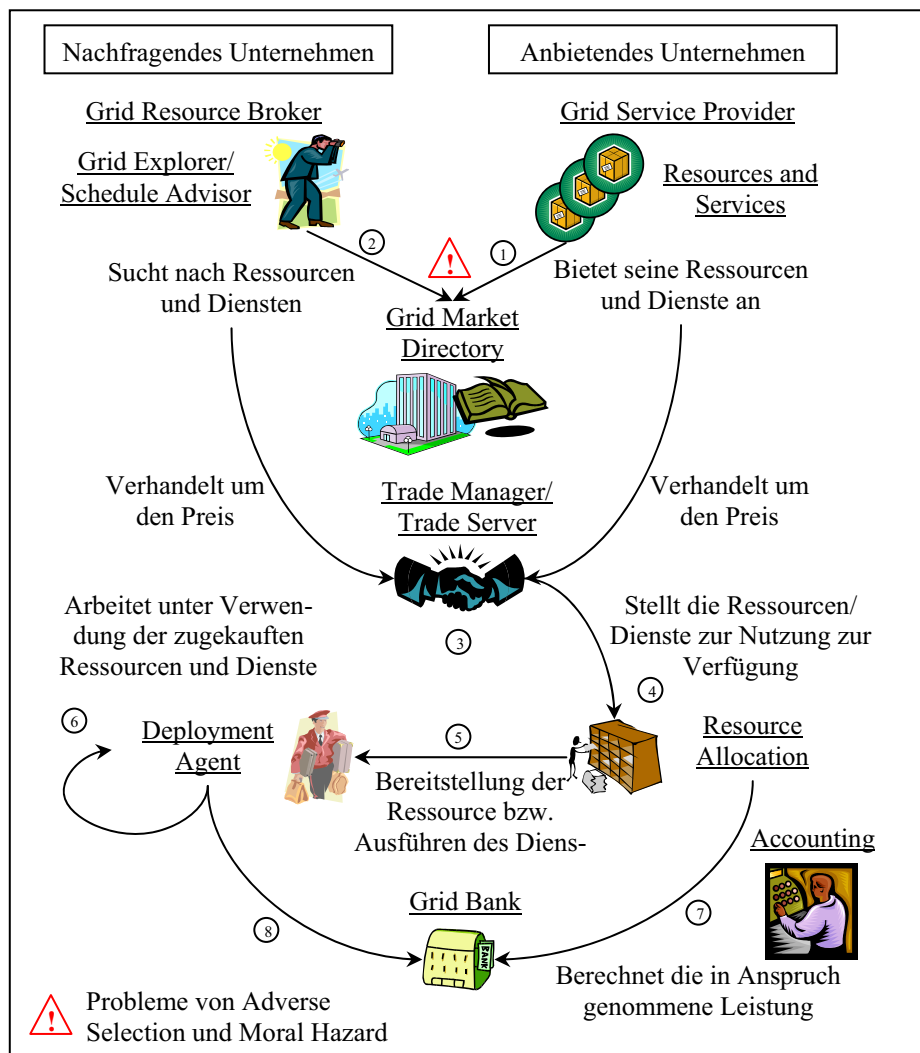


Abb. 8: Beschreibung eines Kaufprozesses mittels GRACE

⁸ Für die Darstellung eines gesamten Güteraustauschprozesses vgl. (Müller, Eymann et al. 2003, S. 297 f.)

3.1 Zur Bedeutung der Marktunsicherheitsansätze für die Grid-Ökonomie

Die Abbildung soll auf diese Weise veranschaulichen, dass der virtuelle Prozess der Grid-Ökonomie als ein Modell bzw. Abbild des realwirtschaftlichen Austausches an einem Markt angesehen werden kann und sich somit eine Übertragung informationsökonomischer Konzepte auch in Grid-Ökonomien als hilfreich erweisen kann.

Der beschriebene Prozess lässt sich in mehrere Schritte einteilen und wird am Beispiel von zwei Unternehmen erläutert. Das anbietende Unternehmen kann sowohl eine Zeitarbeitsfirma sein, die ihr Personal anderen Firmen kurzfristig auf Wunsch zur Verfügung stellt, als auch ein Anbieter standardisierter Dienste, wie der oben erwähnten Umwandlung von Dokumenten in einer Grid-Ökonomie. Für nachfragende Unternehmen gilt sinngemäß das gleiche. Hierbei könnte es sich sowohl um ein Bauunternehmen handeln, das bei überraschenden Großaufträgen oder krankheitsbedingten Personalausfällen die benötigten Arbeiter temporär zukaufen möchte, um so z.B. hohe Personalfixkosten zu umgehen, als auch – in Bezug auf die Grid-Ökonomie – um ein Unternehmen, dessen Kerngeschäft in der Erstellung von Versicherungsverträgen im e-Business-Bereich liegt, welches sich die teure Software zum Umwandeln von Dokumenten ersparen und daher einen geeigneten Umwandlungsdienst „on demand“ zukaufen möchte.

Im ersten Schritt wird der Anbieter bzw. Service Provider seine Dienstleistung bzw. seinen Dienst am Markt anbieten. Dies kann geschehen, indem er beispielsweise sein Angebot an einen Verzeichnisdienst, ähnlich den Gelben Seiten bzw. einem Grid Market Directory, übermittelt. Ein Nachfrager wird auf der Suche nach einer Dienstleistung im zweiten Schritt ein solches Verzeichnis durchsuchen – im Grid funktioniert dies mit Hilfe des Grid Explorers als eine Komponente des Grid Resource Brokers – und daraufhin den für ihn geeigneten Anbieter und dessen Dienstleistung auswählen. Genau an dieser Stelle können nun die Probleme des Adverse Selection (Fehlauswahl) und Moral Hazard (moralischen Wagnisse) der Informationsökonomie auftreten, zu deren Überwindung die in Kapitel 2.2 dargestellten Modelle zur Überwindung von Marktunsicherheiten entwickelt wurden. In Schritt drei besteht für den Anbieter und Nachfrager noch die Möglichkeit, den Preis zu verhandeln, bevor in Schritt vier der Anbieter die von ihm zu erbringende Dienstleistung in seinen Terminplan aufnimmt – im GRACE-Modell erfolgt dies durch die Resource Allocation. Im fünften Schritt wird schließlich die gebuchte Leistung dem Nachfrager bereitgestellt. Sobald die zugekaufte Dienstleistung erhalten wurde, kann im sechsten Schritt der Nachfrager nun seine eigenen Aufgaben fortsetzen – in GRACE ist dafür der Deployment Agent verantwortlich. Abschließend werden die erbrachten Leistungen vom Anbieter bzw. dessen Rechnungsstelle – dem Accounting – in Rechnung gestellt (Schritt sieben) und von den Nachfragern beglichen (Schritt acht). Dabei erfolgt die Transaktion des Geldes häufig über einen Mittler – eine Bank bzw. über die Grid Bank⁹.

Wie gezeigt wurde, ähneln sich die beiden dargestellten Prozesse. Es kann demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die im ersten Kapitel

⁹ Zu Abrechnung und Bezahlung in Grid-Ökonomien vgl. (Barmouta und Buyya 2003)

beschriebenen Probleme, analog zu den Untersuchungen der Informationsökonomie aus dem zweiten Kapitel, auch hier auf die Eigenschaften der Ressourcen/ Dienste bzw. das Verhalten der Dienstanbieter zurückgeführt werden können.

Darüber hinaus handelt es sich bei Ressourcen und Diensten in Grid-Ökonomien nicht um Suchgüter im klassischen Sinne, deren Such- und Qualitätseigenschaften noch vor dem Erwerb mit Sicherheit ermittelt werden können – diese existieren nur an realen Märkten –, sondern um Erfahrungs- und Vertrauensgüter, deren Eigenschaften erst nach dem Erwerb bzw. unter Umständen gar nicht ermittelt werden können. Zwar besitzen auch Serviceleistungen Sucheigenschaften, z.B. in Form von Preisen, allerdings resultieren die Probleme der Qualitäts- und Verhaltensunsicherheit hauptsächlich aus den ungleich verteilten Informationen über die Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften.

Damit kann es, analog zu dem in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Sachverhalt von (Akerlof 1970), auch in einer Grid-Ökonomie aufgrund der asymmetrisch verteilten Informationen zwischen Grid Service Provider und Grid Resource Broker zu Marktunsicherheiten kommen (Mui, Mohtashemi et al. 2002, S. 2431). Grund zu dieser Annahme besteht, da man davon ausgehen kann, dass der Grid Service Provider über die Eigenschaften seines angebotenen Dienstes vollständig informiert ist, während der Resource Broker zunächst keinerlei Information über die am Markt vorliegenden Dienste besitzt.

Zwar findet dieses Problem in der aktuellen Literatur zum Grid-Computing nur am Rande Erwähnung (Dinda 2004, S. 1). Grund dafür ist wahrscheinlich, dass bisherige Grid-Projekte entweder von kooperierenden Universitäten oder IT-Unternehmen, wie z.B. im Fall des WW-Grid (Gridbus 2003), durchgeführt werden, die auf freiwilliger Basis beruhen, und allein dem Zweck der Forschung und Entwicklung von Grids dienen. Dabei werden Services allerdings in der Regel nicht garantiert, eine Nichtleistung angeforderter Services ist bisher nicht mit negativen Konsequenzen verbunden (Cheliotis, Kenyon et al. 2004, S. S. 6). Allerdings ist zu erwarten, dass mit zunehmender Attraktivität des Grids für Unternehmen auch konkrete Ansätze zur Bewältigung von Unsicherheit in Grid-Ökonomien zu finden sein werden (Foster 2002a, S. 46; Foster, Kesselman et al. 2002, S. 37 f.). Gerade eine steigende Anzahl mehr oder weniger zuverlässiger und opportunistisch handelnder Anbieter (Unternehmen) sowie das Angebot unzähliger verschiedenartiger Grid-Services, die sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften, wie Preis, Qualität, Verfügbarkeit etc. unterscheiden, werden Maßnahmen zur Informationsgewinnung notwendig machen.

In den folgenden Abschnitten dieses Kapitels sollen nun einige bereits bestehende technologische Ansätze, wie z.B. zu Informationsintermediären, elektronischen Verträgen oder Reputationsmechanismen vorgestellt werden, die dazu beitragen können, Informationen über Such-, Qualitäts- und Vertrauenseigenschaften angebotener Serviceleistungen auszutauschen sowie zu einem erhöhten Maß an Vertrauen zwischen Resource Broker und Service Provider zu führen.

3.2 Das Bereitstellen von Informationen am Beispiel von MDS-4 (Monitoring and Discovery Service)

Der Metacomputing Directory Service (MDS) wurde entwickelt in Zusammenhang mit dem Globus Metacomputing Infrastructure Toolkit (Foster und Kesselman 1997, S. 123 f.) und seitdem mehrfach überarbeitet. Im aktuellen Globus Toolkit Version 4 dient MDS-4 dazu, Services und Ressourcen zu überwachen und aufzuspüren (Foster 2006, S. 519 f.).

Foster (Foster 2006, S. 519) sieht in der Überwachung („Monitoring“) und in der Entdeckung („Discovery“) von Diensten und Ressourcen zwei unerlässliche Funktionen für verteilte Systeme, wie beispielsweise für die hier behandelte Grid-Ökonomie (vgl. Kapitel 3.1). Es ist zudem typisch, dass in virtuellen Organisationen die Teilnehmer über wenig bis keinerlei Informationen über die angebotenen Leistungen anderer Organisationen verfügen (Czajkowski, Fitzgerald et al. 2001, S. 181) – anders als im Fall eines zentral verwalteten Systems, in dem die Systemverwaltung sämtliche Informationen eines jeden Beteiligten kennt.

Da das Überwachen von Ressourcen und Diensten erst nach dem Auffinden erfolgen kann, sich die Betrachtungen hier allerdings mit der vorangestellten Bereitstellung von Informationen beschäftigen, wird auf die Betrachtung des Monitoring Service verzichtet; diese erfolgt in Kapitel 3.4.3 in Zusammenhang mit der Überwachung von Verträgen.

3.2.1 Aufgabe

Es ist die Aufgabe des Discovery Service, Informationen über die Konfiguration und den Status von Grid-Services und -Ressourcen zu beschaffen, anschließend diese Informationen zu indizieren – also eindeutig den Services zuzuordnen –, und sie schließlich innerhalb eines Verzeichnisses – auch Directory genannt, wovon sich anfangs das Kürzel MDS ableitete (Metacomputing Directory Service) (Fitzgerald, Foster et al. 1997, S. 365) – zu publizieren und archivieren (Foster 2005, S. 45).

Auf diese Weise soll mit Hilfe des Discovery Service ein geeigneter Dienst bzw. eine geeignete Ressource gefunden werden können, der bzw. die den Anforderungen der Nachfrager gerecht wird. Der Discovery Service kann dabei sowohl das Auffinden z.B. zweckmäßiger Dienste, als auch die Auswahl eines bestimmten Dienstes, je nach Bedürfnis des Konsumenten, umfassen. So kann z.B. der schnellste oder der günstigste ausgewählt werden (vgl. dazu Nimrod/G).

Da die Informationsquellen allerdings, wie zuvor beschrieben, nicht bereits bei einer zentralen Verwaltung gebündelt vorliegen, muss der Discovery Service über die Fähigkeit verfügen, aus mehreren, möglicherweise unzählig vielen, über mehrere Domänen verteilten Quellen, Informationen zu gewinnen und diese ständig zu aktualisieren. Dabei können die gesuchten Informationen von Programmen, Web Services, Dokumenten oder anderen netzwerkfähigen Diensten bereitgestellt werden und umfassen Eigenschaften über beispielsweise die Verfügbarkeit, Auslastung und Ausführungsdauer von Diensten und Ressourcen (Foster 2005, S. 47).

3.2.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)

Um die oben genannten Aufgaben zu erfüllen, verfügt der Discovery Service über so genannte aggregator services (Sammler). Diese ermöglichen es z.B. aus registrierten Informationsquellen aktuelle Informationen aufzunehmen und diese zu indizieren. Dabei ist die Registrierung jeder einzelnen Leistung eines Anbieters bei dem gewünschten Directory Service (aggregator service) eine notwendige Voraussetzung, um die spätere Indizierung zu gewährleisten. Zusätzlich trägt der Discovery Service dazu bei, die Informationen innerhalb der Verzeichnisse fortwährend auf einem aktuellen Stand zu halten sowie Suchanfragen der Nachfrager zu unterstützen.

Grundsätzlich können innerhalb von Grid-Ökonomien mehrere Verzeichnisse nebeneinander existieren, so kann z.B. jede virtuelle Organisation ihr eigenes Verzeichnis besitzen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, in einer Grid-Ökonomie zusätzlich eine Art übergeordnetes Verzeichnis zu installieren, welches wiederum die Einträge der einzelnen lokalen Verzeichnisse enthält.

Ein Verzeichnis, wie das hier beschriebene MDS, ermöglicht es einem Service-Anbieter, mittels zweier unterschiedlicher Methoden seine Dienste innerhalb von Grid-Ökonomien zu publizieren (Foster 2005, S. 47).

Zum einen kann ein Anbieter Informationen bereitstellen, indem er Eigenschaften über seine Ressourcen und Dienste in Form von Informationsquellen von einem Aggregator (MDS-Index Service) abfragen lässt – dies geschieht mit Hilfe einer Web Service Resource Framework Schnittstelle (WSRF „get resource property“) – der so genannten pull-Methode.

Zum anderen kann er die gewünschten Eigenschaften seiner Ressourcen und Dienste auch selbstständig mittels der so genannten push-Methode direkt im Verzeichnis indexieren – dies funktioniert über Web Service Notification subscription (vgl. dazu Graham, Niblett et al. 2004). Die Schnittstellen und Funktionen des WSRF wurden in einem Standard zusammengefasst, dem WSRF (Czajkowski, Ferguson et al. 2004 – From open grid services Infrastructure) und dienen der Unterstützung Web Service-orientierter Architekturen.

Sobald sich ein Anbieter in einem Verzeichnis registriert und seine Informationen selbst eingetragen hat bzw. seine Informationsquellen von einem Discovery Service erfasst wurden, wird es potentiellen Konsumenten (z.B. in Gestalt eines Brokers) möglich sein, das Verzeichnis nach benötigten Diensten zu durchsuchen. Alternativ können sich die Konsumenten auch durch das Verzeichnis über neue Dienste benachrichtigen lassen.

Die aktive Suche nach Informationen durch einen Nachfrager funktioniert durch gezielte Suchanfragen unter Verwendung von Abfragen, die beispielsweise durch Xpath oder andere Web-Service-Mechanismen und die Anwendung unterschiedlicher Suchalgorithmen ermöglicht werden – ein Beispiel für eine solche aktive Suche nach Informationen wird im folgenden Kapitel 3.3 behandelt.

Eine Benachrichtigung erfolgt über einen MDS-Trigger Service, der an registrierte Konsumenten – um diesen Service nutzen zu können, ist es notwendig, dass sich

3.2 Das Bereitstellen von Informationen am Beispiel von MDS-4

ebenfalls die Konsumenten bei dem entsprechenden Directory Service (aggregator service) registrieren lassen – beispielsweise eine E-Mail versendet oder einen Eintrag in deren Logdatei bewirkt. Auf diese Weise erhält ein Nachfrager Informationen über von ihm gesuchte Dienste und Ressourcen, ohne aktiv nach ihnen suchen zu müssen.

Die Aktualität der bereitgestellten Informationen wird gewährleistet, indem sämtliche Eintragungen im MDS-Verzeichnis in regelmäßigen Abständen erneuert werden (Foster 2005, S. 46). Dies ist notwendig, da man davon ausgehen kann, dass sich in einer dynamischen Umgebung Eigenschaften, wie Verfügbarkeit und Ausführungsdauer von Diensten und Ressourcen, nach einer gewissen Zeit verändern.

Damit unterscheidet sich das MDS-Verzeichnis von traditionellen, statischen Verzeichnissen, wie beispielsweise dem UDDI – Universal Description Discovery and Integration (UDDI 2005) – dessen Einträge zwar geändert werden können, allerdings zeitlich nicht begrenzt sind.

Bei der pull-Methode wird der MDS-Index Service daher regelmäßig aktuelle Informationen von allen registrierten Anbietern abfragen und Änderungen der bereitgestellten Informationen entsprechend berücksichtigen. Bei der push-Methode ist es dem Service Providers überlassen, die Einträge im Verzeichnis zu erneuern, falls er seine Leistungen weiterhin über dieses Verzeichnis anbieten möchte.

3.2.3 Market Directory (GMD) – ein Verzeichnis für Grid-Ökonomien

Das GMD ist Teil der von Buyya entwickelten Grid-Ökonomie (vgl. Abb. 1) und erlaubt es Besitzern von Ressourcen, ihre Leistungen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu publizieren (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702).

Das Marktverzeichnis (GMD), das von Yu, Venugopal et al. (2006) in ihrer Arbeit „A Market-Oriented Grid Directory Service for Publication and Discovery of Grid Service Providers and their Services“ vorgestellt wird, kann als eine Erweiterung des MDS-2 (dem Vorgänger des im vorherigen Abschnitt beschriebenen MDS-4) verstanden werden. Es soll dazu dienen, Leistungen von Anbietern – hier werden sie Grid Service Provider (GSP) genannt – in einem Verzeichnis zu publizieren, in dem potentielle Konsumenten – hier Grid Resource Broker (GRB) – nach ihnen suchen können. Im Gegensatz zu MDS-4 ist es beim GMD bereits nicht mehr notwendig, jede Ressource einzeln zu registrieren; eine Registrierung des Service Providers genügt, um seine sämtlichen Ressourcen zu erfassen (vgl. Abb. 9).

Ein weiterer Unterschied zwischen MDS-4 und GMD besteht darin, dass mittels MDS-4 lediglich Basisinformationen, wie Informationen über die Konfiguration, Verfügbarkeit, Auslastung und Ausführungsdauer von Diensten abgefragt werden können. Eine Möglichkeit, Informationen über die Qualität oder den Preis von Leistungen zu ermitteln, besteht hingegen nicht. GMD erweitert die Bereitstellung von Informationen um Attribute, wie Dienstyp (z.B. der Zuordnung des Dienstes zur Kategorie der Finanzdienstleistungen), Hardwarepreis (z.B. Kosten pro CPU-Einheit) und Softwarepreis (z.B. Kosten pro Nutzung einer Anwendung) (Yu, Venugopal et al. 2006, S. 21).

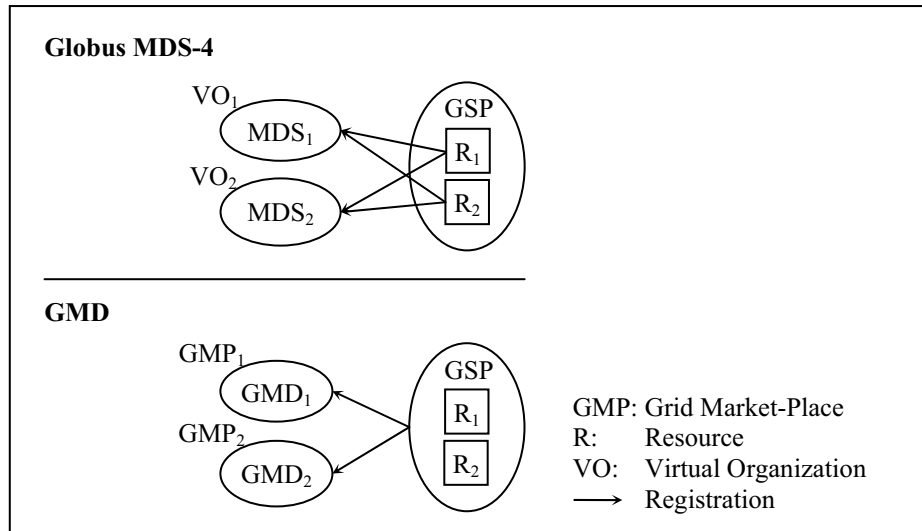


Abb. 9: Anmeldung eines Service Providers bei einem Verzeichnisdienst in Anlehnung an (Yu, Venugopal et al. 2006, Figure 2, S. 19)

Außerdem ermöglicht GMD, die Suche nach Informationen durch die Verwendung von Kategorien, wie z.B. CPU-Serviceleistungen, zu filtern, damit die Agenten gezielt nach Serviceleistungen für bestimmte Anwendungsgebiete suchen können (Yu, Venugopal et al. 2006, S. 20).

Damit erweitert GMD das bisher betrachtete Verzeichnis MDS und ermöglicht eine verbesserte Suche nach Serviceleistungen durch die Integration von Informationen über Preise oder andere Merkmale.

3.2.4 Informationsökonomische Beurteilung

Ein Verzeichnis, wie MDS-4 oder GMD, ermöglicht es Anbietern, ihre Leistungen und deren Eigenschaften einer breiten Masse an Konsumenten anzubieten, ohne diese im Einzelnen kennen zu müssen. Gleichzeitig befähigt es die Nachfrager, zahlreiche Informationen über die Verfügbarkeit und Inhalte von Diensten zu ermitteln, ohne an jeden Anbieter einzeln eine Anfrage senden zu müssen (Foster 2005, S. 47). Auf diese Weise können Verzeichnisse die Rolle von Informationsintermediären, übernehmen, da sie die Angebote und Suchanfragen zusammenführen¹⁰.

Das Zwischenschalten eines Informationsintermediärs ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht dazu geeignet, Kosten, die sich aus Informationsaktivitäten, wie dem Publizieren und dem Suchen nach Informationen, ergeben, einzusparen (vgl. dazu Abb. 10). Dies resultiert aus der Reduktion der Anzahl der Anfragen, die von einem

¹⁰ Zum Konzept von Informationsintermediären vgl. (Rose 1999).

3.2 Das Bereitstellen von Informationen am Beispiel von MDS-4

suchenden Agenten ausgehen, und einem gleichzeitigen Rückgang der zu versenden- den Mitteilungen, die über die Existenz eines Anbieters bzw. dessen Leistungen informieren sollen.

Grundsätzlich ist denkbar, dass Verzeichnisse im Zusammenhang mit Signaling- Aktivitäten von Grid Service Providern eingesetzt werden, um Informationen, wie z.B. Preis-, Produkt- oder Qualitätsinformationen, über die von ihnen angebotenen Serviceleistungen zu veröffentlichen. Gleichzeitig erscheint es möglich, Verzeichnisse im Rahmen von Screening-Aktivitäten einzusetzen, indem sie z.B. der informati- onssuchenden Marktseite erlauben, Verträge in unterschiedlichen Abstufungen bereitzustellen (Selbstselektions-Schema).

Beides ist derzeit nur teilweise verwirklicht. So bleibt bisher eine Informations- vermittlung auf Sucheigenschaften, wie z.B. Preisinformationen, angebotener Lei- stungen beschränkt, während weitere Informationen, z.B. über Erfahrungs- und Ver- trauenseigenschaften, wie die tatsächliche Qualität eines Dienstes bzw. dessen Anbieters, nicht glaubhaft übermittelt werden können (Müller, Eymann et al. 2003, S. 344).

Dies liegt zum einen daran, dass eine Bereitstellung von Informationen für Service Provider derzeit an keinerlei Anforderungen geknüpft ist, demnach weder mit Kosten, noch mit der Zusicherung einer bestimmten Qualität verbunden ist. Zum anderen kann auch das Verzeichnis selbst in seiner Rolle als Informationsintermediär keinen Anreiz zur Bereitstellung qualitativ hochwertiger Leistungen bewirken, da es keinerlei Verifizierung der publizierten Informationen in Form einer Prüfung („examinati- on“) vornimmt.

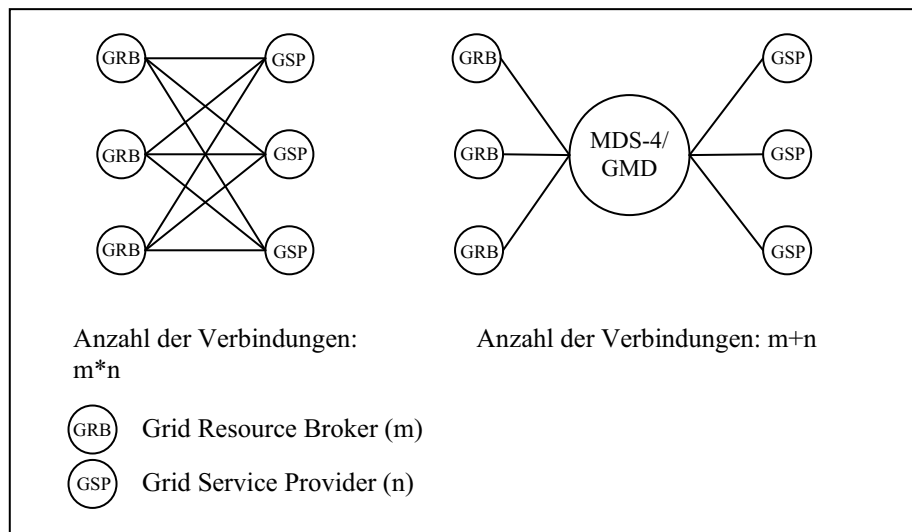


Abb. 10: Kostensenkung durch einen MDS-Verzeichnisdienst

Zwar lassen sich durch den Einsatz von Verzeichnissen und durch die Ausführ- lichkeit der bereitgestellten Informationen mehr Informationen über angebotene Serviceleistungen leichter in einer Grid-Ökonomie verteilen bzw. in Erfahrung

bringen (vgl. Abb. 10), allerdings muss mehr Information, wie schon in Kapitel 2 ausgeführt wurde, nicht unbedingt mit höherer Qualität einhergehen. Solange die Bereitstellung von Informationen nicht mit Kosten verbunden und der Verstoß eines Leistungsversprechens nicht an negative Konsequenzen (z.B. finanzielle Kompensationen) für den Anbieter gebunden ist, lässt sich das Problem der Fehlausewahl („adverse selection“) durch den Einsatz von Verzeichnissen nicht bemerkbar reduzieren.

Auch das Problem des Moral Hazard, welches sich auf die Vertrauenseigenschaften des Anbieters und dessen Angebote bezieht, kann durch die Existenz von Verzeichnissen derzeit nicht gelöst werden, solange Verzeichnisse nicht als unabhängige Informationsintermediär eingesetzt werden, deren Aufgabe es ist, neben der Verwaltung von Informationen, auch die Prüfung der signalisierten Eigenschaften angebotener Serviceleistungen durchzuführen.

3.3 Die gezielte Suche nach Informationen am Beispiel des Nimrod-G Brokers

Nimrod-G ist ein Ressourcenmanagement- und -koordinationssystem für Grid-Umgebungen (Buyya, Abramson et al. 2000b, S. 283) und wird innerhalb der in Kapitel 1.2 dargestellten Grid-Ökonomie als Resource Broker eingesetzt. In der Rolle des Resource Brokers übernimmt Nimrod-G alle Aufgaben vom Auffinden von Diensten und Ressourcen bis hin zur Ausführung der benötigten Berechnungen unter Verwendung der Grid Dienste und Ressourcen (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702).

Hervorgegangen ist Nimrod-G aus dem bereits 1995 entwickelten Nimrod (Abramson, Susic et al. 1995), welches den Anforderungen der groß angelegten, dynamischen Grid-Ökonomien nicht mehr gerecht werden konnte. Der Nimrod-G Resource Broker ermöglicht nun – im Gegensatz zu seinem Vorgänger – die Berücksichtigung von Ressourcen, die sich insbesondere durch ihre Verteilung über diverse Domänen, ihre Sicherheitsanforderungen in Form unterschiedlicher Policen und ihre sich ständig verändernden Rechenleistungen bzw. Anforderungen und Kosten des Zugangs auszeichnen (Abramson, Giddy et al. 2000, S. 520 f.).

3.3.1 Aufgabe

Die Aufgaben eines Resource Brokers sind zahlreich. Ein Broker, wie Nimrod-G, ist unter anderem dafür verantwortlich, Dienste und Ressourcen zur Ausführung von Berechnungen – wie z.B. der weiter oben beschriebenen Umwandlung von Dokumenten in ein anderes Format – aufzuspüren und auszuwählen. Der Broker soll Preisverhandlungen mit potentiellen Service Providern führen und die Durchführung von Berechnungen anschließend sowohl koordinieren, als auch überwachen. Dabei agiert Nimrod-G als Vermittler zwischen den Benutzern, für die die Berechnungen durchgeführt werden sollen, und den Anbietern von Ressourcen (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 702).

Der Nimrod-G Broker ist im Speziellen so konstruiert, dass er die Auswahl von Diensten und Ressourcen innerhalb einer Grid-Ökonomie unter Verwendung ökonomischer Prinzipien, wie sie von Buyya (2005, S. 699) angeführt werden, erledigt.

3.3 Die gezielte Suche nach Informationen am Beispiel des Nimrod-G Brokers

Dabei soll Nimrod-G z.B. sicherstellen, dass die ausgewählten Leistungen sowohl die gewünschten Aufgaben der Nachfrager rechtzeitig erledigen, als auch die sonstigen Anforderungen, wie z.B. Ansprüche an die Qualität der Serviceleistungen (QoS), erfüllen können.

3.3.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)

Die Integration ökonomischer Prinzipien in Nimrod-G beeinflusst stark die Art und Weise, wie Ressourcen vom Broker ausgewählt werden (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 703). Dabei wird berücksichtigt, dass die Preise von Diensten und Ressourcen mit der Zeit variieren – je nach Verhältnis von Angebot und Nachfrage am Markt – und auch zwischen den verschiedenen Anbietern divergieren können, da die Anbieter in unterschiedlichem Maße ausgelastet sein können. Dies führt grundsätzlich zur Anwendung zweier sich unterscheidender Strategien.

Erstens ist es dem Broker möglich, die Zeit für die Durchführung von Berechnungen in kürzester Zeit zu absolvieren, wobei er gleichzeitig ein maximales Budget nicht überschreiten darf. Hierbei wird er versuchen, all diejenigen Dienste und Ressourcen für die Durchführung einer Berechnung auszuwählen, die die Anforderungen besonders schnell erfüllen können, und gerade noch die Restriktionen, die ein Benutzer an das Budget gestellt hat, einhalten.

Zweitens kann der Broker eine Aufgabe auch möglichst preisgünstig durchführen, wobei er eine durch den Benutzer definierte maximale Bearbeitungszeit nicht überschreiten darf. In diesem Fall vermeidet er zwar besonders schnelle, aber dafür teure Dienste und Ressourcen und verschiebt den Kauf auf einen Zeitpunkt, zu dem die Nachfrage und damit auch der Preis geringer sind, als zu vergleichbaren Spitzenbelastungszeiten. Räumt der Benutzer dem Broker demnach mehr Zeit zur Bearbeitung seiner Aufgaben ein, ist es möglich, die Kosten in erheblichem Maße zu reduzieren.

Die beiden wichtigsten Module des Nimrod-G Resource Brokers in Zusammenhang mit der Entdeckung und Selektion eines Dienstes bzw. einer Ressource sind der Grid Explorer und der Schedule Advisor (vgl. dazu Abb. 1).

Der Schedule Advisor hat zunächst die Aufgabe, die benötigten Ressourcen aufzuspüren, indem er durch den Grid Explorer mit einem Verzeichnis („grid-information service directory“) – z.B. dem im vorherigen Abschnitt beschriebenen MDS – kommuniziert, und je nach vorliegenden Anforderungen in Frage kommende Angebote identifiziert. Dies geschieht in der Regel durch die Verwendung unterschiedlicher Abfragen (Queries), mittels derer sich nach benötigten Eigenschaften (QoS), wie z.B. der Laufzeit der Ausführung oder der Durchsatzleistung etc., suchen lässt. Daraufhin wird der Schedule Advisor, je nach anzuwendender ökonomischer Strategie – z.B. kostenoptimal oder zeitoptimal – einen variierenden Ressourcenselektionsalgorithmus verwenden, um die benötigten Dienste bzw. Ressourcen auszuwählen (Buyya, Abramson et al. 2005, S. 704).

Buyya (2002) hat in seiner Dissertation vier verschiedene Algorithmen im Nimrod-G Resource Broker implementiert, einen kostenoptimalen, einen zeitoptimalen, einen konservativ zeitoptimalen und einen kosten- und zeitoptimalen, die den

Anforderungen an Zeit und Kosten gerecht werden sollen. Von diesen vier Strategien sollen hier lediglich zwei näher erläutert werden, da man sie als Grundformen verstehen kann, von denen sich die beiden anderen ableiten lassen:

Der kostenoptimale Algorithmus wählt alle besonders günstigen Ressourcen aus, die die Aufgaben noch innerhalb der Zeitgrenze bearbeiten können. Dazu sortiert der Algorithmus die gefundenen Ressourcen nach dem Preis, beginnend mit dem günstigsten, und wählt entsprechend viele dieser günstigen Dienste und Ressourcen aus, um die Aufgaben rechtzeitig fertig stellen zu können. Das folgende Beispiel (vgl. Abb. 11) soll dies verdeutlichen.

Beispiel 1: Ein Anwender möchte zehn Word-Dokumente innerhalb von 180 Zeiteinheiten in PDF-Format umwandeln lassen, obwohl sein Rechner bereits voll ausgelastet ist, und ist bereit, maximal 300 Geldeinheiten auszugeben. Das ausführende Programm beauftragt den Resource Broker damit, die Aufgabe extern auf anderen Rechnern der virtuellen Organisation (Grid-Ökonomie) auszuführen.

Schritt 1: Abfragen der verfügbaren Dienste durch den Grid Explorer.

Ressource	Preis	Zeit	Anzahl der Dienste
Dienstanbieter A	5	20	2
Dienstanbieter B	15	10	5
Dienstanbieter C	20	10	10
Dienstanbieter D	10	15	5
Dienstanbieter E	40	5	2

Schritt 2: Sortieren der Angebote nach dem Preis und Zuweisung der Dienste.

Ressource	Preis	Zeit	Zugewiesene Dienste
Dienstanbieter A	5	20	2
Dienstanbieter D	10	15	5
Dienstanbieter B	15	10	3
Dienstanbieter C	20	10	0
Dienstanbieter E	40	5	0

Ergebnis: Der externe Zukauf des Umwandlungsdienstes kostet 105 Geldeinheiten und dauert 145 Zeiteinheiten.

Abb. 11: Beispiel 1: Kostenoptimale Auswahl von Diensten bzw. Ressourcen

Der zeitoptimale Algorithmus sorgt dafür, dass die Aufgaben schnellstmöglich abgearbeitet werden. Dabei muss der Algorithmus zunächst die Durchführungszeit berechnen, d.h. wie viel Zeit eine Aufgabe unter der Verwendung eines potenziellen

3.3 Die gezielte Suche nach Informationen am Beispiel des Nimrod-G Brokers

Dienstes bzw. einer Ressource benötigen wird. Daraufhin werden die Angebote nach der Durchführungszeit sortiert, wobei mit der kürzesten begonnen wird. Schließlich werden diejenigen Ressourcen ausgewählt, die die Aufgaben unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Budgets am schnellsten bearbeiten können. Auch hier soll ein Beispiel den Ablauf verdeutlichen (vgl. Abb. 12).

Beispiel 2: Ein Anwender möchte zehn Word-Dokumente innerhalb von 180 Zeiteinheiten in PDF-Format umwandeln lassen, obwohl sein Rechner bereits voll ausgelastet ist, und ist bereit, maximal 300 Geldeinheiten auszugeben. Das ausführende Programm beauftragt den Resource Broker damit, die Aufgabe extern auf anderen Rechnern der virtuellen Organisation (Grid-Ökonomie) auszuführen.

Schritt 1: Abfragen der verfügbaren Dienste durch den Grid Explorer.

Ressource	Preis	Zeit	Anzahl der Dienste
Dienstanbieter A	5	20	2
Dienstanbieter B	15	10	5
Dienstanbieter C	20	10	10
Dienstanbieter D	10	15	5
Dienstanbieter E	40	5	2

Schritt 2: Sortieren der Angebote nach der kürzesten Durchlaufzeit und Zuweisung der Dienste.

Ressource	Preis	Zeit	Zugewiesene Dienste
Dienstanbieter E	40	5	2
Dienstanbieter B	15	10	5
Dienstanbieter C	20	10	3
Dienstanbieter D	10	15	0
Dienstanbieter A	5	20	0

Ergebnis: Der externe Zukauf des Umwandlungsdienstes dauert 90 Zeiteinheiten und kostet 215 Geldeinheiten.

Abb. 12: Beispiel 2: Zeitoptimale Auswahl von Diensten bzw. Ressourcen

Ein Vergleich der beiden Beispiele zeigt nun, wie sich die Kosten bzw. die Durchführungszeit reduzieren lassen, je nachdem, welchen Allokationsmechanismus der Broker wählt.

3.3.3 Informationsökonomische Beurteilung

Resource Broker, wie Nimrod-G, die in Grid-Umgebungen, wie beispielsweise GRACE, zum Einsatz kommen, ermöglichen es ihren Benutzern auf relativ einfache Art und Weise, vorhandene Verzeichnisse, wie z.B. das MDS-4 oder GMD, nach zahlreichen Informationen über die Verfügbarkeit und Inhalte von Diensten zu durchsuchen.

Aus informationsökonomischer Perspektive kann durch den gezielten Einsatz von Suchalgorithmen eine Suche nach Diensten und Ressourcen effizienter gestaltet werden. Durch die Anwendung wirtschaftlicher Regeln, nach denen z.B. die Preise von Leistungen mit erhöhter Dringlichkeit steigen und umgekehrt, ist es nun möglich, den unterschiedlichen Bedürfnissen der Nutzer besser gerecht zu werden. So kann z.B. ein Nachfrager, der bezüglich des Aspekts Zeit keine Präferenzen hat, auf günstigere Dienste und Ressourcen ausweichen, die ihm allerdings beispielsweise nur zu Nebenzeiten, z.B. nachts, zu Verfügung stehen, oder Aufgaben nur langsam bearbeiten.

Die Aktivitäten des Brokers ermöglichen zwar eine direkte Suche nach Sucheigenschaften von Serviceleistungen (z.B. nach Preisen) (Abb. 11) und lassen darüber hinaus auch eine Suche nach bestimmten Erfahrungseigenschaften zu (z.B. die Ausführungsdauer eines Dienstes) (Abb. 12), jedoch erfolgen die Suchaktivitäten jeweils unter der Annahme, dass alle Dienste, wie beschrieben, auch erbracht werden können. Da diese Annahme wenig realistisch erscheint – vgl. dazu z.B. die Problematik des „best effort“ in Kapitel 1.3.1 –, bleibt die Bildung von Vertrauen zunächst auf die Sucheigenschaften der angebotenen Leistungen beschränkt.

Damit Nimrod-G auch zur Vertrauensbildung über die Erfahrungseigenschaften von Serviceleistungen beitragen kann, muss der Broker über die Möglichkeit verfügen, angebotene Dienste im Rahmen einer Prüfung („examination“) auf ihre tatsächliche Qualität zu untersuchen. Dazu sollte der Broker beispielsweise mit weiteren Entwicklungen, wie z.B. der Möglichkeit zur Überwachung und Beurteilung von Serviceleistungen (siehe Kapitel 3.4.3), verbunden werden.

Solange Nimrod-G jedoch über keine Möglichkeit verfügt, Erfahrungen zu sammeln, also die Eigenschaften der ausgewählten Serviceleistungen zu kontrollieren und zu beurteilen, kann der Einsatz dieses Resource Brokers nicht als Screening-Instrument zur Vermeidung von Qualitätsunsicherheit verstanden werden. Damit bleibt das Problem der Fehltauswahl („adverse selection“) zunächst ebenso ungelöst, wie die Problematik der Moral Hazard, welche sich auf die Vertrauenseigenschaften der Serviceleistungen und deren Anbieter beziehen.

3.4 Informationen über Qualitätseigenschaften am Beispiel von SLAs (Service Level Agreement)

Ein Service Level Agreement (SLA) ist eine vertragliche Vereinbarung zwischen Konsumenten und Anbietern von Dienstleistungen über Art und Umfang und Bedingungen der zu erbringenden Dienste (Sandholm 2005, S. 2). SLAs enthalten Informa-

3.4 Informationen über Qualitätseigenschaften am Beispiel von SLAs

tionen über die Vertragspartner sowie deren Rollenverteilung (Anbieter, Nachfrager), „Service Level Parameter“ (Funktionseigenschaften technische Eigenschaften), „Service Level Objectives“ (Qualitätsziele) und „Action Guarantees“ (Garantien sowie Sanktionen) (Ludwig, Keller et al. 2003, S. 8).

Parteien, die miteinander eine Geschäftsbeziehung aufbauen möchten und dabei die Technologie des Grids verwenden wollen, müssen bisher bereits vor dem Austausch von Diensten bzw. Ressourcen in Kontakt zueinander stehen (Ludwig, Nakata et al. 2006, S. 1). So kommt es beispielsweise zum Einsatz von traditionellen Verträgen, die z.B. Details, wie die Verfügbarkeit und Qualität der mittels der Grid-Technologie auszutauschenden Leistungen bestimmen und zusichern. Zwar ist es möglich, auf diese Weise der Problematik des „best effort“ – vgl. dazu Kapitel 1.3.1 – zu begegnen, allerdings wird dieses statische Vorgehen für dynamische Grid-Umgebungen als nicht zweckdienlich angesehen (Ludwig, Nakata et al. 2006).

Vielmehr sollen durch die Einführung elektronischer, dynamischer Verträge in serviceorientierte Architekturen, wie die Grid-Ökonomie, die vereinbarten Qualitätseigenschaften von Diensten kontrolliert bzw. garantiert und das Problem des „best effort“ gelöst werden (Sandholm 2005, S. 1 f.).

Gewährleistet werden können die vertraglich vereinbarten Garantien allerdings nur, wenn neben der automatisierten Bereitstellung der elektronischen Verträge auch Systeme zur Überwachung und Verwaltung dieser Verträge eingesetzt werden. Daher muss eine Verwendung von SLAs immer in Zusammenhang mit einer Entwicklung von QoS-Management-Ansätzen (Systeme zur Überwachung und Verwaltung von SLAs) betrachtet werden – Entwicklungen zu QoS-Management-Ansätzen werden in der Literatur unter anderem von Sahai, Graupner et al. (2003), Al-Ali, Amin et al. (2004) und Boström, Giambiagi et al. (2006) behandelt.

3.4.1 Aufgabe

In Zusammenhang mit der Entwicklung von QoS-Management-Ansätzen ist es die Aufgabe der SLAs, die angebotenen Dienste, die zugesicherte Qualität sowie Garantieversprechen möglichst detailliert zu beschreiben. Die in den SLAs festgelegten Werte („Metrics“) dienen später dem Management-System als Referenzwert bei Überwachung der bereitgestellten Leistungen. Dazu gliedert sich ein SLA in drei Teile (Ludwig, Keller et al. 2003, S. 8):

1. („Parties“): Im ersten Teil werden die beteiligten Parteien genannt und ihre Rollen (Anbieter, Konsument oder Dritte Partei) bzw. Aufgaben (Ausführen des Dienstes, Bezahlen, Überwachen usw.) dargestellt.
2. („Service Description“): Der zweite Teil enthält detaillierte Informationen über die Service Level Parameter eines Dienstes. Hier werden Funktionseigenschaften – die Aufgaben, die ein Dienst erfüllen soll – und technischen Eigenschaften – z.B. die Geschwindigkeit der Funktionen oder der Preis beschrieben. Dabei werden die Eigenschaften in messbaren Einheiten angegeben („Metrics“), um eine spätere Überprüfung zu ermöglichen.

3. („Service Obligations“): Der dritte und letzte Teil regelt die Service Level Objectives und Action Guarantees. Damit sind Ziele in Bezug auf Qualitätsmerkmale, wie z.B. die Garantie der Verfügbarkeit des Service oder der Antwortzeit des Servers, sowie Angaben zu möglichen Reaktionen (Sanktionen) bei Auftreten von Vertragsverletzungen – z.B. die sofortige Beendigung des Dienstes – gemeint.

Die Aufgabe eines SLA Management Systems wie SLAM von Boström (2006, S. 3) besteht darin, Vertragsverletzungen aufzudecken und diese mittels Sanktionsmaßnahmen zu bestrafen.

Dies geschieht zum einen mittels einer Monitor-Einheit, die die messbaren Eigenschaften des bereitgestellten Dienstes fortlaufend überwacht. Zum anderen werden die ermittelten Daten mit Hilfe einer Evaluator-Einheit bewertet, d.h. es wird überprüft, ob die tatsächlich gemessenen Daten den zugesicherten Parametern entsprechen. Die Evaluator-Einheit ist auch dafür verantwortlich, bei Vorliegen eines Verstoßes gegen die vereinbarten Parameter umgehend eine übergeordnete Manager-Einheit zu benachrichtigen, die daraufhin die notwendigen Aktionen (Sanktionsmaßnahmen) einleiten kann.

3.4.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)

Die Web Service Level Agreement Programmiersprache (WSLA language) – entwickelt durch IBM (Ludwig, Keller et al. 2003) – ermöglicht ein standardisiertes Vorgehen zur Erstellung von SLAs (Boström, Giambiagi et al. 2006, S. 3). Dabei kann der Prozess der Erstellung von WSLA-Dokumenten durchaus individuell ausgestaltet werden (Ludwig, Keller et al. 2003, S. 11 f.).

So ist es einerseits möglich, dass ein Service-Anbieter nahezu alle Details des Vertrags vorgibt, so dass sich ein Konsument lediglich einen seinen Anforderungen entsprechenden Vertrag aussucht und diesem zustimmt.

Andererseits besteht die Möglichkeit, Verträge in einer Art Dokumentenvorlage („Template“) zu formulieren, in der zwar die Funktionen, Ziele und Maßangaben vorgegeben sind, jedoch die genauen Inhalte – z.B. Angaben zur Menge, Geschwindigkeit usw. – vom Vertragspartner definiert werden. In diesem Fall wird der Preis in Abhängigkeit von der Menge bzw. der Dienstgüte angegeben.

Sobald die WSLA-Dokumente – Verträge bzw. Vertragsvorlagen – erstellt wurden, können sie z.B. in Verzeichnissen, wie den in Kapitel 3.2 beschriebenen MDS oder GMD, publiziert bzw. angeboten werden (vgl. auch Abb. 13).

WSLAs werden immer nur von Service Providern angeboten, wobei zwischen Provider Contract (Verträge zwischen Service Providern), Offer (Vertragsvorlagen in Form von „Templates“) und Usage Contract (Vertrag zwischen Provider und Konsument) unterschieden werden kann (vgl. zu den verschiedenen Vertragsarten Dan, Davis et al. 2004, S. 144). Konsumenten dagegen können zwar nach gewünschten Diensten bzw. entsprechenden Verträgen suchen, allerdings können sie ihre Anforderungen nicht mittels eines Vertragsangebots an die Service Provider stellen. Diese

3.4 Informationen über Qualitätseigenschaften am Beispiel von SLAs

Möglichkeit wird den Konsumenten erst durch den Einsatz von WS-Agreement (siehe Kapitel 3.4.4) ermöglicht.

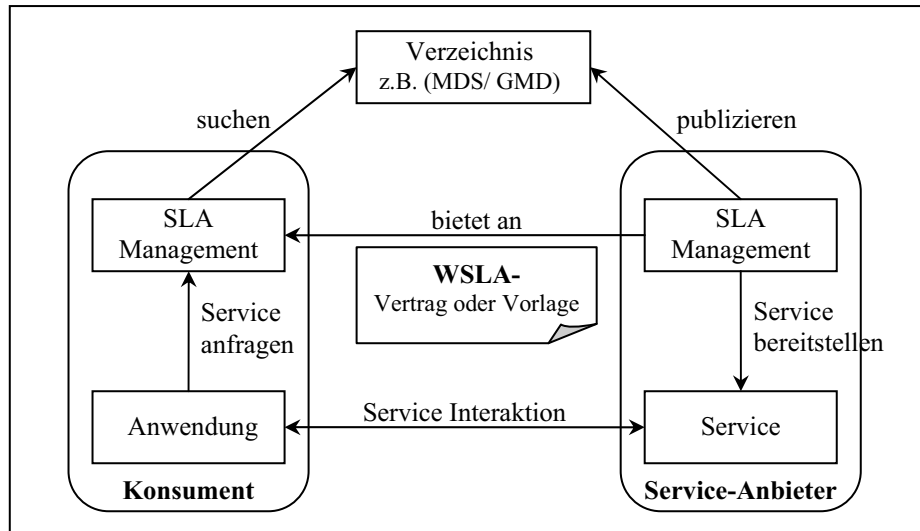


Abb. 13: Verwendung von WSLA im Zusammenhang mit einem SLA-Management Ansatz in Anlehnung an (Ludwig, Dan et al. 2004, S. 65; Ludwig, Keller et al. 2003, S. 9 ff.)

3.4.3 SLA-Management durch SLAM

Eine mögliche SLA Management Architektur wird von Boström, Giambiagi et al. (2006) vorgestellt. Sie besteht aus drei Komponenten, einem SLA Manager, einem SLA Monitor und einem SLA Evaluator, die im Zusammenspiel miteinander gewährleisten sollen, dass die Vereinbarungen der SLAs eingehalten werden (siehe Abb. 14).

Der SLA Manager – häufig auch als „management service“ bezeichnet – ist dafür verantwortlich, sowohl den SLA Monitor, als auch den SLA Evaluator auszuwählen und sie mit der Überwachung der Parameter zu betrauen (Dan, Davis et al. 2004, S. 142). Dabei ist es natürlich auch möglich, dass mehrere Monitor- und Evaluator-Einheiten gleichzeitig eingesetzt werden. Grundsätzlich kann ein SLA Monitor entweder durch den Service-Anbieter oder wie bei Boström (2006, S. 5) durch eine vertrauenswürdige Dritte Partei – auch „Supporting Party“ genannt (Ludwig, Keller et al. 2003, S. 10) – angeboten werden. Der SLA Evaluator wird dagegen in der Regel immer von einer vertrauenswürdigen Dritten Partei bereitgestellt.

Erhält der SLA Manager vom SLA Evaluator eine Benachrichtigung darüber, dass ein Verstoß gegen vereinbarte Leistungsparameter vorliegt (z.B. wenn ein gemessener Wert unter den vertraglich festgelegten Mindestwert sinken sollte), wird der SLA Manager entsprechende Maßnahmen – gemäß der vereinbarten Action Guarantees – einleiten. Dies kann beispielsweise dazu führen – je nachdem, was in der SLA vereinbart wurde –, dass der verwendete Dienst beendet wird oder eine Kompensationszah-

lung in Form einer Geldbuße fällig wird (siehe Boström, Giambiagi et al. 2006, S. 5; Ludwig, Keller et al. 2003, S. 13).

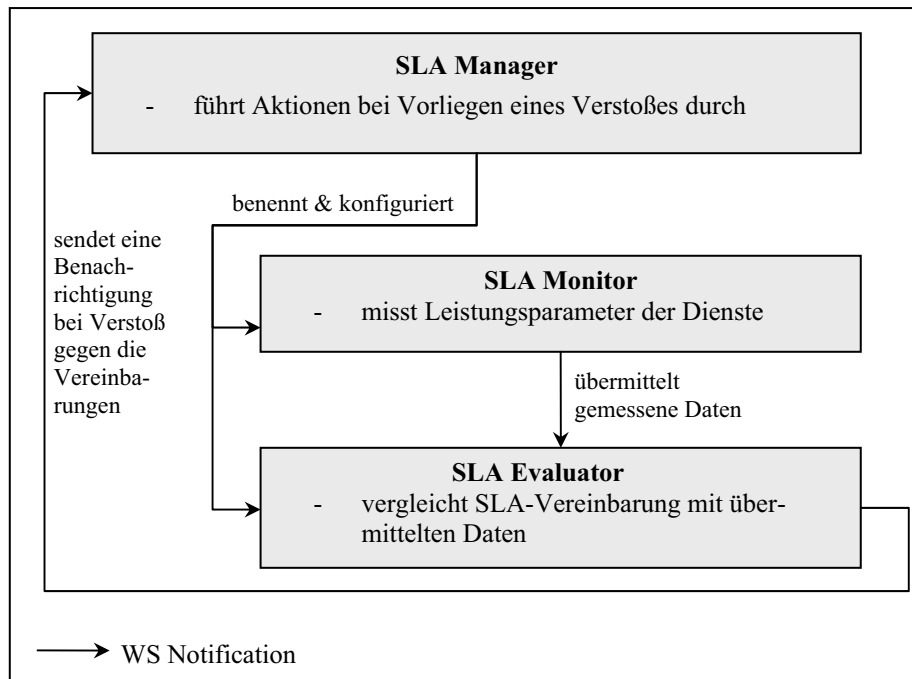


Abb. 14: Vereinfachte Darstellung des Zusammenhangs zwischen SLA-Manager, -Monitor und -Evaluator in Anlehnung an (Boström, Giambiagi et al. 2006, S. 4)

Während der Ausführung des vertraglich vereinbarten Dienstes misst der SLA Monitor – in manchen Ansätzen auch „measurement service“ genannt – permanent die Leistungsparameter des Dienstes bzw. des Service-Anbieters. Dabei kann er entweder alle oder auch nur einen Teil der Parameter überwachen (Dan, Davis et al. 2004, S. 141). Welche Parameter er im Einzelnen überwachen soll, wird ihm vom SLA Manager vorgegeben. Die zu messenden Leistungsparameter kann der SLA Monitor entweder direkt durch Kontrolle der einzelnen Ressourcen des Diensteanbieters in Erfahrung bringen oder indirekt durch Überwachung der vom Konsumenten tatsächlich erhaltenen Leistungen. Im Anschluss an die Ermittlung der Daten sendet er diese via WS-Notification – siehe zu WS-Notification (Graham, Niblett et al. 2004) – an den SLA Evaluator.

Der SLA Evaluator – auch als „condition evaluation service“ bezeichnet empfängt die Daten von einem oder mehreren SLA-Monitor Einheiten und prüft, ob die vereinbarten Qualitäts- und Leistungsziele eingehalten wurden (Dan, Davis et al. 2004, S. 142). Dazu werden ihm vom SLA Manager die notwendigen Vergleichswerte – z.B. die in der SLA vereinbarten Angaben zur Verfügbarkeit oder Durchsatzrate – übermittelt, die er mit den permanent eintreffenden Daten des SLA Monitor vergleicht.

Stellt der SLA Evaluator einen Verstoß gegen die vereinbarten Ziele fest, so benachrichtigt er umgehend den SLA Manager.

3.4.4 WS-Agreement

Ein dem WSLA sehr ähnliches Konzept, elektronische Verträge zwischen verschiedenen Parteien zu vereinbaren, nennt sich WS-Agreement (Andrieux, Czajkowski et al. 2005). WS-Agreement kann als eine Weiterentwicklung des bereits bestehenden, durch IBM entwickelten WSLA verstanden werden und wurde von der GRAAP-Arbeitsgruppe (Grid Resource Allocation and Agreement Protocol) des Global Grid Forums (GGF 2003) als Empfehlung vorgeschlagen (Ludwig, Dan et al. 2004, S. 72; Ludwig, Nakata et al. 2006, S. 2) – derzeitiger Status: „Proposed Recommendation“ (Letzter Schritt vor der offiziellen Empfehlung).

WS-Agreement soll es ermöglichen – ähnlich WSLA –, elektronische, dynamische Verträge zwischen Dienstanbieter und Dienstkonsumenten zu erstellen, um spontane Geschäftsbeziehungen in Grid-Umgebungen zu ermöglichen (Ludwig, Nakata et al. 2006, S. 1 f.). Dabei ähneln die Struktur und der Inhalt von WS-Agreements den bereits im vorigen Abschnitt ausführlicher beschriebenen WSLA-Verträgen. Kleine Unterschiede, vor allem in Bezug auf die verwendete Terminologie, sollen an dieser Stelle kurz aufgezeigt werden.

Ein WS-Agreement besteht aus drei Abschnitten: Aus dem Namen des Vertrages („Name“), aus Informationen über die Beteiligten sowie die Lebensdauer des Vertrages („Agreement Context“) und aus Beschreibungen des Dienstes („Agreement Terms“). Der Abschnitt der Agreement Terms kann weiter unterteilt werden in die Unterabschnitte „Service Description Terms“ – gemeint sind damit die detaillierten Dienstbeschreibungen – und „Guarantee Terms“ – die Qualitäts- und Zielvereinbarungen. Handelt es sich um eine Vertragsvorlage (Agreement Template), kommt noch ein Abschnitt hinzu, der so genannte „Agreement Creation Constraint“ (Vgl. Abb. 15).

Wie in Abb. 15 dargestellt wird, entsprechen die Abschnitte „Context“, „Service Description Terms“ und „Guarantee Terms“ inhaltlich den bereits beschriebenen Abschnitten des WSLA, wobei die Beschreibungen und Zielvorgaben in einen gemeinsamen Abschnitt („Terms“) zusammengefasst wurden. Hinzugekommen ist lediglich der Abschnitt „Name“, der den Namen des WS-Agreement-Dokuments enthalten soll. Handelt es sich um eine Vertragsvorlage, wird das WS-Agreement noch um den Abschnitt „Agreement Creation Constraint“ erweitert, der beschreiben soll, welcher Teil der Vorlage verändert werden kann und welche Beschränkungen („constraints“) dabei eingehalten werden müssen (Ludwig, Nakata et al. 2006, S. 3)

Auch WS-Agreement wird in Verbindung mit einem Management-Ansatz zur Überwachung und Kontrolle der vertraglich vereinbarten Garantien eingesetzt (vgl. dazu Cremona von Ludwig, Dan et al. 2004). Ein bedeutender Unterschied zwischen WSLA und WS-Agreement besteht jedoch dahingehend, dass WS-Agreement nicht nur den Service Providern, sondern auch den Konsumenten die Möglichkeit bietet,

der jeweiligen Marktgegenseite ein Vertragsangebot in Form eines WS-Agreement zu unterbreiten. Aus diesem Grund wird bei WS-Agreement auch nicht zwischen den Rollen Service-Anbieter und Konsument unterschieden, sondern zwischen Vertragsurheber („Agreement initiator“) und Vertragsanbieter („Agreement provider“), wobei die Rollen unabhängig vom Anbieter und Konsumenten eines Dienstes sind (Ludwig, Dan et al. 2004, S. 67). Abb. 13 ändert sich damit insoweit, dass der Pfeil zwischen den Management-Systemen in beide Richtungen zeigen muss (vgl. dazu auch Figure 1 in Ludwig, Dan et al. 2004, S. 66).

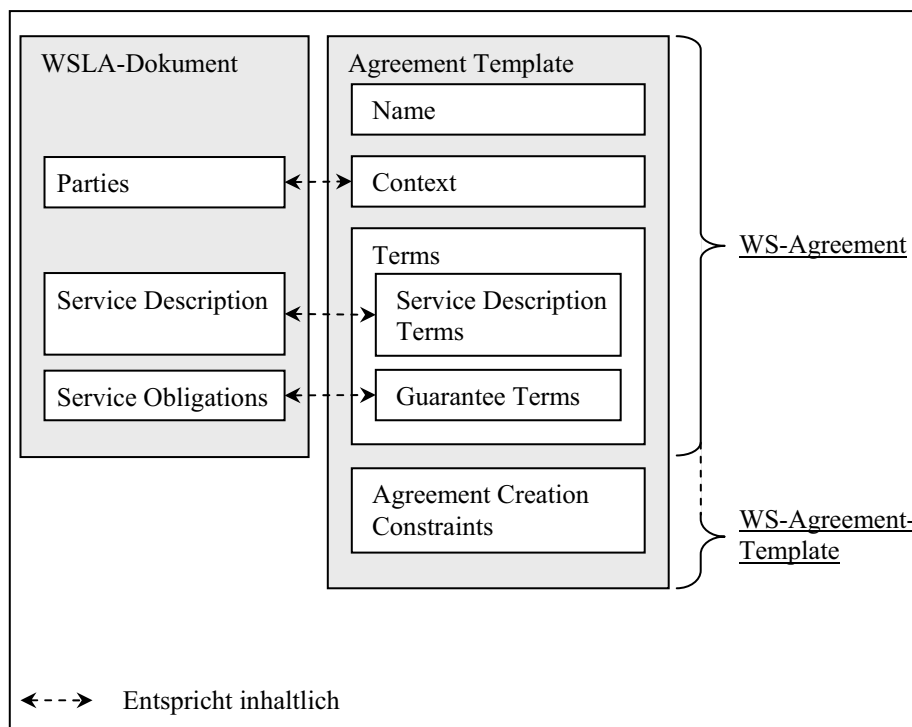


Abb. 15: Vergleichende Darstellung von WSLA und WS-Agreement in Anlehnung an (Andrieux, Czajkowski et al. 2005, S. 15 und S. 29)

3.4.5 Informationsökonomische Beurteilung

Verträge, wie WSLA oder WS-Agreement, können innerhalb von Grid-Ökonomien eingesetzt werden, um sämtliche Rechte und Pflichten zwischen Vertragsparteien, die miteinander in Geschäftsbeziehungen treten möchten, zu regeln.

Einerseits enthalten sie Informationen und Garantien über zu erbringende Leistungen (Rechte), wie z.B. Leistungsmerkmale und Qualitätsmerkmale, andererseits schließen sie zugleich Informationen über mögliche Konsequenzen (Pflichten), wie

3.4 Informationen über Qualitätseigenschaften am Beispiel von SLAs

z.B. Sanktionen, ein, welche sich bei Vorliegen eines Verstoßes aus der vereinbarten Garantie ergeben können.

Aus informationsökonomischer Perspektive kann die Verwendung von WSLA und WS-Agreement zum einen als Screening-Instrument (Kapitel 4.1.2), zum anderen als Signaling-Instrument (Kapitel 4.2.2) im Bereich der Qualitätssicherungsansätze interpretiert werden (siehe Abb. 17).

Signaling durch den Einsatz von Verträgen liegt dann vor, wenn WSLA und WS-Agreement fest definiert sind und nicht mehr verändert werden können. In dieser Form können sie als bedingte Verträge („Contingent Contracts“) verstanden werden, die durch den Einsatz von Garantien – bei WS-Agreement geschieht dies durch die so genannten „Guarantee Terms“ – ein Signal aussenden, welches eine bestimmte Qualität des Dienstes bzw. des Diensteanbieters vermittelt. So offenbart beispielsweise die Zusicherung (z.B. eine Garantie) kürzerer Reaktionszeiten auf Anfragen von Konsumenten durch einen Diensteanbieter eine höhere Qualität, als die Zusicherung einer erheblich längeren Reaktionszeit bzw. keine Zusicherung, wie dies bei „best effort“-Ansätzen der Fall wäre. Wichtig dabei ist allerdings, dass die Garantie bei einem möglichen Vertragsbruch Sanktionen – z.B. Strafzahlungen oder sofortige Kündigung des Vertrages – vorsieht, da ihr sonst informationsökonomisch keinerlei Bedeutung beigemessen werden kann.

Qualitätsbezogene Informationen über die Marktgegenseite lassen sich jedoch auch suchen – in diesem Fall werden die Verträge als Instrument des Screenings zur Reduktion von Qualitätsunsicherheit verwendet –, wenn man der Marktgegenseite die Möglichkeit gibt, sich ihren Eigenschaften entsprechend einzuordnen („Self Selection“). Dies kann entweder über die Bereitstellung bzw. das Angebot von Verträgen in unterschiedlichen Qualitätsabstufungen geschehen oder über die Bereitstellung von Vertragsvorlagen („Templates“), deren Eigenschaften zwar grundsätzlich bereits vorgegeben, jedoch noch im Detail zu spezifizieren sind – ähnlich einem Versicherungsvertrag, in dem der zu Versichernde zwischen Voll- und Teilkasko auswählen muss. Dabei überträgt die besser informierte Marktseite Informationen an die schlechter informierte Marktseite und beschließt gleichzeitig den Vertrag. Auf diese Weise kann auch durch den Akt der Selbsteinordnung eine glaubhafte Übertragung von Qualitätsinformationen erfolgen.

Neben der Übertragung von Informationen zu den Sucheigenschaften der Dienste kommt es durch den Einsatz von Verträgen in Verbindung mit der Bereitstellung von Garantien – vorausgesetzt, Vertragsverstöße ziehen Sanktionen nach sich – erstmals auch zur glaubhaften Übermittlung von Qualitätseigenschaften. Damit kann das Problem der Fehlauswahl weitgehend minimiert werden.

Das Problem des Moral Hazard wird jedoch auch durch den Einsatz von Verträgen und Garantien nicht entscheidend verringert, da über die Vertrauenseigenschaften von Diensten und Diensteanbietern keinerlei Informationen übermittelt werden.

3.5 Informationen über Vertrauenseigenschaften am Beispiel von Repage (Reputation und Image)

Repage ist ein System, welches Softwareagenten erlaubt, Informationen über Image und Reputation anderer Agenten in ihre Entscheidungsprozesse, wie z.B. die Auswahl eines geeigneten Diensteanbieters, zu integrieren, um somit die Vertrauenswürdigkeit des Agenten zu ermitteln (Sabater, Paolucci et al. 2006).

Sabater, Paolucci et al. (2006, S. 2 f.) verstehen unter dem Begriff Image eine durch den Bewertenden überprüfbare Vermutung („evaluative belief“) über die Eigenschaften eines möglichen Verhandlungspartners. Dabei kann die Überprüfung der Vermutung über beispielsweise die Fähigkeiten oder die Vertrauenswürdigkeit des zu Bewertenden positiv, aber auch negativ ausfallen – immer in Bezug auf eine angenommene Standardleistung bzw. ein normales Verhalten.

Unter dem Begriff Reputation dagegen wird eine in einer Gruppe kursierende Beurteilung eines bestimmten Agenten verstanden, die von den meisten Mitgliedern der Gruppe akzeptiert wird. Unbekannt ist jedoch, welches Mitglied im Einzelnen diese allgemein vorherrschende Meinung teilt.

Hervorgegangen ist Repage aus ReGreT, einem Vertrauens- und Reputationsmodell, welches von Sabater und Sierra (2001) entwickelt wurde. Repage erweitert das frühere ReGreT-Modell, indem es Image und Reputation voneinander separiert. Diese Unterscheidung zwischen Image („direct trust“) und Reputation („witness reputation“) war bei ReGreT so bisher nicht möglich. Zwar konnte ReGreT ebenfalls beide Informationstypen erkennen und verarbeiten, jedoch wurden die Informationen im Verlauf des Entscheidungsprozesses miteinander vermischt, um daraus schließlich die Vertrauenswürdigkeit z.B. eines Service-Anbieters zu ermitteln. Repage trennt nun die beiden Informationstypen voneinander und ermöglicht es so, durch eine autonome Gewichtung der Reputation die Unabhängigkeit eines Agenten von der Meinung anderer Agenten zu gewährleisten (Sabater, Paolucci et al. 2006).

3.5.1 Aufgabe

Grundsätzlich ist es die Aufgabe von Vertrauens- und Reputationsmodellen innerhalb von Computersystemen, Mechanismen anzubieten, die die Interaktionen zwischen Softwareagenten durch die Ermittlung eines Vertrauenswertes unterstützen sollen (Sabater und Sierra 2005, S. 33 f.). So kann der Einsatz von Vertrauens- bzw. Reputationsmodellen bei Entscheidungsprozessen beispielsweise das Vertrauen in zuverlässige Agenten, die eine gute Qualität bereitzustellen imstande sind, verstärken, während es das Vertrauen in unzuverlässiger Diensteanbieter – oder auch Betrüger und Schwindler – reduziert. Auf diese Weise fördert das Modell die Auswahl leistungsfähiger und vertrauenswürdiger Dienste bzw. Diensteanbieter und schützt vor Fehlentscheidung.

Repage unterstützt die Interaktionen zwischen Softwareagenten, indem es zum einen für fremde Agenten einen bestimmten Vertrauenswert ermittelt und zum ande-

3.5 Informationen über Vertrauenseigenschaften am Beispiel von Repage

ren die Selbstständigkeit des eigenen Agenten bewahrt (Sabater, Paolucci et al. 2006, S. 1 ff.)

Die Ermittlung von Vertrauen, welches fremden Agenten, wie z.B. einem Anbieter von Serviceleistungen, entgegengebracht werden kann, resultiert einerseits aus der Verwendung eigener, bereits bestehender Erfahrungen („own evaluations bzw. Image) mit dem fremden Anbieter. Andererseits berücksichtigt Repage neben den eigenen Erfahrungen auch die Erfahrungen anderer Softwareagenten (“reported evaluations bzw. Reputation). Dabei ist es durchaus denkbar, dass sich beide ermittelten Werte widersprechen. So kann z.B. der eigene Agent ein positives Image von einem potentiellen Dienstleister haben, weil alle in der Vergangenheit durchgeführten Transaktionen mit diesem Anbieter immer zufriedenstellend verlaufen sind, zugleich aber kann die Reputation, die unter den anderen Agenten in Bezug auf die Qualität und Vertrauenswürdigkeit dieses Anbieters kursiert, negativ sein.

Die Unabhängigkeit der Agenten von ihrer Umwelt wird gewährleistet, indem den Agenten die Möglichkeit geboten wird, eigenständig zu entscheiden, ob sie sich der Meinung der anderen Agenten – bzw. der kursierenden Reputation – anschließen wollen oder nicht. Dazu müssen unterschiedliche Informationen zu Bewertungen („evaluations“) über Vertrauenseigenschaften getrennt erfasst und verarbeitet werden können. Die Trennung von Image und Reputation (eigene bzw. fremde Bewertungen) ist dabei ebenso wichtig, wie die Aufteilung der zu bewertenden Agenten, z.B. in Informanten oder Verkäufer.

3.5.2 Architektur (Aufbau/ Vorgehen)

Repage besteht aus drei Hauptelementen, einem Speichermodul („memory“), mehreren Detektormodulen („detectors“) und einem Analysemodul („analyzer“) (Sabater, Paolucci et al. 2006, S. 7 ff). Das Zusammenspiel der einzelnen Elemente wird in Abb. 16 veranschaulicht und im Folgenden näher erläutert.

Das Speichermodul enthält sowohl Informationen über eigene Erfahrungen, die aus früheren Transaktionen mit den zu bewertenden Agenten gespeichert wurden, als auch Informationen über Erfahrungen Fremder.

Die Detektormodule verwenden die im Speicher enthaltenen Informationen über die Erfahrungswerte, um aus ihnen in einem mehrstufigen Prozess einen Image- bzw. einen Reputationswert abzuleiten, welcher den Agenten bei der Auswahl eines Dienstes- bzw. Diensteanbieters unterstützen soll.

Das Analysemodul ist schließlich dafür zuständig, Handlungsempfehlungen an den Agenten abzugeben, die darauf abzielen, die Genauigkeit der Informationen im Speicher zu verbessern bzw. Sicherheit im Falle möglicher Unstimmigkeiten („cognitive dissonances“), die z.B. entstehen können, wenn sich Image und Reputation widersprechen, zu etablieren.

Die Informationen, die den Ausgangspunkt des Image- und Reputationsbildungsprozesses darstellen, lassen sich in eigene Erfahrungen und Erfahrungen anderer Agenten untergliedern.

Zu den eigenen Erfahrungen gehören beispielsweise Informationen, wie z.B. gespeicherte Daten aus Verträgen oder Erkenntnisse aus der Erfüllung dieser Verträge,

die der bewertende Agent über den zu bewertenden Anbieter bereits in früheren Transaktionen sammeln konnte, falls er dazu die Möglichkeit hatte.

Zu den Erfahrungen anderer Agenten, den so genannten „informers“, zählen Informationen, wie z.B. Image, Image Dritter („third party image“) sowie Reputation. Während das Image auf eigenen Erkenntnissen der Agenten beruht, stellen das Image Dritter und die Reputation lediglich Informationen dar, die die Agenten wiederum selbst nur von weiteren (dritten) Agenten übermittelt bekommen haben.

Alle Informationen über einen zu bewertenden Agenten werden bei Repage in einer Zahlenfolge, einem so genannten „fuzzy set“ angegeben. Ein „fuzzy set“ besteht zunächst aus fünf Zahlen (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5), die einen fremden Agenten beurteilen sollen, wobei w_1 für „sehr schlecht“ und w_5 für „sehr gut“ steht – dabei ist wichtig, dass die Summe dieser fünf Zahlen genau eins ergibt. Die Zahlenfolge (0,0,0,0.5,0.5) stellt beispielsweise eine Beurteilung eines Agenten dar, der mit 50-prozentiger Wahrscheinlichkeit „gute“ und mit 50-prozentiger Wahrscheinlichkeit „sehr gute“ Leistungen erbringt.

Ausgehend von diesen noch unbewerteten Informationen erzeugen die Detektormodule zunächst bewertete Informationen („valued information“). Konkret bedeutet dies, dass eine Beurteilung über die Erfüllungsqualität des Vertrages („outcome“) sowie über die übermittelten Informationen in Bezug auf die Vertrauenswürdigkeit des Informanten („valued communication“) vorgenommen wird. Diese Bewertung erfolgt in der obigen Zahlenfolge durch das Hinzufügen einer sechsten Zahl s – einer Zahl zwischen eins und zehn –, die die Glaubwürdigkeit (s entspricht strength) des Informanten und somit der erhaltenen Informationen bewertet. Bei einer angenommenen schwachen Glaubwürdigkeit von beispielsweise s gleich 2, folgt die Zahlenfolge (0,0,0,0.5,0.5,2). Dies bedeutet, dass die Information eine Gewichtung von 20 Prozent erhält, z.B. für den Fall, dass der Informant dem bewertenden Agenten noch unbekannt ist.

Anschließend werden die bewerteten Informationen aus der Kommunikation mit den Informanten in Bewertungsgruppen („shared evaluations und „shared voice“) zusammengefasst (zur genauen Begriffsklärung vergleiche Sabater, Paolucci et al. 2006, S. 3). Das heißt, dass ähnliche Bewertungsstrukturen in Gruppen zusammengefasst werden, wobei die Gewichtung s einer Gruppe mit der Anzahl der zugehörigen Bewertungen steigt. Erhält also ein Agent von mehreren Informanten eine gleiche Informationen über den zu bewertenden Agenten z.B. in Form der Zahlenfolge (0,0,0,0.5,0.5), so erhöht sich s mit steigender Anzahl gleicher Informationen beispielsweise von 2 auf 3 usw.

Als nächstes werden durch den Einsatz weiterer Detektormodule aus den zusammengefassten Informationen Dritter („shared evaluation“ sowie „shared communication“) und der Beurteilung der eigenen Erfahrungen („outcome“) eine vorläufige Reputation („candidate reputation“) und ein vorläufiges Image („candidate image“) abgeleitet. Sobald diese initialen Ergebnisse einen gewissen Grad an Glaubwürdigkeit (s) erreicht haben, entwickelt sich hieraus die endgültige Reputation bzw. das endgültige Image. Zusätzlich erfolgt auf Basis der Ergebnisse eine Beurteilung der Qualität („confirmation“) der anfänglich bereitgestellten Informationen.

Abschließend führt das Zusammenspiel von Reputation und Image entweder zu einem Widerspruch („cognitive dissonance“) oder zu einer Übereinstimmung

3.5 Informationen über Vertrauenseigenschaften am Beispiel von Repage

(„certainty“). Dies wäre der Fall, wenn z.B. die Reputation mit dem Bewertungsprofil (0.5,0.5,0,0,0,8) auf das Image (0,0,0,0.5,0.5,9) trüfe. Je nach Schwere eines möglichen Widerspruches, der für den Entscheidungsprozess eines Agenten äußerst hinderlich sein kann, werden vom Analysemodul unterschiedliche Handlungsempfehlungen abgegeben, um diesen Zustand der Unsicherheit („cognitive dissonance“) zu beseitigen. So werden beispielsweise Empfehlungen, wie „Vertrauenswürdigkeit des Informanten überprüfen“ oder „Ergänzende Meinungen einholen“ abgegeben.

Entsprechen sich Reputation und Image, entsteht eine stimmige Beurteilung („certainty“) über die Eigenschaften eines fremden Agenten. Damit entsteht zugleich ein gewisses Maß an Sicherheit für den bewertenden Agenten, dem fremden Agenten entweder zu vertrauen (positives Image und Reputation), oder diesem zu misstrauen (negatives Image und Reputation).

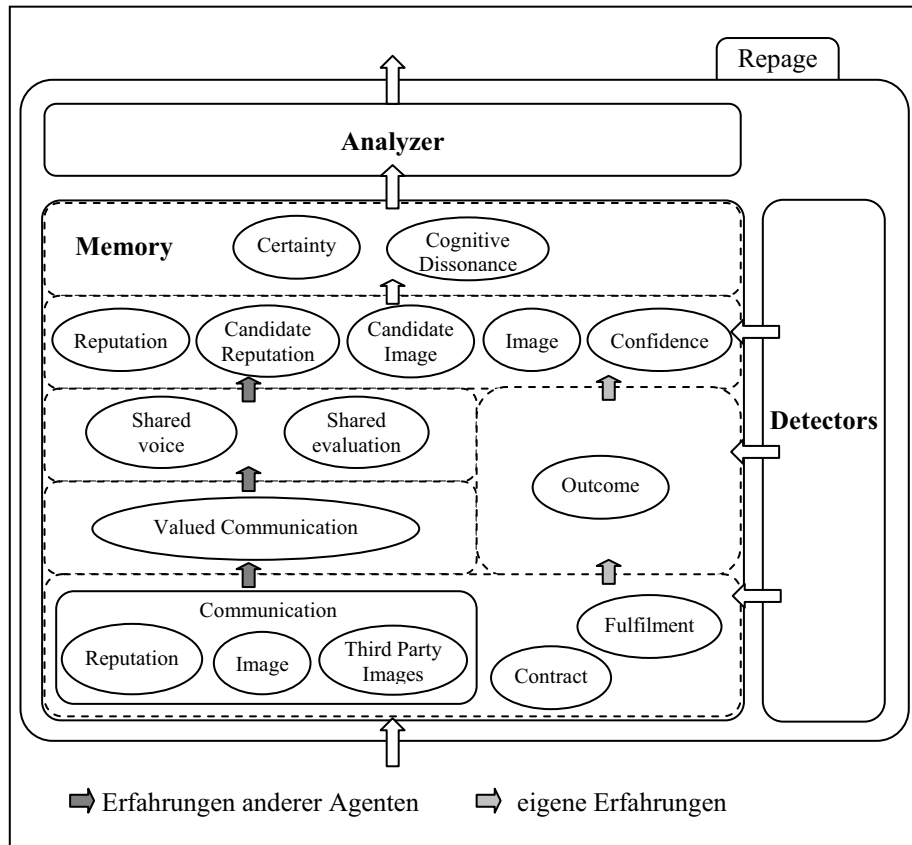


Abb. 16: Repage Architektur in Anlehnung an (Sabater, Paolucci et al. 2006, S. 8)

Es ist eine Besonderheit von Repage, neben der Abgabe von Vertrauensempfehlungen auch die Selbstständigkeit des Agenten in seiner Entscheidung zu gewährleisten.

ten. Um dies zu garantieren, werden die eigenen Erfahrungen (Image) stets von den Erfahrungen anderer (Reputation) getrennt beurteilt (vgl. Abb. 16). Auch in der letzten Stufe des Beurteilungsprozesses kommt es damit zu keiner Verbindung (Verrechnung der Werte) – z.B. durch Bildung eines Mittelwertes oder eines gewichteten Mittels – der Image- bzw. Reputationswerte. Es findet lediglich ein Vergleich der beiden Werte statt, aufgrund derer das Analysemodul unterschiedliche, aber stets unverbindliche Handlungsempfehlungen an den Agenten abgibt.

3.5.3 Informationsökonomische Beurteilung

Reputationsmodelle, wie das hier beschriebene Repage, können durch die Übertragung von Informationen (Reputation) dazu beitragen, Vertrauen zwischen einander fremden Agenten zu erhöhen. Zusätzlich stärkt Repage die Selbstständigkeit von Agenten, die auf die Informationen Dritter („Informers“) angewiesen sind, indem es fremde Erfahrungen von eigenen unterscheidet und es dem Agenten überlässt, inwieweit er die fremden Informationen verwenden möchte.

Aus informationsökonomischer Sicht handelt es sich bei Repage um ein Modell zur Reduzierung von Qualitäts- bzw. Verhaltensunsicherheiten, welches der Gruppe der Verhaltensunsicherheitsansätze (vgl. Abb. 17) zugeordnet werden kann.

Qualitäts- bzw. Verhaltensunsicherheit lässt sich durch Repage vermindern, indem durch eine ständige Kontrolle der Anbieter am Markt in Verbindung mit der Möglichkeit zur Weitergabe gesammelter Erfahrungen an Dritte, z.B. in Form von Reputation, Image oder dem Image Dritter, ein Anreiz für die Anbieter geschaffen wird, Leistungen von hoher Qualität anzubieten bzw. ihre Leistungen mindestens in der von ihnen angebotenen Qualität zu erfüllen.

Die ständige Kontrolle der am Markt befindlichen Anbieter erfolgt beispielsweise durch die Beurteilung ihrer bereits erbrachten Leistungen in Bezug auf die ursprünglich vereinbarten Verträge. Dabei werden sowohl die Existenz elektronischer Verträge, wie z.B. WS-Agreement, als auch Möglichkeiten zur Überwachung erbrachter Dienste, wie z.B. durch SLAM, vorausgesetzt (siehe dazu Kapitel 3.4). Auf diese Weise bildet Repage mit jeder zusätzlichen Transaktion ein immer stärker werdendes Image über den jeweiligen fremden Dienstleister aus.

Der Austausch von Informationen mit fremden Informanten ermöglicht es Agenten, Rückschlüsse auf die Qualität oder die Vertrauenswürdigkeit eines potentiellen Dienstleisters zu ziehen, auch wenn sich ihnen eventuell bisher keine Gelegenheit bot, den fremden Anbieter selbst zu testen und damit eigene Erfahrungswerte über ihn zu sammeln. Aber auch für Agenten, die bereits eigene Erfahrungen mit einem Anbieter gesammelt haben, können die zusätzlichen Informationen nützlich sein, indem sie die Agenten entweder in ihrer Meinung bestätigen (bei Übereinstimmung der Erfahrungen) oder sie auf mögliche Gefahren hinweisen (z.B. durch abweichende Erkenntnisse). In diesem Zusammenhang können insbesondere unabhängige Testinstitutionen – ähnlich Stiftung Warentest – oder Agenten, zu denen ein besonderes Vertrauensverhältnis besteht – z.B. Agenten aus der gleichen Unternehmung – die Rolle von glaubwürdigen Informanten übernehmen.

Es ist vor allem das Bestreben der Dienstleister, die Verbreitung negativer Reputation zu verhindern, welches ihn dazu veranlasst, gute anstelle schlechter Qualität

3.6 Zusammenfassung

anzubieten und zu produzieren. Denn je besser die Qualität, desto positiver die kursierende Reputation, und desto größer die Wahrscheinlichkeit, auch zukünftig wieder ausgewählt zu werden. Auf diese Weise vermag der Einsatz von Repute durch die Verwendung von Reputation und die Existenz vertrauenswürdiger Parteien sowohl das Risiko der Fehlentscheidung, bedingt durch Qualitätsunsicherheit, als auch das durch Verhaltensunsicherheit entstehende Problem des Moral Hazard zu reduzieren.

3.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden einige wichtige Ansätze vorgestellt, die sich mit der Bereitstellung und Verbreitung von Informationen in Grid-Ökonomien beschäftigen. Dabei behandeln die ersten beiden Abschnitte (Verzeichnisse und Broker) elementare Umsetzungen zur Bereitstellung und Verbreitung von Informationen, die Abschnitte drei bis fünf beschäftigen sich gezielter mit der Bildung von Vertrauen zwischen einander fremden Agenten.

Es wurde jeweils beschrieben, welche Aufgaben durch die unterschiedlichen Ansätze erfüllt werden und wie die Realisierung der einzelnen Aufgaben zu erfolgen hat. Abschließend wurde jeder Ansatz aus informationsökonomischer Sicht beurteilt und in das informationsökonomische Framework (Kapitel 2, Abb. 7) eingeordnet. Auf diese Weise vermittelt die Auswahl der hier beschriebenen Arbeiten einen Überblick über die gegenwärtig in der Literatur diskutierten Ansätze zur Reduktion von Marktunsicherheiten, wie Qualitäts- und Verhaltensunsicherheiten.

Soweit möglich, wurde jedem informationsökonomischen Instrument zur Überwindung von Marktunsicherheiten ein Ansatz aus dem Bereich des Grid-Computings zugeordnet (vgl. Abb. 17), um bereits bestehende Parallelen zwischen der Entwicklung von vertrauensbildenden Maßnahmen in Grid-Ökonomien und den bekannten Instrumenten aus der Informationsökonomie aufzuzeigen.

Die Verzeichnisse MDS 4 bzw. GMD dienen in erster Linie der Verbreitung von Informationen über Dienstleister bzw. Serviceleistungen. Ihre Existenz ermöglicht es Anbietern von Serviceleistungen, Informationen über die Eigenschaften ihrer Dienste zu publizieren. Gleichzeitig gibt es Nachfragern die Möglichkeit, sämtliche enthaltenen Einträge nach benötigten bzw. gewünschten Merkmalen zu durchsuchen und entsprechende Dienste bzw. Dienstleister auszuwählen. Derzeit beschränkt sich ihr Beitrag zur Bildung von Vertrauen innerhalb von Grid-Ökonomien auf die Vermittlung von Sucheigenschaften. Die Problematik der Qualitätsunsicherheit bzw. Verhaltensunsicherheit lässt sich durch den Einsatz von MDS-4 bzw. GMD noch nicht reduzieren.

Während Verzeichnisse die Plattform für eine Bereitstellung von Informationen bieten, ermöglicht der Broker Nimrod-G durch unterschiedliche Suchalgorithmen eine optimale Nutzung dieser Informationen. Der Broker kann die direkte Suche im Sinne der Suchkostenansätze innerhalb der Grid-Ökonomie durchführen und ermöglicht eine gezielte Suche nach Serviceleistungen, die sich hauptsächlich durch ihre Sucheigenschaften, wie z.B. den Preis, definieren. Erst eine Erweiterung des Brokers um die

Möglichkeit, Erfahrungen mit ausgewählten Diensteanbietern zu sammeln kann, dazu beitragen, die Unsicherheiten, die sich aus der Qualität der Leistungen oder dem Verhalten der Anbieter ergeben, zu reduzieren.

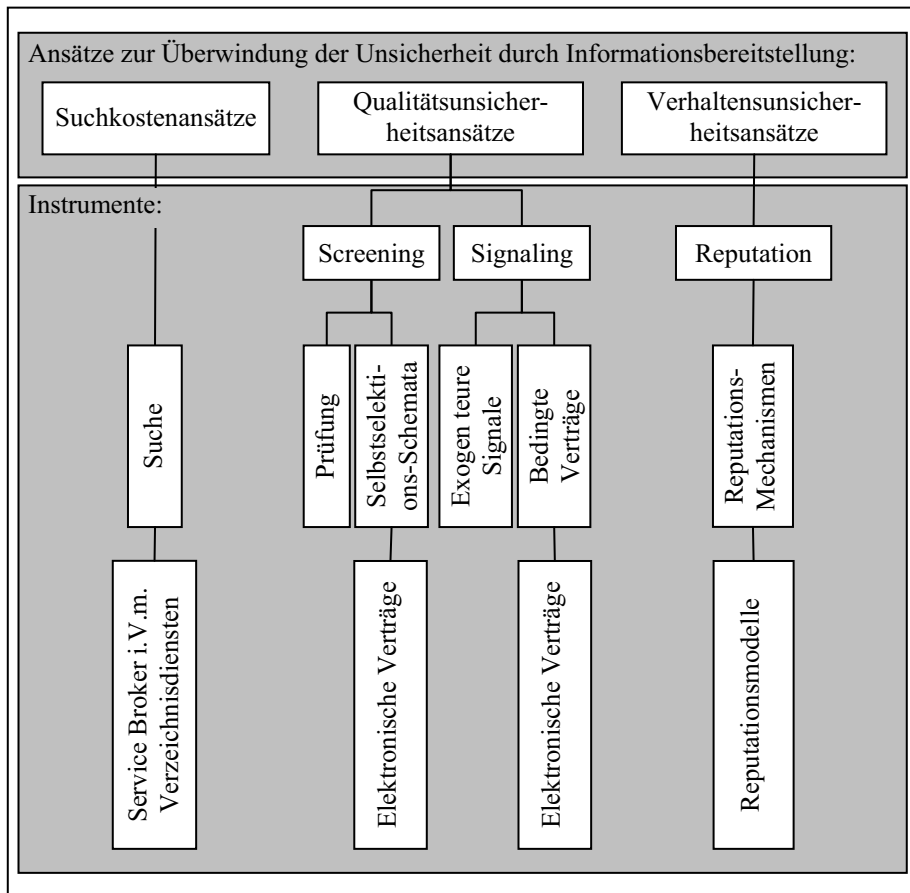


Abb. 17: Einordnung bestehender Ansätze in das Framework

Elektronische Verträge, wie WSLA und WS-Agreement, ermöglichen es, Inhalte und Qualitätseigenschaften von Serviceleistungen verbindlich festzulegen. Sie sind einerseits mit dem Einsatz von bedingten Verträgen („contingent contracts“) als Instrument des Signalings aus der Informationsökonomik vergleichbar. Sie können aber andererseits auch als Screening-Instrument eingesetzt werden, indem Verträge in verschiedenen Ausführungen zur Selbsteinordnung („self selection“) vorgegeben werden. Solange Verträge mit möglichen Sanktionsmaßnahmen verbunden sind, kommt es durch ihren Einsatz zu einer glaubwürdigen Übertragung von Informationen, z.B. in Bezug auf die Qualität eines Dienstes, und damit zu einem Vertrauenszuwachs zwischen fremden Agenten.

3.6 Zusammenfassung

Ein weiterer Ansatz, Vertrauen zwischen fremden Agenten zu etablieren, wird durch ein Reputationsmodell wie RePage vorgestellt. Es unterstützt den Agenten bei der Auswahl von Dienst Anbietern und Serviceleistungen. Die Bereitstellung und Verbreitung von Informationen – Image und Reputation – über die Vertrauenswürdigkeit einzelner Agenten kreieren einen Anreiz für die Erbringer von Serviceleistungen, ihre Dienste in einer hohen Qualität bereitzustellen. So kann die Bildung von Vertrauen sowohl durch den Einsatz vertrauenswürdiger Parteien, als auch durch die Möglichkeit zur Verbreitung von Reputation unterstützt werden.

4 Kritische Analyse vertrauensbildender Maßnahmen in Grid-Ökonomien

In Kapitel 3 wurde dargestellt, dass eine Übertragung informationsökonomischer Instrumente auf die Grid-Ökonomie sinnvoll und möglich erscheint (Kapitel 3.1). Darüber hinaus wurde gezeigt, dass bereits einige Ansätze existieren, die sich mit den Betrachtungen zur Überwindung von Qualitäts- und Verhaltensunsicherheiten innerhalb von Grid-Ökonomien (Kapitel 1.2) in Verbindung bringen lassen.

Da diese Ansätze die im Framework zur Überwindung von Marktunsicherheiten vorgestellten Instrumente derzeit lediglich unvollkommen abbilden (vgl. Abb. 17), soll im Folgenden analysiert werden, inwieweit eine Übertragung der klassischen Instrumente des Frameworks auf die Grid-Ökonomie möglich ist bzw. wie ihre Anwendung gegebenenfalls realisiert werden kann.

In diesem Kapitel sollen die unterschiedlichen Instrumente des Frameworks, die zur Bildung von Vertrauen beitragen können, näher beschrieben und ihre Übertragbarkeit auf das Modell der Grid-Ökonomie kritisch analysiert werden. Alle Instrumente basieren auf Überlegungen der Informationsökonomik (Kapitel 2) und werden bereits in verschiedenen Gebieten, wie z.B. der Marketinglehre (Kaas 1991; Schnoor 2000) oder dem E-Commerce (Müller, Eymann et al. 2003, S. 331 ff.), erfolgreich eingesetzt.

Die Struktur dieses Kapitels ist angelehnt an das in Kapitel 2 entwickelte Framework, wobei sich die kritische Analyse auf die Betrachtung der Qualitätsunsicherheitsansätze beschränkt. Dies lässt sich dadurch begründen, dass zum einen die in dieser Arbeit zu analysierenden Problematiken der Qualitäts- und Verhaltensunsicherheit lediglich auf die Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften angebotener Serviceleistungen sowie deren Anbieter zurückführen lassen (vgl. Kapitel 3.1) und zum anderen die Überwindung von Verhaltensunsicherheit nur durch die Etablierung von Reputation gewährleistet werden kann, deren Analyse allerdings nicht Teil dieser Arbeit ist (vgl. Kapitel 1.4).

Im Rahmen der Analyse wird jedes Instrument zur Überwindung von Unsicherheit kurz vor dem Hintergrund seines Einsatzgebietes erläutert und daraufhin kritisch beurteilt, ob und gegebenenfalls wie ein Einsatz innerhalb der Grid-Ökonomie erfolgen könnte.

4.1 Übertragung und Würdigung von Screening-Instrumenten für den Einsatz in Grid-Ökonomien

Zum Screening gehören Aktivitäten, die in der informationsökonomischen Literatur als Informationssuche (-beschaffung) oder Informationsaufnahme bezeichnet werden. Darunter zählen z.B. die Aufnahme von Werbeinformationen, Produkt begleitenden

4.1 Übertragung und Würdigung von Screening-Instrumenten

Informationen, neutralen Informationen oder auch Informationen, die über den Handel vermittelt werden (Kaas 1995 Sp. 975).

Die Informationsbeschaffung dient der schlechter informierten Marktseite dazu, z.B. die Eigenschaften der Produkte und deren Anbieter in Erfahrung zu bringen, um auf Basis dieser Informationen ein für sie zweckmäßiges Produkt bzw. einen geeigneten Anbieter auszuwählen (zum Thema Informationsbeschaffung vgl. auch Kuss 2001, S. 640 ff., und 653 ff.).

Dabei kann ein Konsument entweder aktiv nach Informationen suchen, wie z.B. im Falle eines Preis- bzw. Qualitätsvergleiches, einer Befragung Dritter oder dem Ausprobieren des Produktes. Er kann allerdings auch passiv ausgesendete Signale (siehe Abschnitt 4.2) aufnehmen und seine Entscheidungen mittels dieser ihm zu Verfügung gestellten Informationen treffen. An dieser Stelle sei daran erinnert, dass Signaling und Screening lediglich unterschiedliche Seiten derselben Münze darstellen, wobei die Selbstselektion bzw. Prüfung durch die schlechter informierte Marktseite (i.d.R. sind dies die Nachfrager) dem Signaling bzw. der Bereitschaft zur Selbstbindung durch die besser informierte Marktseite (i.d.R. die Anbieter) entspricht (Kaas 1992, S. 892; Spence 1976, S. 592).

Darüber hinaus kann ein Konsument zum einen seine eigenen (internen) Informationen, wie z.B. Erfahrungen aus früheren Transaktionen, verwenden oder aber auf fremde (externe) Informationen, wie beispielsweise Testberichte, Angaben der Hersteller oder die am Markt kursierende Reputation, zurückgreifen (Kapitel 3.5).

4.1.1 Prüfung

Wie bereits beschrieben wurde, kann das Instrument der Prüfung („examination“) dazu beitragen, Informationen über die Such- und Erfahrungseigenschaften von Gütern und Dienstleistungen zu ermitteln (Kapitel 2.2.2). Eine Prüfung von Vertrauenseigenschaften erscheint aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht empfehlenswert, da sie nur unter Aufwendung unverhältnismäßig hoher Kosten durchgeführt werden kann (Bauer und Bayón 2001, S. 645 f.).

Eine Voraussetzung für die Übertragbarkeit der Prüfung ist, dass die Serviceleistungen und Ressourcen in Grid-Ökonomien grundsätzlich die gleichen Eigenschaften (Such-, Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften) aufweisen, wie beispielsweise die in der Marketinglehre betrachteten Güter und Dienstleistungen. Bereits in Kapitel 3.1 wurde beschrieben, dass dies der Fall ist, und so lässt sich beispielsweise feststellen, dass Sucheigenschaften in Form von Preisen, Erfahrungseigenschaften in Bezug auf die Qualität von Serviceleistungen sowie Vertrauenseigenschaften im Zusammenhang mit dem Verhalten von Dienstleistern existieren.

Außerdem wird vorausgesetzt, dass den prüfenden Softwareagenten bereits Quellen, wie z.B. die in Kapitel 3.2 beschriebenen Verzeichnisse (MDS oder GMD), bekannt sind, aus denen sie benötigte Informationen beziehen können, und dass sie über die Fähigkeit verfügen, Daten auszutauschen.

Im Folgenden soll analysiert werden, inwieweit eine Überprüfung der Such- und Erfahrungseigenschaften durch die bereits bestehende Grid-Technologie verwirklicht wird bzw. zukünftig realisiert werden kann.

Die Prüfung der Sucheigenschaften stellt für die Softwareagenten einer Grid-Ökonomie zunächst keine große Herausforderung dar. Hier ist eine herkömmliche Suche z.B. durch den in Kapitel 3.3 vorgestellten Nimrod-G Broker im Sinne der Suchkostenansätze ausreichend, um Informationen beispielsweise über Preise oder Serviceleistungen in Erfahrung zu bringen. Dabei ermöglichen unterschiedliche Suchalgorithmen dem Broker, gezielt nach bestimmten Informationen innerhalb von Verzeichnissen zu suchen, diese in einer beliebigen Reihenfolge darzustellen sowie redundante bzw. irrelevante Informationen herauszufiltern.

Im Ergebnis können auf diese Weise die Eigenschaften verschiedener Serviceleistungen miteinander verglichen werden, was letztendlich zu einer Verringerung der Unsicherheit über die Sucheigenschaften von Serviceleistungen und somit über die Verteilung der Preise am Markt aus Sicht der nachfragenden Agenten führt. Eine Verminderung der Qualitäts- bzw. Verhaltensunsicherheit kann allerdings durch die Prüfung von Sucheigenschaften nicht erreicht werden, da es zu keiner glaubhaften Übertragung von Informationen über die tatsächliche Qualität der Serviceleistungen bzw. das Verhalten der Service Provider kommt.

Die Überprüfung von Erfahrungseigenschaften kann, im Gegensatz zur Prüfung der Sucheigenschaften, dazu beitragen, Unsicherheiten, die sich aufgrund asymmetrisch verteilter Informationen über die tatsächliche Qualität unbekannter Serviceleistungen und deren Anbieter ergeben und somit zur Fehlentscheidung („adverse selection“) durch die Nachfrager (z.B. Service Broker) führen können, zu beseitigen (Kapitel 2.2.2).

Um die Qualitätsunsicherheit zu reduzieren bieten sich dem Service Broker, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, zwei Alternativen. Einerseits besteht grundsätzlich die Möglichkeit, interne Informationen, wie Erfahrungskäufe der Vergangenheit, zu verwenden, andererseits kann es angebracht sein, auf externe Informationen vertrauenswürdiger Dritter zurückzugreifen, beispielsweise wenn bisher keine eigenen Erfahrungen vorliegen.

In diesem Zusammenhang kann das Testen (Prüfen) von Serviceleistungen z.B. durch Überwachungs- und Bewertungsdienste, wie dem Monitoring und Evaluation Service der SLAM Architektur (Kapitel 3.4.3), durchgeführt werden.

Der Überwachungsdienst ermöglicht eine laufende Messung (z.B. während der Dienstbereitstellung) unterschiedlichster Servicemerkmale (QoS), wie z.B. Geschwindigkeit, Antwortzeiten etc. Daraufhin kann der Bewertungsdienst die ermittelten Daten mit vorgegebenen Referenzwerten vergleichen und somit die Qualität der Serviceleistung beurteilen. Referenzwerte können unter anderem in Form von vertraglich vereinbarten Leistungsmerkmalen (Kapitel 3.4), durch vorgegebene Mindestanforderungen oder durch Erfahrungswerte vergleichbarer, ehemals geprüfter Serviceleistungen vorliegen.

Aus den angeführten Überlegungen lässt sich ableiten, dass die Übertragung des Screening-Instruments Prüfung („examination“) auf die Grid-Ökonomie grundsätzlich realisierbar ist.

Der Einsatz dieser Überwachungs- und Bewertungsdienste durch den Service Broker zur Unterstützung seiner Auswahl von Serviceleistungen sowie deren Anbieter ist

4.1 Übertragung und Würdigung von Screening-Instrumenten

beispielsweise in Form von „Test“-Prüfungen, die noch im Vorfeld der eigentlichen Transaktion durchgeführt werden können, vorstellbar (Tirole 1997, S. 110 ff.). Auf diese Weise kann der Broker konkret Erfahrungen mit verschiedenen Anbietern sammeln, die ihm später in Form interner Informationen über die zu erwartende Qualität der jeweiligen Dienstleister vorliegen und ihn bei seinen Entscheidungen unterstützen können.

Wie im speziellen die internen Informationen den Service Broker bei seinen Entscheidungen unterstützen, wurde in Kapitel 3.5 (Repage) in Zusammenhang mit der Erstellung des Images beschrieben.

Die Durchführung von „Test“-Prüfungen eignet sich aus Sicht des Brokers allerdings lediglich für relativ einfache, günstige sowie standardisierte Serviceleistungen, die nicht in Zusammenhang mit kritischen Anwendungen stehen, da diese Tests zunächst keine entscheidungsrelevanten Informationen vor dem Zeitpunkt des Kaufs liefern können. Vielmehr lässt sich die Qualitätsunsicherheit durch die Verwendung von Überwachungs- und Bewertungsdiensten erst nach dem Kauf und der Beurteilung signifikant reduzieren. Ein Ausprobieren komplexer, teurerer bzw. wenig standardisierter Serviceleistungen ist somit aufgrund des entstehenden Zeit- und Kostenaufwands ökonomisch nicht sinnvoll.

Insofern kann angenommen werden, dass der Service Broker, sollte er nicht bereits über eigene Erfahrungen mit der zu prüfenden Serviceleistung bzw. deren Anbieter verfügen, auf externe Informationen zurückgreifen wird.

Hierbei überlässt er die Prüfung unabhängigen bzw. vertrauenswürdigen Dritten, die z.B. in der Rolle von Produktexperten sämtliche, am Markt angebotene Serviceleistungen überprüfen und ihre Erfahrungen, einerseits den Nachfragern in Form von unabhängigen Testurteilen, andererseits den Anbietern in Form von Signalen (siehe dazu Kapitel 4.2.1), zur Verfügung stellen können (ähnlich Stiftung Warentest, die zum einen ein Magazin mit allen aktuellen Testurteilen veröffentlicht und zum anderen Anbietern ermöglicht, ihre Produkte durch ihr Siegel zu kennzeichnen.)

So ist es denkbar, dass Verzeichnisse, die bereits heute die Koordination von Serviceleistungen zwischen Grid-Anwendern unterstützen, die Prüfungsaktivitäten übernehmen und als Produktexperte auftreten können, um Informationen über die Erfahrungseigenschaften, wie die Qualität der Serviceleistungen, zu vermitteln.

An dieser Stelle der Untersuchung wird die Nähe zu den Reputationsmechanismen deutlich, da sich die Prüfung der Serviceleistungen durch unabhängige Institutionen gleichzeitig auf die Reputation des Serviceanbieters auswirken wird. Darüber hinaus muss auch das Verzeichnis in seiner Rolle des Produktexperten über ein gewisses Maß an Vertrauen, z.B. eine ausreichend positive Reputation, verfügen, damit eine glaubhafte Vermittlung der Testurteile stattfinden kann.

Wie in diesem Abschnitt ausgeführt wurde, ist eine Prüfung von Such- bzw. Erfahrungseigenschaften von Grid-Serviceleistungen sowohl theoretisch, als auch technisch bereits möglich. Dennoch erfolgt eine praktische Umsetzung innerhalb der Grid-Ökonomie bisher lediglich in Form der Prüfung von Sucheigenschaften durch Broker, wie Nimrod-G, in Verbindung mit Verzeichnissen, wie GMD.

Es wurde gezeigt, dass sich – zumindest theoretisch – die Unsicherheit in Bezug auf die Qualität angebotener Serviceleistungen durch den Einsatz von Prüfungsaktivitäten der Broker, wie z.B. durch „Test“-Prüfungen, reduzieren lässt. Allerdings wurde auch dargestellt, dass solche Tests, da sie aus Sicht der Service Broker nur für wenige Transaktionsentscheidungen in Frage kommen, eher von unabhängigen Parteien (Produktexperten) durchgeführt werden sollten.

4.1.2 Selbstselektions-Schema

Neben dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Instrument der Prüfung, kann auch der Einsatz des Selbstselektions-Schemas („self selection“) bewirken, dass Informationen über die nicht beobachtbaren Eigenschaften (Erfahrungseigenschaften) der jeweiligen Marktgegenseite vermittelt werden (Kapitel 2.2.2). In diesem Fall geschieht dies durch die Bereitstellung von Verträgen, die derart ausgestaltet sind, dass sie einerseits z.B. einen finanziellen Anreiz bieten, andererseits diesen Anreiz mit einem Nachteil (z.B. in Form eines Sanktionsmechanismus) verbinden, der z.B. an die Qualität der zu erbringenden Leistung geknüpft ist. Dabei veranlasst die Kombination aus Schaffen eines Anreizes und den daran geknüpften Nachteil, wie nachfolgend beschrieben, die Serviceanbieter dazu, die tatsächliche Qualität ihrer Serviceleistungen zu offenbaren.

Eine Implementierung des Screening-Instruments in die Grid-Ökonomie kann technisch durch die Entwicklung elektronischer Verträge, wie z.B. WSLA oder WS-Agreement (Kapitel 3.4) realisiert werden. Die elektronischen Verträge können derart gestaltet werden, dass sie eine Aufteilung der jeweiligen Marktgegenseite ihren Eigenschaften entsprechend, z.B. gemäß Preisbereitschaft oder Qualitätsmerkmalen, vornehmen.

Bisher ist der Einsatz von Verträgen in Form von WSLA-Dokumenten nur durch Service Provider möglich, die z.B. ihre Serviceleistungen mit unterschiedlichen Qualitätsmerkmalen (QoS) zu verschiedenen Preisen in einem Verzeichnis, wie z.B. MDS-4 oder GMD, anbieten.

So kann beispielsweise ein Anbieter von Rechenleistung seine Kunden zwischen einem Standardvertrag und einem Premium-Vertrag wählen lassen, um Informationen über das Nutzungs- bzw. Konsumverhalten seiner Kunden zu erhalten.

Während der Standardvertrag z.B. eine bestimmte maximale Menge an Rechenleistung in einem festgelegten Zeitabschnitt gewährleistet, garantiert der Premium-Vertrag über die im Standardvertrag vereinbarten Leistungen hinaus auch einen kurzfristigen Bedarf („on demand“) zusätzlicher Rechenleistung. Dabei wird die Zusicherung zusätzlicher Rechenleistung z.B. an einen erhöhten Basispreis und einen Aufschlag für zusätzliche Einheiten gebunden.

Um den höheren Basispreis zu vermeiden, werden all die Service Broker, die über ihr eigenes Verbrauchsverhalten bestens informiert sind, und wissen, dass sie keine größeren Verbrauchsschwankungen aufweisen, den Standardvertrag wählen, während die übrigen Broker – von der Annahme ausgehend, dass sie auf die zusätzliche Re-

4.2 Übertragung und Würdigung von Signaling-Instrumenten

chenleistung angewiesen sind – bereit sein werden, die Prämie für die zusätzliche Absicherung zu zahlen.

Die Einteilung der Kunden in die Kategorien Standard und Premium ermöglicht dem Service Provider, seinen eigenen Bedarf an Rechenleistung zuverlässiger zu prognostizieren und somit eine bessere Auslastung seiner Systeme zu bewirken. Er wird nur eine begrenzte Anzahl von Premium-Verträgen abschließen und somit vermeiden, übermäßige Kapazitäten für mögliche Spitzenbelastungen bereitzuhalten.

In Zukunft kann der Einsatz von Verträgen durch die Weiterentwicklung von WSLA hin zu WS-Agreement (vgl. Kapitel 3.4.4) auch Service Broker in die Lage versetzen, ihre Marktgegenseite – in diesem Fall sind damit die Service Provider gemeint – entsprechend deren Eigenschaften zu unterscheiden.

Es ist denkbar, dass ein Broker in unterschiedlichen Verträgen seine Zahlungsbereitschaft an diverse Anforderungen, wie z.B. Qualitätsmerkmale und Garantieleistungen, knüpft. Dabei wird seine Zahlungsbereitschaft stets mit den vertraglich vereinbarten Anforderungen positiv korrelieren. Service Provider, die in der Lage sind, eine hohe Qualität zu garantieren, können die Chance auf die erhöhte Zahlungsbereitschaft der Broker nutzen, während sich die übrigen mit einer geringeren Zahlungsbereitschaft begnügen, um dem Risiko verschärfter Kompensationsleistungen zu entgehen.

Auf diese Weise kann ein Broker für wichtige bzw. kritische Prozesse qualitativ höherwertige, aber teurere Serviceleistungen einsetzen, während er für Standardprozesse auf günstigere, aber eventuell unsicherere Serviceleistungen – unsicher, da beispielsweise nur eine sehr begrenzte Garantieleistung vereinbart wurde – zurückgreifen wird.

Die obigen Beispiele haben gezeigt, dass das Schema der Selbstselektion durch den Einsatz unterschiedlich gestalteter Verträge das Vertrauen zwischen zwei Vertragspartnern erhöhen kann. Dabei wirkt die Selbsteinordnung (die Wahl eines bestimmten Vertrages und die damit verbundene Offenbarung) der besser informierten Marktseite in Kombination mit der Inkaufnahme eines Nachteils in Form von Sanktionen, je nach Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit bzw. -bereitschaft, vertrauensbildend.

4.2 Übertragung und Würdigung von Signaling-Instrumenten für den Einsatz in Grid-Ökonomien

Zu den Aktivitäten des Signalings zählen solche, die in der informationsökonomischen Literatur der Übertragung von Informationen dienen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang Signale, wie z.B. das Aussenden von Werbeinformationen, die Übermittlung von Qualitätsinformationen (z.B. durch Zertifikate oder Testurteile), Investitionen in den Aufbau einer Marke sowie eine Selbstbindung durch die Bereitstellung von Garantien u.a..

Die Übertragung von Informationen durch die informierte Marktseite hin zur uninformierten Marktgegenseite bewirkt eine Vermittlung der vor dem Kauf nicht direkt beobachtbaren Eigenschaften (Erfahrungseigenschaften), wie z.B. die Qualität von Serviceleistungen oder die Leistungsfähigkeit ihrer Anbietern. Auf diese Weise kann

das Signaling dazu beitragen, die Unsicherheiten zwischen einander fremden Markt-beteiligten zu verringern (Adler 1996, S. 90).

Die Wirkung, die von Signalen ausgeht, ergibt sich dabei entweder direkt – hier sind die Kosten der Signale abhängig von der tatsächlichen Qualität der Leistungen – oder indirekt. In diesem Falle sind die Sendekosten für die Übertragung der Signale unabhängig von der wirklichen Qualität der Leistungen (Schnoor 2000, S. 3 und S. 27 ff.).

Während direkt wirkende Signale, wie z.B. Zertifikate oder Testurteile, nur von denjenigen eingesetzt werden können, die tatsächlich über die signalisierten Eigenschaften verfügen, ist der Einsatz indirekt wirkender Signale, wie z.B. Werbung oder Garantien, grundsätzlich von allen Anbietern möglich.

4.2.1 Exogen teure Signale

In Kapitel 2.2.2 wurde bereits beschrieben, dass ein Aussenden kostspieliger Signale („exogenously costly signals“) aus informationsökonomischer Sicht zur Reduzierung von Qualitätsunsicherheit beitragen kann. Allerdings fällt auf, dass in gegenwärtigen Arbeiten zur Grid-Ökonomie keinerlei Untersuchungen in Bezug auf die Wirkung solcher Signale durchgeführt werden. Schließlich erfolgten bereits durch die klassische Marketinglehre zahlreiche Betrachtungen von Signalen, wie Werbung, Marken oder markenähnliche Konstrukte, z.B. in Form von Qualitätszertifikaten, welche die mindernde Wirkung der Signale in Bezug auf Unsicherheit immer wieder bestätigten (Fußnote 6).

In diesen traditionellen Betrachtungen sind die Kosten verursachenden Signale für die Konsumenten deshalb glaubhaft, weil für Serviceanbieter schlechter Qualität hohe Investitionen, z.B. in Form teurer Werbemaßnahmen, nicht von Nutzen sind. So werden diese Anbieter ihre Kosten langfristig nicht decken können, da Konsumenten aufgrund der schlechten Qualität die angebotenen Serviceleistungen nicht ein weiteres Mal in Anspruch nehmen werden. Das Aussenden solcher Signale lohnt sich für Serviceleistungen schlechter Qualität aus diesem Grunde nicht; so können die Konsumenten aus dem Umfang der Werbung für eine Serviceleistung auf deren Qualität schließen.

Der wesentliche Anknüpfungspunkt für die Wirkung der hier beschriebenen indirekten Signale ist das Merkmal der Kostspieligkeit. Insofern hängt die Übertragbarkeit auf die Grid-Ökonomie maßgeblich davon ab, ob bzw. inwieweit das Aussenden der oben genannten Signale mit Kosten für den Verwender verbunden ist bzw. werden kann.

Werbung ist ein Signal, welches durch den bewussten, gezielten und mit Kosten verbundenen Einsatz von Werbemitteln potentielle Transaktionspartner zu beeinflussen sucht (Schweiger und Schrattenecker 1995, S. 7 ff.). Allerdings erscheint das Aussenden von Werbebotschaften, beispielsweise über die Eigenschaften der angebotenen Serviceleistungen, zurzeit eher wenig geeignet, glaubhaft die Qualität der beworbenen Serviceleistungen innerhalb einer Grid-Ökonomie zu vermitteln. Begründen lässt sich dies damit, dass allen Serviceanbietern (Service Provider) die

4.2 Übertragung und Würdigung von Signaling-Instrumenten

Verzeichnisse (MDS oder GMD) kostenlos zu Verfügung stehen und das Publizieren von Informationen an keinerlei Voraussetzungen geknüpft ist.

So ist es den Anbietern von Serviceleistungen jederzeit möglich, aktuelle Informationen zu veröffentlichen und sich darüber hinaus in allen ihnen bekannten Verzeichnissen zu registrieren, um die Präsenz ihrer Dienste am Grid-Markt zu verstärken. Zwar lassen sich durch den gezielten Einsatz von Werbung Informationen beispielsweise über Angebote, wie eine kurzfristige Preisreduktion, verbreiten, allerdings muss dabei das Vertrauen in die Qualität des Serviceangebotes entweder bereits bestehen oder gegebenenfalls durch andere vertrauensbildende Maßnahmen etabliert werden.

Ob indes die Einführung beispielsweise kostenpflichtiger Verzeichnisse zur Verbreitung von Informationen Rückschlüsse auf die tatsächliche Qualität der angebotenen Serviceleistungen zulässt und somit eine effizientere Koordination innerhalb der Grid-Ökonomie gewährleistet werden kann, muss in Frage gestellt werden.

Einerseits erscheint es durchaus plausibel, dass eine Bereitstellung von Informationen im Sinne von Werbung über kostenpflichtige Verzeichnisse eine ähnliche Wirkung zeigt wie das Ausstrahlen von Werbebotschaften über das Fernsehen. Beides signalisiert, dass der Informierende bereit ist, eine hohe Investition zu tätigen, ehe er mit Erlöseinnahmen rechnen kann.

Andererseits können sich solche Investitionen auch für Anbieter schlechter Qualität lohnen, wenn sie durch den gezielten Einsatz der Werbung erwarten können, kurzfristig genügend Einnahmen z.B. durch eine hohe Anzahl uninformatierter Käufer zu generieren. Diese Service Provider können nach einer solchen Aktion z.B. das kostenpflichtige Verzeichnis wechseln oder ihre Serviceleistungen unter einem anderen Namen registrieren.

Damit kann das indirekte Signal Werbung durch die Einführung kostenpflichtiger Verzeichnisse letztendlich nur eingeschränkt die tatsächliche Qualität der beworbenen Serviceleistungen vermitteln, da die Verzeichnisse weder die Wahrheit der übermittelten Werbebotschaften überprüfen, noch eigene, unabhängige Informationen über die bei ihnen registrierten Anbieter bereitstellen.

Ein weiteres Signal, welches insbesondere die unverwechselbare Identität standardisierter und qualitativ konstant bleibender Serviceleistungen eines Anbieters in den Vordergrund stellen soll, ist die Marke bzw. der Markenname (Kotler und Bliemel 2001, S. 736 ff.). Marken vermitteln auf indirekte Weise unterschiedliche Informationen über Anbieter bzw. deren Serviceleistungen, so z.B. Informationen über die Herkunft angebotener Dienste oder über Eigenschaften bezüglich der Qualität.

Ebenso wie das Aussenden von Werbung ist auch das Verwenden von Namen bzw. Produktbezeichnungen innerhalb der Grid-Ökonomie für die Service Provider derzeit nicht mit Kosten verbunden. Zusätzlich besteht für Konsumenten (z.B. Service Broker) aufgrund der Tatsache, dass es sich bei ihnen um Softwareagenten, nicht um menschliche Individuen handelt, aktuell kein Unterschied darin, ob ein verwendeter Name leistungsbeschreibend ist, oder nur aus einer Reihe von mehr oder weniger zufällig gewählten Zeichen besteht. Wesentlich ist einzig, dass die Bezeichnung einer angebotenen Leistung dieser eindeutig zugeordnet werden kann, so dass der Broker, welcher in der Regel nach Leistungsmerkmalen und Dienstbeschreibungen sucht

(nicht nach Namen), die verschiedenen Serviceleistungen unterscheiden und sich für eine bestimmte entscheiden kann.

Die Überlegungen hinsichtlich der Einführung von Markennamen sind dennoch interessant, da sich durch ihren Einsatz die Möglichkeit für die Service Broker ergeben kann, Verzeichnisse gezielt nach Diensten mit Markennamen oder Diensten bestimmter Marken zu durchsuchen. Entscheidend dabei ist, dass die Vergabe von Marken bzw. Markennamen mit Aufwendungen, z.B. Kosten, für den Verwender verbunden sein muss, damit sich, entsprechend dem oben genannten Wirkungsmechanismus, solche Investitionen nur für Anbieter guter Qualität lohnen. Außerdem muss die Marke eine gewisse Einmaligkeit darstellen und darf nicht ohne weiteres durch andere Service Provider kopiert werden können. Ist ein Anbieter in Besitz einer Marke, so kann er diese zusammen mit den anderen Informationen seiner Serviceleistungen in Verzeichnissen publizieren.

Problematisch in diesem Zusammenhang erscheint jedoch, dass derzeit innerhalb von Grid-Ökonomien keine zentrale Vergabestelle, ähnlich einem Patentamt, existiert (und auch nicht geplant ist), welche die unverwechselbare Identität des Anbieters sicherstellt und den Gebrauch der Marke vor einer unberechtigten Nutzung durch Dritte schützt. Damit scheitert auch eine mögliche Signalwirkung bezüglich der Reduktion von Unsicherheit, die von Marken grundsätzlich ausgehen kann. Eine Übertragung scheint insofern nicht sinnvoll.

Zwar besteht theoretisch die Möglichkeit, dass ein Serviceanbieter durch gezieltes Bewerben seines Produkt- oder Firmennamens seinen Bekanntheitsgrad sowie den seiner Leistungen erhöht, jedoch kann auch dieses Vorgehen letztendlich nur in Verbindung mit dem Einsatz weiterer Maßnahmen, wie z.B. Repage (Kapitel 3.5), Vertrauen in dieses Signal – welches nicht gleichzusetzen ist mit den oben beschriebenen geschützten Markennamen – erzeugen. Eine weiterführende Untersuchung zur Etablierung dieser markenähnlichen Produktbezeichnungen, die durch den Einsatz von Reputationsmechanismen, wie Repage, erfolgen kann, soll an dieser Stelle allerdings nicht vertieft werden.

Als nächstes sollen Signale, wie Zertifikate, die unter ähnlichen Begriffen wie Qualitätssignal oder Gütesiegel bekannt sind, beschrieben und ihre Übertragbarkeit auf die Grid-Ökonomie untersucht werden. Ausgegeben werden sie in der Regel von unabhängigen Institutionen, nachdem diese durch einen Zertifizierungsprozess, vergleichbar einer Prüfung (Kapitel 4.1.1), eine Beurteilung der Leistung hinsichtlich der Einhaltung bestimmter Standards, z.B. in Bezug auf die Qualität, festgestellt haben (Freiling 2001, S. 1935).

Grundsätzlich erscheint eine Betrachtung von Zertifikaten innerhalb der Grid-Ökonomie durchaus vorstellbar, da es prinzipiell möglich ist, unabhängige Institutionen zu etablieren, deren Aufgabe in der Prüfung von Serviceleistungen in Bezug auf deren Erfahrungseigenschaften besteht. Hier könnten beispielsweise die in Kapitel 3.4.3 beschriebenen Überwachungs- und Bewertungsdienste eine entscheidende Rolle übernehmen.

Ist eine Prüfung erfolgreich verlaufen, so kann die prüfende Institution dem Service Provider ein Gütesiegel z.B. in der Form eines Codes gewähren, welcher die betrachtete Serviceleistung auszeichnet. Dieser Code könnte so strukturiert sein, dass er aus mehreren Teilen besteht, um gleichzeitig mehrere Informationen zu übertragen.

4.2 Übertragung und Würdigung von Signaling-Instrumenten

Zum einen sollte er für die Konsumenten wieder erkennbar sein, daher ist es wichtig, dass er Angaben über den Informationsintermediär enthält. Zum anderen sollte er der geprüften Leistung eindeutig zugeordnet werden können, um eine Verifizierung der gemachten Angaben zuzulassen und einen möglichen Missbrauch zu verhindern.

Um dies zu gewährleisten bietet es sich an, dass der zweite Teil des Codes einem eindeutigen Identifikationsmerkmal des Service Providers entspricht, welches beispielsweise innerhalb einer Datenbank bei der Prüfungsinstitution registriert werden muss. Auf diese Weise kann ein Service Broker, der auf ein Qualitätssignal, wie diesen Code, stößt, diesen überprüfen. Der erste Teil des Codes vermittelt dem Broker zunächst Informationen über die zu kontaktierende Datenbank der unabhängigen Partei, in der er durch den zweiten Teil des Codes den Eintrag zur entsprechenden Serviceleistung finden kann. Ein Abgleich der Eintragungen dieser Datenbank mit den Daten, über die der Broker bereits verfügt, z.B. durch die gemachten Angaben innerhalb eines Verzeichnisses wie GMD, bestätigen ihm, dass die von ihm ausgewählte Serviceleistung zumindest ihren beschriebenen Anforderungen entspricht; eine konkrete Aussage über die tatsächliche Güte der Serviceleistung erfolgt an dieser Stelle jedoch nicht.

Während die Übertragung von Zertifikaten auf die Grid-Ökonomie durchaus realisierbar erscheint, ist eine positive Wirkung solcher direkter Signale in Bezug auf die Reduktion von Unsicherheit nicht ohne weiteres anzunehmen. Eine wichtige Voraussetzung für die Wirksamkeit von Zertifikaten ist, dass sie zum einen für den Erwerber, wie bereits mehrfach erwähnt (siehe oben), mit Kosten verbunden ist, so dass nur Anbieter guter Qualität bereit sein werden, sich der mit dem Zertifizierungsprozess verbundenen Prüfung zu unterziehen. Zum anderen muss die auszeichnende unabhängige Partei selbst vertrauenswürdig und bekannt sein, damit das Qualitätssignal für die Konsumenten glaubhaft erscheint. Und genau darin liegt die eigentliche Schwierigkeit.

Für den Fall, dass der Service Broker der unabhängigen Partei vertraut, ist auch das Signal wirksam und vermittelt zumindest Informationen über die beschriebenen Qualitätseigenschaften (also die überprüfbaren Erfahrungseigenschaften) der Serviceleistungen. Kann der Broker der zertifizierenden Institution jedoch nicht vertrauen, da sie ihm beispielsweise unbekannt ist – dies ist in komplexen Grid-Ökonomien mit vielen Beteiligten durchaus vorstellbar –, bleibt auch das Zertifikat ohne Wirkung.

So wird deutlich, dass die Betrachtung von Zertifikaten ebenfalls, wie schon zuvor die Überlegung zu Marken, nicht ohne den Aufbau von Reputation auskommt (siehe dazu Kapitel 3.5).

Als letztes soll hier die Betrachtung von Testurteilen erfolgen, die ähnlich den Zertifikaten als ein direktes Signal zur Übermittlung von Qualitätsinformationen beitragen können. Testurteile gehen hervor aus Tests, vergleichbar der in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Prüfung. Sie werden von neutralen Drittinstitutionen durchgeführt, die eine nachvollziehbare und vorwiegend technische Prüfung und Bewertung der Qualitätseigenschaften untersuchter Leistungen vornehmen (Silberer 2001, S. 1840).

Im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Zertifikaten, wird nicht die bloße Einhaltung bestimmter Standards geprüft. Vielmehr wird untersucht, in welcher Qualität die für den Gebrauch maßgeblichen Eigenschaften (QoS) ihre beschriebenen Aufga-

ben erfüllen können. Damit liefern Tests für die Konsumenten die notwendigen Informationen, die sie für ihren Kaufentschluss benötigen.

Eine weitere Abweichung zu den Zertifikaten besteht darin, dass Tests in der Regel nicht von den Service Providern in Auftrag gegeben werden können und daher auch aus Sicht der Anbieter nicht unmittelbar mit Kosten verbunden sind. Zwar können negative finanzielle Konsequenzen auch für die Service Provider entstehen, wenn z.B. aufgrund eines negativen Testurteils der Absatz der angebotenen Serviceleistungen zurückgeht, allerdings werden sie in diesem Fall von einem Einsatz des Testurteils als Signal in Verbindung mit denen von ihnen angebotenen Leistungen absehen. Service Provider werden Testurteile demzufolge lediglich dann in Zusammenhang mit ihren Leistungen, z.B. in einem Verzeichnis, wie dem GMD, publizieren, wenn diese Beurteilungen positiv sind.

Damit fallen die Kosten für das Signal hier also nicht bei den Anbietern, sondern zunächst bei den Testinstitutionen an. Ihr Anreiz wiederum für die Erstellung dieser kostspieligen Tests besteht darin, als Informationsintermediär die Konsumenten über die tatsächliche Qualität der am Markt angebotenen Leistungen zu informieren, um aus der Bereitstellung dieser Informationen, z.B. in ihren eigenen Datenbanken, Einnahmen zu generieren. So werden sie bestrebt sein, ihre Tests möglichst objektiv und im Sinne der Service Broker durchzuführen, um diese sowohl über eine hohe, aber auch über eine eventuell niedrige Qualität der geprüften Serviceleistungen aufklären zu können.

Die Nachfrage nach derartigen Beurteilungen durch Service Broker ist, wie in Kapitel 4.1.1 bereits erwähnt, insbesondere dann gegeben, wenn diese über keinerlei eigene Erfahrungen mit dem entsprechenden Dienst verfügen.

Allerdings muss erneut die bereits zuvor mehrfach angeführte Problematik berücksichtigt werden, dass die Wirkung des Signals vom Bekanntheitsgrad und der Vertrauenswürdigkeit der unabhängigen Institution bestimmt wird (siehe oben). So wird deutlich, dass auch die Betrachtung der durch unabhängige Dritte erstellten Testurteile an den Aufbau von Reputation (Kapitel 3.5) geknüpft werden muss.

Wie in diesen Abschnitt aufgezeigt wurde, sind teure Signale in der Grid-Ökonomie derzeit nicht implementiert. Es wurde zudem dargestellt, dass eine Integration der hier beschriebenen Signale (Werbung, Marken, Zertifikate und Testurteile) theoretisch dazu beitragen kann, Informationen über die Qualität eines Service Providers bzw. dessen Leistung zu übertragen. Dabei musste allerdings in allen Fällen die Wirkung der Signale eingeschränkt oder zumindest von weiteren Faktoren, wie der Vertrauenswürdigkeit einer unabhängigen Partei, abhängig gemacht werden. Ein Signalisieren von Erfahrungseigenschaften zur Reduktion von Qualitätsunsicherheit kann demnach nicht ohne Betrachtung von Vertrauenseigenschaften und der damit verbundenen notwendigen Verringerung der Verhaltensunsicherheit stattfinden.

4.2.2 Bedingte Verträge

Ein weiteres Mittel für Anbieter, eine hohe Qualität ihrer Serviceleistungen zu vermitteln, sind so genannte bedingte Verträge („contingent contracts“). Vergleichbar mit

4.2 Übertragung und Würdigung von Signaling-Instrumenten

den im vorigen Abschnitt beschriebenen teuren Signalen, spiegeln auch sie die Qualität nur indirekt wider.

Verträge sind deshalb glaubwürdig, weil der Signalleger eine kostspielige Selbstbindung, z.B. in Form einer „Geld-zurück-Garantie“ oder einer Konventionalstrafe, für den Fall eingeht, dass sich seine Informationen als nicht richtig herausstellen sollten. Dabei signalisieren sie eine hohe Qualität allerdings nur für Erfahrungseigenschaften, nicht für Vertrauenseigenschaften, da sich der Eintritt des Garantiefalls für Vertrauenseigenschaften nicht feststellen lässt (Kapitel 3.4.5).

Eine technische Realisierung von Verträgen innerhalb der Grid-Ökonomie wurde bereits in Kapitel 3.4 mit der Entwicklung elektronischer Verträge, z.B. WSLA bzw. WS-Agreement, behandelt. Dabei können die erforderlichen Garantiebedingungen in den Teilen „Service Obligations“ (WSLA) oder „Guarantee Terms (WS-Agreement)“ der elektronischen Verträge festgehalten werden (Abb. 15).

Beispiel 3 (Abb. 18) soll verdeutlichen, wie die Implementierung eines Vertrages anhand eines WSLA-Dokuments realisiert sein kann. Hierbei wird die vertragliche Verpflichtung („Obligation“) in zwei Teile geteilt. Der erste Teil („ServiceLevelObjective“) definiert die garantierte Leistung, wie z.B. die durchschnittliche Antwortzeit („AverageResponseTime“) von 5 Sekunden. Es können all die Qualitätsmerkmale („SLAParameter“) aufgelistet werden, die dem Service Broker vertraglich zugesichert wurden und bezüglich derer sich nun die Qualität der einzelnen Serviceleistungen messen lässt. Der zweite Teil („ActionGuarantees“) integriert die notwendige Selbstbindung bei einer möglichen Vertragsverletzung („Violation“), hier z.B. in Form einer Mitteilung („notification“).

Service Provider, welche solche Verträge in Zusammenhang mit der Bereitstellung ihrer Serviceleistungen verwenden, können je nach Umfang der Garantie die Qualitätsunsicherheit aus Sicht der Broker reduzieren. Dabei lohnt sich ihr Einsatz insbesondere für unbekannte (neue) Produkte, die bisher noch nicht durch unabhängige Drittparteien, wie Testinstitutionen, beurteilt werden konnten oder für Serviceleistungen, deren Qualität weit über der Qualität vergleichbarer Leistungen liegt. Hier kann der Service Provider durch eine entsprechend umfangreiche Garantie die Besonderheit seiner Leistung betonen.

Damit sind Verträge die einzigen Signale, die bereits heute innerhalb der Grid-Ökonomie Anwendung finden und zudem, im Gegensatz zu den im vorigen Abschnitt beschriebenen Signalen, ohne die Verwendung von Reputation auskommen, um die Unsicherheit in Bezug auf die Qualität einer Serviceleistung zu verringern. Dabei gilt es allerdings zu betonen, dass nicht allein die Tatsache der Existenz einer Garantie für den Service Broker als Zeichen von Qualität gewertet werden kann, denn Garantien sind grundsätzlich von jedem Anbieter einsetzbar, sondern vielmehr der Umfang bzw. die Ausgestaltung dieser Garantie.

```
<sla>
...
<Obligations>
  <ServiceLevelObjective name="Garantie">
    <Obligated>Service_Provider</Obligated>
    <Validity>
      <Start>2006-10-15</Start>
      <End>2007-02-15</End>
    </Validity>
    <Expression>
      <Predicate xsi:type="wsla:Less">
        <SLAParameter>AverageResponseTime</SLAParameter>
        <Value>5</Value>
      </Predicate>
    </Expression>
    <EvaluationEvent>NewValue</EvaluationEvent>
  </ServiceLevelObjective>

  <ActionGuarantee name="Reaktion_bei_Vertragsverletzung">
    <Obligated>Service_Provider</Obligated>
    <Expression>
      <Predicate xsi:type="wsla:Violation">
        <ServiceLevelObjective>Garantie</ServiceLevelObjective>
      </Predicate>
    </Expression>
    <EvaluationEvent>NewValue</EvaluationEvent>
    <QualifiedAction>
      <Party>Service_Broker</Party>
      <Action actionName="notification" xsi:type="Notification">
        <NotificationType>Violation</NotificationType>
        <CausingGuarantee>Garantie</CausingGuarantee>
        <SLAParameter>AverageResponseTime</SLAParameter>
      </Action>
    </QualifiedAction>
    <ExecutionModality>Always</ExecutionModality>
  </ActionGuarantee>
</Obligations>
</sla>
```

Abb. 18: Beispiel 3: Implementierung einer Garantie innerhalb eines Vertrages in Anlehnung an (Ludwig, Keller et al. 2003, S. 36 ff.)

5 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit zeigt, dass sich bereits bestehende vertrauensbildende Maßnahmen aus dem Bereich der Informationsökonomie – abgesehen von einigen Einschränkungen – grundsätzlich auf die Grid-Ökonomie übertragen lassen.

Dazu wurden zunächst einleitend die für diese Arbeit relevanten Probleme, die sich aus der Weiterentwicklung des Computational Grids hin zu einer Grid-Ökonomie, wie z.B. der vorgestellten GRACE-Architektur, ergeben können, erläutert. Anschließend erfolgte in Kapitel 2 eine grundlegende Betrachtung informationsökonomischer Ansätze, die durch den Einsatz von Instrumenten, wie Signaling, Screening und Reputation zur Überwindung dieser, auf asymmetrisch verteilten Informationen beruhenden Unsicherheiten, beitragen können. Die in Kapitel 3 folgende Vorstellung sowie informationsökonomische Beurteilung aktueller technologischer Entwicklungen aus den Bereichen des Computational Grids bzw. der Grid-Ökonomie, konnte verdeutlichen, dass eine Einbeziehung vertrauensbildender Maßnahmen innerhalb der Grid-Ökonomie derzeit nur unzureichend erfüllt wird. Es wurden abschließend in Kapitel 4 noch einige traditionelle Instrumente der in Kapitel 2 vorgestellten Ansätze auf eine mögliche Anwendbarkeit in der Grid-Ökonomie kritisch analysiert.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass sich die Probleme der Qualitäts- bzw. Verhaltensunsicherheit auf die asymmetrische Verteilung von Informationen zwischen Anbieter und Nachfrager zurückführen lassen und dass die Ansätze zur Überwindung dieser Unsicherheit in engem Zusammenhang mit den Eigenschaften der Anbieter bzw. deren Leistungen stehen. Es wurde deutlich, dass Sucheigenschaften am einfachsten durch Suche, Erfahrungseigenschaften mittels Signaling sowie Screening und Vertrauenseigenschaften durch die Bildung von Reputation vermittelt werden können (Abb. 7).

Überraschend ist indes, dass die Untersuchung der aktuellen Literatur im Bereich der Grid-Technologie – abgesehen von WSLA und WS-Agreement, die durch Einbeziehen von Sanktionsmechanismen zumindest die zugesicherte Qualität angebotener Dienste garantieren können – keine nennenswerten Ansätze in Bezug auf die Reduktion von Qualitäts- bzw. Verhaltensunsicherheit aufweist. Mit MDS-4 bzw. GMD bestehen zwar bereits Verzeichnisse, die eine Übertragung von Informationen ermöglichen, zudem gewährleistet der Broker Nimrod-G eine Suche nach bestimmten veröffentlichten Eigenschaften. Jedoch kann bei all diesen Ansätzen die Unsicherheit über die tatsächliche Qualität der bereitgestellten Leistungen oder das Verhalten der dazugehörigen Anbieter bisher nicht hinreichend gemindert werden.

Im Gegensatz dazu existieren zahlreiche Modelle zur Überwindung von Verhaltensunsicherheit, die sich darum bemühen, durch den Aufbau von Reputation Vertrauen zwischen den Marktbeteiligten zu generieren. Eine ausführliche Untersuchung dieser Modelle erfolgt beispielsweise in den Arbeiten von Ramchurn, Huynh et al. (2005) und Sabater und Sierra (2005).

Die kritische Analyse vertrauensbildender Maßnahmen hat gezeigt, dass sich die klassischen Instrumente der Informationsökonomik, wie Prüfung, Selbstselektions-

schemata, teure Signale und bedingte Verträge, theoretisch auf die Grid-Ökonomie übertragen lassen. Dabei ist insbesondere der Entwicklung von WS-Agreement große Bedeutung beizumessen, da sie eine Möglichkeit zur Implementierung sowohl der Selbstselektions-Schemata, als auch bedingter Verträge ermöglicht. Darüber hinaus kann WS-Agreement durch die Integration einer kostspieligen Selbstbindung in Form einer Garantie bzw. Kompensationszahlung das Vertrauen über die Qualität angebotener Serviceleistungen herstellen.

Die Verwendung teurerer Signale dagegen kann lediglich in Zusammenhang mit der Betrachtung von Vertrauenseigenschaften und der damit verbundenen notwendigen Verringerung der Verhaltensunsicherheit erfolgen. Eine Verringerung der Qualitätsunsicherheit durch eine Übertragung der dargestellten Signale allein erscheint kaum möglich, da gerade Signale, wie Zertifikate oder Testurteile, auf fremden Erfahrungen z.B. unabhängiger Parteien beruhen, denen Konsumenten wiederum zunächst ihr Vertrauen entgegen bringen müssen.

Es ist also zu erwarten, dass zukünftige Entwicklungen im Bereich der Grid-Ökonomie zum einen die Verwendung elektronischer Verträge intensivieren, zum anderen eine Implementierung unabhängiger Parteien vorantreiben werden, um eine ökonomisch sinnvolle Allokation von Ressourcen und Diensten sowie eine Verringerung von Qualitätsunsicherheit zu gewährleisten. Dazu wird es allerdings notwendig sein, gleichzeitig auch den Abbau von Verhaltensunsicherheit zu berücksichtigen, weshalb es sinnvoll ist, bei neuen Entwicklungen ebenfalls die Betrachtung von Reputationsmechanismen mit einzubeziehen.

Literaturverzeichnis

- ABDUL-RAHMAN, A. und HAILES, S.: Supporting Trust in Virtual Communities. In: *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Science (HICSS-33), Maui, 2000*, S. 1-9.
- ABRAMSON, D., GIDDY, J. und KOTLER, L.: High Performance Parametric Modeling with Nimrod/G: Killer Application for the Global Grid? In: *Proceedings of the 14th International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS-14), Cancun, 2000*, S. 520–528.
- ABRAMSON, D., SOSIC, R., GIDDY, J. und HALL, B.: Nimrod: A Tool for Performing Parametrised Simulations Using Distributed Workstations. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC-4), Washington, DC, 1995*, S. 112-121.
- ADLER, J.: Informationsökonomische Fundierung von Austauschprozessen. Wiesbaden: Gabler, 1996.
- AKERLOF, G. A.: The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. In: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84, No. 3, 1970, S. 488-500.
- AL-ALI, R. J., AMIN, K., VON LASZEWSKI, G., RANA, O. F., WALKER, D. W., HATEGAN, M. und ZALUZEC, N.: Analysis and Provision of QoS for Distributed Grid Applications. In: *Journal of Grid Computing*, Vol. 2, No. 2, 2004, S. 163-182.
- ANDERSON, D., COBB, J., KORPELA, E., LEBOFKY, M. und WERTHIMER, D.: SETI@home: An Experiment in Public-Resource Computing. In: *Communications of the ACM*, Vol. 45, No. 11, 2002, S. 56-61.
- ANDRIEUX, A., CZAJKOWSKI, K., DAN, A., KEAHEY, K., LUDWIG, H., PRUYNE, J., ROFRANO, J., TUECKE, S. und XU, M.: Web Services Agreement Specification (WS-Agreement). In: Global Grid Forum GRAAP Working Group, 2005, URL: <https://forge.gridforum.org/sf/go/doc13652?nav=1>. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- ARROW, K. J.: The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-Bearing. In: *The Review of Economic Studies*, Vol. 31, No. 2, 1964, S. 91-96.
- BARMOUTA, A. und BUYYA, R.: GridBank: A Grid Accounting Services Architecture (GASA) for Distributed Systems Sharing and Integration. In: *Proceedings of the*

- 17th Annual International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS-17), Nice, 2003.*
- BAUER, H. und BAYÓN, T.: Informationsökonomik. In: Diller, H. (Hrsg.): Vahlens Großes Marketinglexikon, 2. Auflage. München: Vahlen, 2001, S. 645-647.
- BAYÓN, T.: Neuere Mikroökonomie und Marketing. Eine wissenschaftstheoretisch geleitete Analyse. Wiesbaden: Gabler, 1997.
- BERMAN, F. und HEY, T.: The Scientific Imperative. In: Foster, I. und Kesselman, C. (Hrsg.): The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004, S. 13-24.
- BOSTRÖM, G., GIAMBIAGI, P. und OLSSON, T.: Quality of Service Evaluation in Virtual Organizations Using SLAs. In: Swedish Institute of Computer Science, 2006, URL: http://www.sics.se/spot/document/QoS_using_SLA.pdf. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- BRY, F., NAGEL, W. E. und SCHROEDER, M.: Grid-Computing. In: *Informatik Spektrum*, Vol. 13, No. 12, 2004, S. 542-545.
- BUHL, H. U., HACKENBROCH, W. und HENNEBERGER, M.: IT aus der Steckdose: Hype oder Realität? In: *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 48, No. 1, 2006, S. 68-78.
- BUYA, R.: Economic-Based Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing. PhD Thesis. Melbourne: Monash University, 2002.
- BUYA, R., ABRAMSON, D. und GIDDY, J.: An Economy Driven Resource Management Architecture for Global Computational Power Grids. In: *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA), Las Vegas, NV, 2000a*, S. 26-34.
- BUYA, R., ABRAMSON, D. und GIDDY, J.: Nimrod-G: An Architecture for a Resource Management and Scheduling System in a Global Computational Grid. In: *Proceedings of the 4th International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region (HPC Asia), Beijing, 2000b*, S. 283-289.
- BUYA, R., ABRAMSON, D. und GIDDY, J.: A Case for Economy Grid Architecture for Service-Oriented Grid Computing. In: *Proceedings of the International, Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS): 10th IEEE International Heterogeneous Computing Workshop (HCW-1), San Francisco, CA, 2001*, S. 1-15.
- BUYA, R., ABRAMSON, D. und VENUGOPAL, S.: The Grid Economy. In: *Proceedings of the IEEE*, Vol. 93, No. 3, 2005, S. 698-714.

- CHELIOTIS, G., KENYON, C., BUYYA, R. und MELBOURNE, A.: 10 Lessons from Finance for Commercial Sharing of IT Resources. In: *Peer-to-Peer Computing: The Evolution of a Disruptive Technology*, 2004, S. 1-11.
- CZAJKOWSKI, K., FERGUSON, D., FOSTER, I., FREY, J., GRAHAM, S., MAGUIRE, T., SNELLING, D. und TUECKE, S.: From Open Grid Services Infrastructure to WS-Resource Framework: Refactoring & Evolution, 2004. URL: http://www.globus.org/wsrif/specs/ogsi_to_wsrif_1.0.pdf. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- CZAJKOWSKI, K., FITZGERALD, S., FOSTER, I. und KESSELMAN, C.: Grid Information Services for Distributed Resource Sharing. In: *Proceedings of the 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC-10)*, 2001, S. 181-184.
- DAN, A., DAVIS, D., KEARNEY, R., KELLER, A., KING, R., KUEBLER, D., LUDWIG, H., POLAN, M., SPREITZER, M. und YOUSSEF, A.: Web services on demand: WSLA-driven automated management. In: *IBM Systems Journal*, Vol. 43, No. 1, 2004, S. 136-158.
- DARBY, M. R. und KARNI, E.: Free Competition and the Optimal Amount of Fraud. In: *Journal of Law and Economics*, Vol. 16, No. 1, 1973, S. 67-88.
- DASGUPTA, P.: Trust as a Commodity. In: Gambetta, D. (Hrsg.): *Trust: Making and Breaking Cooperative Relations*. New York: Basil Blackwell, 1988, S. 49-72.
- DAVIDOW, W. H. und MALONE, M. S.: *The virtual corporation*. New York: Harper Collins, 1992.
- DINDA, P. A.: Addressing the Trust Asymmetry Problem in Grid Computing with Encrypted Computation. In: *Proceedings of the 7th Workshop on Languages, Compilers, and Run-time Support for Scalable Systems, Houston, TX*, 2004, S. 1-7.
- ENGLISH, C., NIXON, P., TERZIS, S., MCGETTRICK, A. und LOWE, H.: Dynamic Trust Models for Ubiquitous Computing Environments. In: *Proceedings of the Workshop on Security in Ubiquitous Computing (UBICOMP)*, Gothenborg, 2002, S. 1-4.
- FITZGERALD, S., FOSTER, I., KESSELMAN, C., VON LASZEWSKI, G., SMITH, W. und TUECKE, S.: A Directory Service for Configuring High-Performance Distributed Computations. In: *Proceedings of the 6th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC-6)*, 1997, S. 365-375.
- FOSTER, I.: The Grid: A New Infrastructure for 21st Century Science. In: *Physics Today*, Vol. 55, No. 2, 2002a, S. 42-47.

- FOSTER, I.: What is the Grid? A Three Point Checklist. In: *Grid Today*, Vol. 1, No. 6, 2002b, S. 22-25.
- FOSTER, I.: A Globus Primer Or, Everything You Wanted to Know about Globus, but Were Afraid to Ask. An Early and Incomplete Draft 2005, URL: https://viewcvs.globus.org/toolkit/docs/development/4.1.0/key/GT4_Primer_0.6.pdf. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- FOSTER, I.: Globus Toolkit Version 4: Software for Service-Oriented Systems. In: *Journal of Computer Science and Technology*, Vol. 21, No. 4, 2006, S. 513-520.
- FOSTER, I. und IAMNITCHI, A.: On Death, Taxes, and the Convergence of Peer-to-Peer and Grid Computing. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS-2), Berkeley, CA, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2573. Berlin: Springer-Verlag, 2003, S. 118-128.*
- FOSTER, I., JENNINGS, N. R. und KESSELMAN, C.: Brain Meets Brawn: Why Grid and Agents Need Each Other. In: *3rd International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS), New York, NY, 2004, S. 8-15.*
- FOSTER, I. und KESSELMAN, C.: Globus: A Metacomputing Infrastructure Toolkit. In: *International Journal of Supercomputer Applications*, Vol. 11, No. 2, 1997, S. 115-128.
- FOSTER, I. und KESSELMAN, C.: The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1998.
- FOSTER, I. und KESSELMAN, C.: The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004.
- FOSTER, I., KESSELMAN, C., NICK, J. M. und TUECKE, S.: Grid Services for Distributed System Integration. In: *IEEE Computer*, Vol. 35, No. 6, 2002, S. 37-46.
- FOSTER, I., KESSELMAN, C. und TUECKE, S.: The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. In: *International Journal of High-Performance Computing Applications*, Vol. 15, No. 3, 2001, S. 200-222.
- FREILING, J.: Zertifizierung. In: Diller, H. (Hrsg.): *Vahlens Großes Marketinglexikon*, 2. Auflage. München: Vahlen, 2001, S. 1935.
- FURUBOTN, E. G. und PEJOVICH, S.: Property Rights and Economic Theory: A Survey of Recent Literature. In: *Journal of Economic Literature*, Vol. 10, No. 4, 1972, S. 1137-1162.
- GAMBETTA, D.: Can we trust? In: Gambetta, D. (Hrsg.): *Trust: Making and Breaking Cooperative Relations*. New York: Basil Blackwell, 1988, S. 213-237.

- GGF: Global Grid Forum. URL: <https://forge.gridforum.org/projects/graap-wg/document/WS-AgreementSpecification/en/7>. Zuletzt abgerufen am: 12.1.2007.
- GRAHAM, S., NIBLETT, P., CHAPPELL, D., LEWIS, A., NAGARATNAM, N., PARIKH, J., PATIL, S., SAMDARSHI, S., TUECKE, S. und VAMBENEPE, W.: Web Services Notification (WS-Notification) Version 1.0, 2004. URL: <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/ws-resource/ws-notification.pdf>. Zuletzt abgerufen am: 12.1.2007.
- GRANDISON, T. und SLOMAN, M.: A Survey of Trust in Internet Applications. In: *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, Vol. 3, No. 4, 2000, S. 2–16.
- GRIDBUS: World-Wide Grid: The Global Data-Intensive Grid Collaboration 2003. URL: <http://gridbus.cs.mu.oz.au/sc2003/index.html>. Zuletzt abgerufen am: 12.01.2007.
- HAX, H.: Theorie der Unternehmung – Information, Anreize und Vertragsgestaltung. In: Ordelheide, D., Rudolph, B. und Büsselmann, E. (Hrsg.): *Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie*. Stuttgart: Poeschel, 1991, S. 51-72.
- HIRSHLEIFER, J.: Where Are We in the Theory of Information? In: *The American Economic Review*, Vol. 63, No. 2, 1973, S. 31-39.
- HIRSHLEIFER, J., RILEY, JOHN G.: The Analytics of Uncertainty and Information - An Expository Survey. In: *Journal of Economic Literature*, Vol. 17, No. 4, 1979, S. 1375-1421.
- HOPF, M.: *Informationen für Märkte und Märkte für Informationen*. Frankfurt am Main: Barudio & Hess Verlag, 1983.
- KAAS, K.-P.: Marketing als Bewältigung von Informations- und Unsicherheitsproblemen im Markt. In: *Die Betriebswirtschaft*, Vol. 50, No. 4, 1990, S. 539–548.
- KAAS, K.-P.: Marktinformationen: Screening und Signaling unter Partnern und Rivalen. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Vol. 61, No. 3, 1991, S. 357–369.
- KAAS, K.-P.: Kontraktgütermarketing als Kooperation zwischen Prinzipalen und Agenten. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Vol. 43, 1992, S. 884-900.
- KAAS, K.-P.: Informationsökonomik. In: Tietz, B., Köhler, R. und Zentes, J. (Hrsg.): *Handbuch des Marketing*, 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1995, S. 971-981.
- KENYON, C. und CHELIOTIS, G.: Architecture Requirements for Commercializing Grid Resources. In: *Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on*

- High Performance Distributed Computing (HPDC-11)*, Edinburgh, 2002, S. 215-224.
- KIHLSTROM, R. E. und RIORDAN, M. H.: Advertising as a Signal. In: *The Journal of Political Economy*, Vol. 92, No. 3, 1984, S. 427-450.
- KLEIN, B. und LEFFLER, K.: The Role of Market Forces in Assuring Contractual Performance. In: *Journal of Political Economy*, Vol. 89, No. 4, 1981, S. 615-641.
- KOTLER, P. und BLIEMEL, F.: Marketing Management, 10. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2001.
- KUROPKA, D. und WESKE, M.: Die Adaptive Services Grid Plattform: Motivation, Potential, Funktionsweise und Anwendungsszenarien. In: *Emisa Forum*, Vol. 26, No. 1, 2006, S. 13-25.
- KUSS. Informationsbeschaffung. In: Diller, H. (Hrsg.): Vahlens Großes Marketinglexikon, 2. Auflage. München: Vahlen, 2001, S. 640-642.
- LICKLIDER, J. C. R. und TAYLOR, R. W.: The Computer as a Communication Device. In: *Science and Technology*, 1968, S. 21-31.
- LIN, C., VARADHARAJAN, V., WANG, Y. und PRUTHI, V.: Enhancing Grid Security with Trust Management. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing (SCC)*, Shanghai, 2004, S. 303-310.
- LUDWIG, H., DAN, A. und KEARNEY, R.: Cremona: An Architecture and Library for Creation and Monitoring of WS-Agreements. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Service Oriented Computing (ICSOC-02)*, New York, NY, 2004, S. 65-74.
- LUDWIG, H., KELLER, A., DAN, A., KING, R. P. und FRANCK, R.: Web Service Level Agreement (WSLA) Language Specification, Version 1.0. IBM Corporation 2003, URL: <http://www.research.ibm.com/wsla/WSLASpecV1-20030128.pdf>. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- LUDWIG, H., NAKATA, T., WIEDER, P., WALDRICH, O. und ZIEGLER, W.: Reliable Orchestration of Resources using WS-Agreement. CoreGRID Technical Report 2006, <http://www.coregrid.net/mambo/images/stories/TechnicalReports/tr-0050.pdf>. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- LUHMANN, N.: Trust: And, Power: Two Works. Chichester: Wiley, 1979.
- MARSCHAK, J.: Towards an Economic Theory of Organization and Information. In: Thrall, R. M., Coombs, C. H. und Davis, R. L. (Hrsg.): Decision Processes. New York: Wiley, 1954, S. 187-220.

- MARSH, S.: Formalising Trust as a Computational Concept. PhD Thesis, Department of Computing Science and Mathematics. University of Stirling, 1994.
- MCCALL, J. J.: The Economics of Information and Optimal Stopping Rules. In: *The Journal of Business*, Vol. 38, No. 3, 1965, S. 300-317.
- MILLER, M. S. und DREXLER, K. E.: Markets and Computation: Agoric Open Systems. In: Huberman, B. A. (Hrsg.): *The Ecology of Computation*. Amsterdam: Elsevier, 1988, S. 133-176.
- MISZTAL, B.: *Trust in Modern Societies: The Search for the Bases of Social Order*. Cambridge: Polity Press, 1996.
- MUI, L., MOHTASHEMI, M. und HALBERSTADT, A.: A Computational Model of Trust and Reputation. In: *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-35)*, 2002, S. 2431-2439.
- MÜLLER, G., EYMANN, T. und KREUTZER, M.: *Telematik-und Kommunikationssysteme in der vernetzten Wirtschaft*. München: Oldenbourg, 2003.
- NELSON, P.: Information and Consumer Behavior. In: *The Journal of Political Economy*, Vol. 78, No. 2, 1970, S. 311-329.
- NELSON, P.: Advertising as Information. In: *The Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 4, 1974, S. 729-754.
- NEUMANN, D., HOLTSMANN, C. und ORWAT, C.: Grid-Economics. In: *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 48, No. 3, 2006, S. 206-209.
- PAPALILO, E., FRIESE, T., SMITH, M. und FREISLEBEN, B.: Trust Shaping: Adapting Trust Establishment and Management to Application Requirements in a Service-Oriented Grid Environment. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Grid and Cooperative Computing (GCC-4)*, Beijing, 2005, S. 47-58.
- PATEL, J., TEACY, W. T. L., JENNINGS, N. R., LUCK, M., CHALMERS, S., OREN, N., NORMAN, T. J., PREECE, A., GRAY, P. M. D. und SHERCLIFF, G.: Monitoring, Policing and Trust for Grid-Based Virtual Organisations. In: *Proceedings of the UK OST e-Science All Hands Meeting (AHM)*, 2005.
- PRATT, J. W. und ZECKHAUSER, R. J.: Principals and Agents: An Overview. In: Pratt, J. W. und Zeckhauser, R. J. (Hrsg.): *Principals and Agents: The Structure of Business*. Boston: Harvard Business School Press, 1985, S. 1-37.
- RAMCHURN, S. D., HUYNH, D. und JENNINGS, N. R.: Trust in multi-agent systems. In: *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 19, No. 1, 2005, S. 1-25.

- ROSE, F.: The Economics, Concept, and Design of Information Intermediaries: A Theoretic Approach. Heidelberg: Physica-Verlag, 1999.
- ROTHSCHILD, M.: Searching for the Lowest Price When the Distribution of Prices Is Unknown. In: *The Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 4, 1974, S. 689-711.
- ROTHSCHILD, M. und STIGLITZ, J.: Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information. In: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90, No. 4, 1976, S. 629-649.
- SABATER, J., PAOLUCCI, M. und CONTE, R.: Repage: REPutation and ImAGE Among Limited Autonomous Partners. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulations*, Vol. 9, No. 2, 2006, S. 1-18.
- SABATER, J. und SIERRA, C.: REGRET: Reputation in Gregarious Societies. In: *Proceedings of the 5th International Conference on Autonomous Agents, Montreal, Montreal*, 2001, S. 194-195.
- SABATER, J. und SIERRA, C.: Review on Computational Trust and Reputation Models. In: *Artificial Intelligence Review*, Vol. 24, No. 1, 2005, S. 33-60.
- SAHAI, A., GRAUPNER, S., MACHIRAJU, V. und VAN MOORSEL, A.: Specifying and Monitoring Guarantees in Commercial Grids through SLA. In: *Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, (CCGrid-3), Palo Alto, CA*, 2003, S. 292-299.
- SANDHOLM, T.: Service Level Agreement Requirements of an Accounting-Driven Computational Grid. Royal Institute of Technology, Sweden 2005, URL: <http://www.pdc.kth.se/~sandholm/trita/TRITA-SLA.pdf>. Zuletzt abgerufen am: 23.1.2007.
- SCHNOOR, A.: Kundenorientiertes Qualitäts-Signaling: eine Übertragung auf Signaling in Produkt-Vorankündigungen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2000.
- SCHWEIGER, G. und SCHRATTENECKER, G.: Werbung, Auflage 4. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1995.
- SHAO, J., GRAY, W. A., FIDDIAN, N. J., DEORA, V., SHERCLIFF, G., STOCKREISSER, P. J., NORMAN, T. J., PREECE, A., GRAY, P. M. D., CHALMERS, S., OREN, N., JENNINGS, N. R., LUCK, M., DANG, V. D., NGUYEN, T. D., PATEL, J., TEACY, W. T. L. und THOMPSON, S.: Supporting Formation and Operation of Virtual Organisations in a Grid Environment. In: *Proceedings of the UK OST e-Science 2nd All Hands Meeting (AHM)*, 2004.

Literaturverzeichnis

- SHAPIRO, C.: Consumer Information, Product Quality, and Seller Reputation. In: *The Bell Journal of Economics*, Vol. 13, No. 1, 1982, S. 20-35.
- SILBERER, G.: Warentest. In: Diller, H. (Hrsg.): *Vahlens Großes Marketinglexikon*, 2. Auflage. München: Vahlen, 2001, S. 1840 f.
- SPENCE, M.: Job Market Signaling. In: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87, No. 3, 1973, S. 355-374.
- SPENCE, M.: Informational Aspects of Market Structure: An Introduction. In: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90, No. 4, 1976, S. 591-597.
- SPREMANN, K.: Reputation, Garantie, Information. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Vol. 58, No. 5/6, 1988, S. 613-629.
- SPREMANN, K.: Asymmetrische Information. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Vol. 60, No. 5, 1990, S. 561-586.
- STIGLER, G. J.: The Economics of Information. In: *The Journal of Political Economy*, Vol. 69, No. 3, 1961, S. 213-225.
- STIGLITZ, J. E.: Information and Economic Analysis. In: Parkin, M., Nobay, A.R. (Hrsg.): *Current Economic Problems*. Cambridge: Cambridge University Press, 1974, S. 27-52.
- TANNENBAUM, T. und LITZKOW, M.: The Condor Distributed Processing System. In: *Dr. Dobbs' Journal*, Vol. 227, 1995, S. 40-48.
- TIROLE, J.: *The Theory of Industrial Organization*. 9. Auflage. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- TRAVICA, B.: Virtual Organization and Electronic Commerce. In: *The DATABASE for Advances in Information Systems*, Vol. 36, No. 3, 2005, S. 45-68.
- UDDI: Universal Description, Discovery and Integration. URL: <http://www.uddi.org>. Zuletzt abgerufen am: 12.1.2007.
- WALDSPURGER, C. A., HOGG, T., HUBERMAN, B. A., KEPHART, J. O. und STORNETTA, W. S.: Spawn: A Distributed Computational Economy. In: *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 18, No. 2, 1992, S. 103-117.
- WALRAS, L.: *Mathematische Theorie der Preisbestimmung der wirtschaftlichen Güter*. Stuttgart: Auvermann, 1881.

- WEIBER, R. und ADLER, J.: Der Einsatz von Unsicherheitsreduktionsstrategien im Kaufprozeß: Eine informationsökonomische Analyse. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Sonderheft 35*, 1995a, S. 61-77.
- WEIBER, R. und ADLER, J.: Informationsökonomisch begründete Typologisierung von Kaufprozessen. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Vol. 47, No. 1, 1995b, S. 43-65.
- WEISENFELD-SCHENK, U.: Die Nutzung von Zertifikaten als Signal für Produktqualität. Eine informationsökonomische Betrachtung. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Vol. 67, No. 1, 1997, S. 21-39.
- WILLIAMSON, O. E.: Die ökonomischen Institutionen des Kapitalismus: Unternehmen, Märkte, Kooperationen. Tübingen: JCB Mohr (P. Siebeck), 1990.
- WOLSKI, R., PLANK, J. und BREVIK, J.: g-Commerce – Building Computational Marketplaces for the Computational Grid. In: *Technical Report CS-00-439, The University of Tennessee at Knoxville*, 2000.
- WOOLDRIDGE, M.: Agent-Based Software Engineering. In: *IEE Proceedings of Software Engineering*, Vol. 144, No. 1, 1997, S. 26-37.
- WORATSCHEK, H.: Die Typologie von Dienstleistungen aus informationsökonomischer Sicht. In: *Der Markt*, Vol. 35, 1996, S. 59-71.
- YU, J., VENUGOPAL, S. und BUYYA, R.: A Market-Oriented Grid Directory Service for Publication and Discovery of Grid Service Providers and their Services. In: *The Journal of Supercomputing*, Vol. 36, No. 1, 2006, S. 17-31.

Mit zunehmender Verbreitung von Grid-Infrastrukturen in Unternehmen gewinnt die Frage nach Vertrauen immer mehr an Bedeutung. In einer offenen, heterogenen, sich ständig verändernden Umgebung, wie z.B. der Grid-Ökonomie ist hundertprozentige Sicherheit nicht zu gewährleisten; aus diesem Grund ist Vertrauen in den Handelspartner notwendig.

Ziel dieser Arbeit ist es, bereits bestehende vertrauensbildende Maßnahmen aus dem Bereich der Informationsökonomie bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf GridÖkonomien kritisch zu analysieren. Dabei sollen ausgewählte Instrumente zur Überwindung von Unsicherheit durch Informationsbereitstellung vorgestellt und diese jeweils anschließend auf ihre Anwendbarkeit in Grid-Ökonomien untersucht werden.