

**Geschäftsmodelle für Grid Computing
in der Medizin und der Biomedizin**


Der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Wirtschaftswissenschaften
– Doctor rerum politicarum –

vorgelegte Dissertation

von

Dipl.-Kfm. Stefan Scholz



2009

Erstgutachter: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Zweitgutachter: Prof. Dr. Stefan Helber

Vorsitzender der Prüfungskommission: Prof. Dr. Daniel Rösch

Mitarbeitervertreter: Dr. Günter Wohlers

Übersicht/Abstract

Die Menge digitaler Daten und die Zahl der Projekte, die organisationsübergreifend zusammenarbeiten, steigen zunehmend. Dieser Trend ist auch in der Medizin und Biomedizin erkennbar. Grid Computing bietet Lösungen für diese Veränderungen. Es unterstützt die koordinierte, gemeinsame Nutzung und Virtualisierung geographisch verteilter und heterogener IKT-Ressourcen. In den letzten Jahren entwickelte eine Vielzahl nationaler und internationaler Initiativen Grid Computing technologisch weiter. Mit zunehmender Reife der technischen Lösungen rückt aktuell die Frage nach adäquaten Geschäftsmodellen in den Mittelpunkt der Betrachtung. Dennoch befasst sich die wissenschaftliche Literatur bisher kaum mit der Frage nachhaltiger Geschäftsmodelle für Grid Computing, Untersuchungen für den Bereich der Medizin und der Biomedizin fehlen fast vollständig. Diese Arbeit schließt diese Forschungslücke durch die Entwicklung eines Referenzgeschäftsmodells für Grid Computing, der Klassifizierung von Geschäftsmodelltypen und der Ableitung konkreter Grid-Computing-Geschäftsmodelle im Kontext der Medizin und Biomedizin. Ergänzend werden Kritische Erfolgsfaktoren identifiziert und strategische Handlungsempfehlungen abgeleitet.

The amount of digitalized data and the number of collaborations in scientific and business communities continues to increase. This trend is also evident in the health and life sciences sector. Grid computing tackles the problems the changing environment poses by sharing and coordinating distributed and heterogeneous resources dynamically. Several grid initiatives have passed the first hurdles and are becoming technologically stable. However, the majority of the promising initiatives still lack a strategy of how to remain viable in the long run and little research is being done to generate sustainable business models suitable for grid computing. Almost no investigations are conducted within the health and life sciences sector. This work will close this research gap by developing a business model reference framework and a business model taxonomy for grid computing within the context of the health and life sciences sector. Promising business models for grid computing in this sector are outlined. In addition, critical success factors are identified and strategic recommendations are given.

Management Summary

Der Markt für Informations- und Kommunikationssysteme wächst und ist dynamischen Veränderungen unterworfen. Allein innerhalb der letzten zehn Jahre stieg die Nachfrage nach Rechen- und Netzwerkleistung kontinuierlich. Dieser Trend ist auch in der Gesundheitswirtschaft zu beobachten. Der Digitalisierungsgrad in der Medizin steigt, die Vernetzung entfernter Standorte rückt stärker in den Mittelpunkt. Gleichzeitig nimmt die Zahl an Projekten zu, deren Mitglieder organisationsübergreifend miteinander kooperieren und komplexe Daten und Informationen austauschen. Neue Erkenntnisse wie die Entschlüsselung des menschlichen Genoms erhöhen den Umfang zu dokumentierender und auszutauschender Daten und stellen neue Herausforderungen an die einzusetzenden IuK-Technologien.

Grid Computing ist ein technologischer Ansatz, der Lösungen für die aufgezeigten Herausforderungen bietet. Infrastrukturen auf Basis von Grid-Computing-Technologien unterstützen die koordinierte, gemeinsame Nutzung und Virtualisierung geographisch verteilter und heterogener IKT-Ressourcen in einer dynamischen Umgebung.

In den letzten Jahren entwickelte eine Vielzahl nationaler und internationaler Initiativen Grid Computing technologisch weiter. Dennoch beschränken sich die Aktivitäten der Mehrzahl der zumeist öffentlich finanzierten Vorhaben auf die Förderphase. Eine betriebswirtschaftliche Fundierung und nachhaltige Weiternutzung der Projektergebnisse erfolgt in der Regel nicht. Mit zunehmender Reife der technischen Lösungen rückt jedoch aktuell die Frage nach adäquaten Geschäftsmodellen in den Mittelpunkt der Betrachtung.

Dennoch befassen sich bisher wenige Arbeiten in der wissenschaftlichen Literatur mit der Frage nachhaltiger Geschäftsmodelle für Grid Computing, Untersuchungen für den Bereich der Medizin und der Biomedizin fehlen fast vollständig. Forschungsanstrengungen unter dem Oberbegriff „Grid Economics“ konzentrieren sich hauptsächlich auf eine preisbasierte, effiziente Allokation von Ressourcen innerhalb von Grid-Computing-Infrastrukturen. Übergreifende Rahmenmodelle mit Bezügen zum umgebenden Markt fehlen bisher.

Diese Arbeit schließt die Forschungslücke. Die Untersuchung systematisiert **Geschäftsmodelle für Grid Computing im Kontext der Gesundheitswirtschaft** und arbeitet die wesentlichen Anforderungen für einen nachhaltigen Betrieb heraus.

Hierzu wird die **Forschungsfrage** beantwortet, **wie Geschäftsmodelle für Grid Computing in der Medizin und der Biomedizin auszugestalten sind, um nachhaltig und erfolgreich am Markt agieren zu können**. Drei spezifische Fragestellungen werden besonders behandelt:

- (1) Wie ist ein nachhaltiges Referenzgeschäftsmodell für Grid Computing aufgebaut und wie sind seine einzelnen Komponenten für einen nachhaltigen Betrieb auszugestalten?
- (2) Wie lassen sich Geschäftsmodelle am Markt für Grid Computing klassifizieren?
- (3) Welche Erfolgsfaktoren beeinflussen die erfolgreiche Durchsetzung von Grid-Computing-Geschäftsmodellen?

Methodisch wird ein induktiver Ansatz gewählt. Die Untersuchungsergebnisse werden zunehmend präzisiert und verdichtet. Die reduzierte Literatur- und Datenbasis zu wirtschaftlichen Aspekten der jungen Grid-Computing-Technologie wird durch eine ausführliche Literaturrecherche zu Geschäftsmodellen des „Electronic Business“ kompensiert. Die Basisuntersuchungen werden durch eine umfassend Marktstudie, eine Experteninterviewreihe und die beispielhafte Untersuchung zweier Fallstudien vertieft.

Die **wesentlichen Erkenntnisse der Untersuchung** sind in Tabelle M1 zusammengefasst. Im nachfolgenden Text erfolgt eine ausführliche Darstellung der einzelnen Ergebnisse.

Tabelle M1. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Untersuchungsaspekt	Erkenntnisse
Markt für Healthgrids	Öffentliche Förderprojekte dominieren – keine langfristige Ausrichtung, dennoch erfolgversprechende Anwendungsszenarien im Entwicklungsstadium; stark reguliertes Marktumfeld (Gesundheitswirtschaft); verzögerte Marktdurchdringung im Branchenvergleich
Grid-Computing-Referenzgeschäftsmodell	Wertflussorientiert; drei Kernsichten mit untergeordneten Partialmodellen: Nutzensicht (Wertvermittlung), Wertschöpfungssicht (Wertentstehung) und Kapitalsicht (Wertvergütung); rahmenbildende Faktoren als „enabling aspects“ und „limiting aspects“
Grid-Computing-Geschäftsmodelltypen	Klassifizierung wertschöpfungsorientiert: Wertintegration und organisatorische Integration; Ableitung von sechs Geschäftsmodelltypen: 1. Inhouse-Gridbox, 2. Grid-ASP, 3. Inhouse-Grid-Infrastructure, 4. Utility-Grid, 5. Statisches SaaS-Grid, 6. Dynamisches SaaS-Grid
Healthgrid-Geschäftsmodelle	Inhouse-Grid-Infrastructure in der Pharmaindustrie; statische SaaS-Grids etablieren sich: Systembiologische Analysen für biomed. Forschung, Bildverarbeitung für med. Versorgung, selektiv: Datenanalyse für Klinische Forschung; Utility-Grids in der biomed. Forschung denkbar
Kritische Erfolgsfaktoren	Nutzensicht: marktgerechter Use-Case, einfache Nutzung, Stabilität, beschränkter Funktionsumfang; Wertschöpfungssicht: Betreibermodell, klare vertragliche Regelungen, Etablierung von Kooperationen, Anmeldung von Schutzrechten; Kapitalsicht: Abrechnungsmodelle, Kapazitätsmanagementsysteme, Lizenzmodelle

Der **Markt für Grid Computing** lässt sich in unternehmensinterne Enterprise Grids und in Partner Grids aufteilen. Enterprise Grids sind bereits in verschiedenen Branchen etabliert. In der Gesundheitswirtschaft betreiben große Pharmaunternehmen eigene Grid-Computing-Systeme zur Medikamentenforschung. Partner Grids hingegen befinden sich in einer frühen Entwicklungsphase und stehen im Zentrum dieser Arbeit. Sie kommen derzeit primär im öffentlich geförderten Forschungsbereich zum Einsatz. Von 21 weltweit untersuchten Grid-Computing-Initiativen im (bio-)medizinischen Umfeld („Healthgrids“) werden 20 weitgehend über öffentliche Mittel finanziert. Sie formen in der Regel eine Virtuelle Organisation unter Beteiligung einer großen Zahl voneinander unabhängiger Partner. Eine hohe technologische und organisationspezifische Komplexität von Partner Grids verzögert jedoch eine nachhaltige Marktetablierung. Aktuelle Initiativen sind Early Adopters, mit einer Nutzung auf breiterer Basis ist frühestens in einigen Jahren zu rechnen.

Funktional lassen sich Grids ihrem Schwerpunkt nach in Computational Grids zur Steigerung der Rechenleistung und Data Grids zur Vernetzung und Virtualisierung von Datenbeständen unterteilen. Perspektivisch werden ergänzend Knowledge Grids zur umfassenden Datenauswertung angestrebt. Aktuelle Healthgrids stellen Benutzerschnittstellen in Form von Software-Anwendungen auf Basis dieser Grundtypen bereit. Sie werden als Application Grids bezeichnet. Das Anwendungsspektrum schließt Lösungen zur Bildverarbeitung und -archivierung, zur Unterstützung und Datenauswertung im Rahmen von klinischen Studien, zur Analyse systembiologischer Daten, zur Entscheidungsunterstützung, zur reinen Vernetzung von Datenbanken und zur Fernkonsultation ein.

Häufig befinden sich diese Anwendungen in einem Proof-of-Concept-Stadium und erfüllen selten vollständig die Bedürfnisse potenzieller Nutzer. Zusätzlich werden unterschiedliche Nutzergruppen – biomedizinische und klinische Forscher und Ärzte – gleichzeitig adressiert, teilweise ist nicht eindeutig bestimmbar, auf welche Nutzergruppen konkrete Software-Anwendungen zugeschnitten sind.

Die Durchsetzung am Markt wird durch hohe rechtliche Anforderungen in einem stark regulierten und etablierten Umfeld erschwert. Die **Gesundheitswirtschaft**, insbesondere in Deutschland, ist strukturell fest gefügt und gesetzlich umfassend geregelt. Neben umfangreichen Regelungen zu ethischen und datenschutzrechtlichen Fragen kommen explizite Anforderungen an Medizinprodukte sowie Prozessqualitätsrichtlinien hinzu. Diese Regelungen sind häufig nur schwer in vernetzten IKT-Strukturen umsetzbar und je nach

Einsatzgebiet unterschiedlich relevant. Zusätzlich erschwert eine generelle Skepsis des medizinischen Personals gegenüber neuen Technologien die Akzeptanz von Grid Computing beim Anwender.

In einer **internationalen Befragung** von 33 Grid-Computing-Experten erfolgte ein Abgleich der aktuellen Marktsituation mit der erwarteten Entwicklung. Die Rahmenbedingungen für die Durchsetzung von Grid-Computing-Technologien seien im Grundsatz gut, würden im (bio-)medizinischen Umfeld jedoch durch kulturelle Hürden und ein zunehmendes Auseinanderlaufen von technologischer Entwicklung und rechtlichen Rahmenbedingungen erschwert. Insgesamt sind die Experten von einer Durchsetzung von Grid Computing überzeugt, jedoch mit starker Verzögerung auf dem Gesundheitsmarkt im Vergleich zu anderen Branchen. Kernzielmärkte seien die biomedizinische Forschung mit rechenintensiven Anwendungen in der Systembiologie und die medizinische Versorgung mit bildgetriebenen Anwendungsbereichen. Zusätzlich böten sich datenintensive Anwendungsbereiche in der Klinischen Forschung. Der Nutzen von Grid Computing könne in qualitätsbezogene, zeitbezogene und kostenbezogene Aspekte untergliedert werden. Für Nutzer im (bio-)medizinischen Umfeld seien qualitätsbezogene Aspekte, insbesondere neue, einfach zu bedienende Anwendungen, bedeutsamer als Kostenaspekte. Dies stehe im Kontrast zu anderen Märkten, in denen Kostenaspekte ausschlaggebend seien. Kritische Erfolgsfaktoren werden von den Experten auf verschiedenen Ebenen identifiziert. In wichtigen Kernerfolgfeldern würden aktuelle Initiativen jedoch gravierende Mängel zeigen.

Aus der Marktsituation und der expertenbezogenen Markteinschätzung lässt sich eine Systematisierung für **Grid-Computing-Geschäftsmodelle** ableiten. Die theoretische Basis liefert die einschlägige Literatur zu Geschäftsmodellen aus dem Umfeld des Electronic Business. Ein Geschäftsmodell ist die vereinfachte und strukturierte Beschreibung der geschäftlichen Aktivitäten eines Unternehmens in Form eines übergreifenden Handlungsrahmens im Kontext des Marktumfeldes. Konzeptionell lassen sich Geschäftsmodelle über Referenzmodelle und Typologien abbilden. Referenzmodelle bilden einen theoretischen Bezugsrahmen zur möglichen Ausgestaltung einer Gruppe von Modellen anhand gleicher Merkmale. Typologien sind nach unterschiedlichen Klassifizierungsmerkmalen abgegrenzte Geschäftsmodelle eines Untersuchungskontextes. Auf Basis der Untersuchung von 25 Arbeiten zur konzeptionellen Darstellung von Geschäftsmodellen lässt sich ein wertflussorientiertes **Referenzgeschäftsmodell** für Grid Computing ableiten (siehe Abbildung M1).

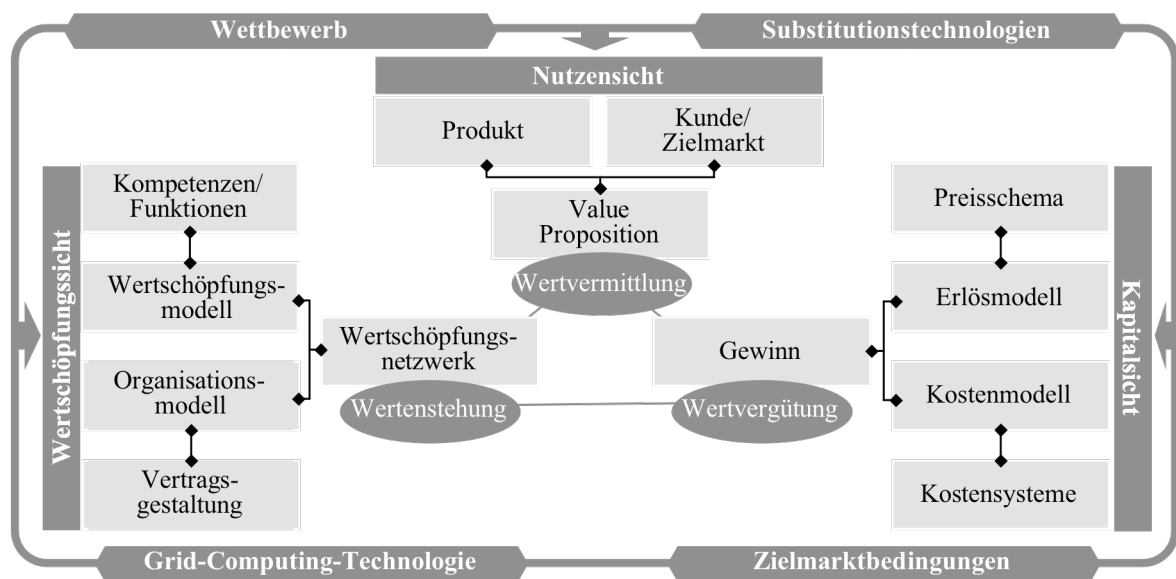


Abbildung M1. Referenzgeschäftsmodell für Grid Computing

Den Kern des **Referenzgeschäftsmodells** bilden drei Dimensionen:

- **Nutzensicht** – Nutzenversprechen (Value Proposition) zur Wertvermittlung
- **Wertschöpfungssicht** – Wertschöpfungsnetzwerk zur Wertentstehung
- **Kapitalsicht** – Gewinngenerierung bzw. Kostendeckung zur Wertvergütung

Die Sichten sind aus mehreren Partialmodellen zusammengesetzt. Die Nutzensicht ist wertorientiert und beschreibt das sich aus den Produkteigenschaften und dem anzusprechenden Zielkundenmarkt abzuleitende Nutzenversprechen. Die Wertschöpfungssicht erläutert das Wertschöpfungsmodell, bestehend aus einem organisations- und einem akturbasierten Rollenmodell. Die Kapitalsicht erfasst alle relevanten Finanzflüsse in Form von Erlös- und Kostenmodellen. Alle Partialmodelle sind in unterschiedlichem Ausmaß von der betrachteten Branche abhängig, u. a. gilt dies für die Nutzenebene mit Produkt- und Zielkundenelementen stärker als für die technologiebezogene Wertschöpfungskette.

Alle drei Kernsichten werden durch verschiedene Rahmenbedingungen beeinflusst. Dabei handelt es sich um Faktoren, welche die Ausgestaltung des Geschäftsmodells im positiven Sinne sowohl stimulieren (enabling aspects) als auch beschränken (limiting aspects). Hierzu zählen rechtliche, kulturelle und soziale Zielmarktbedingungen, technologische Entwicklungen auf den Gebieten des Grid Computings und der Substitutionstechnologien sowie des Wettbewerbsmarktes.

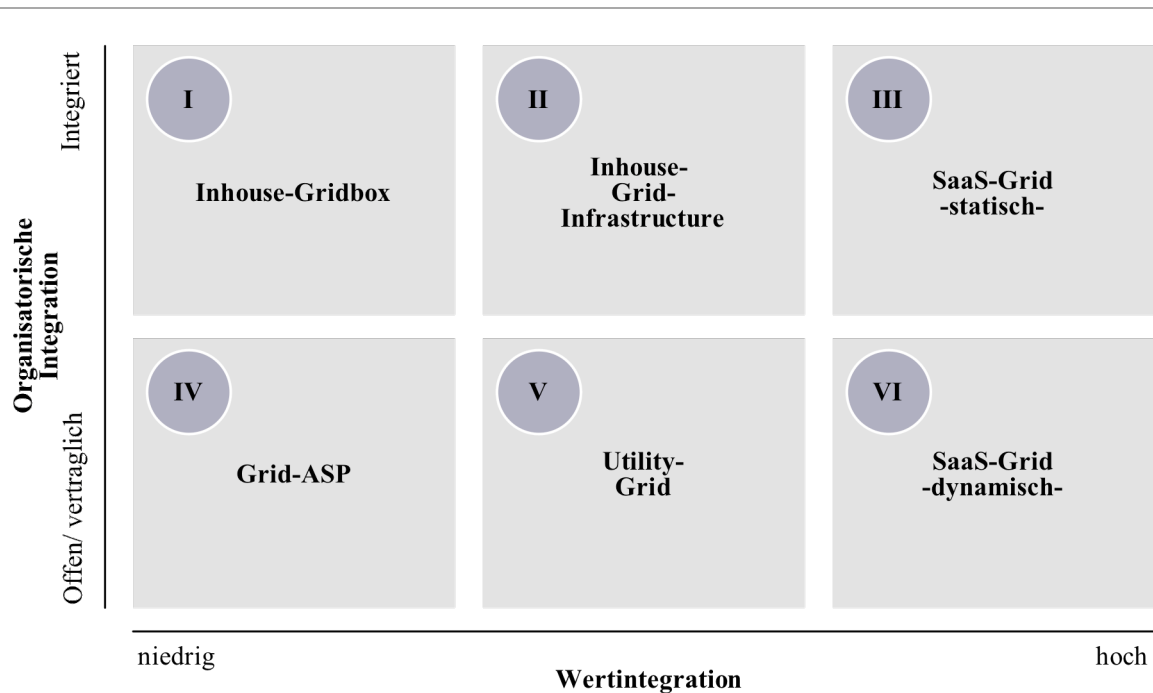


Abbildung M2. Geschäftsmodelltypologie für Grid Computing

Neben der Ausgestaltung von Geschäftsmodellen anhand eines generalisierten Rahmenmodells stellt sich die Frage, wie unterschiedliche Geschäftsmodelle am Markt für Grid Computing klassifiziert werden können. Als Klassifizierungsmerkmale lassen sich einzelne Komponenten des Referenzmodells ableiten. Für branchenübergreifende Betrachtungen eignet sich ein wertschöpfungsorientierter Ansatz mit einer zweidimensionalen Abgrenzung unter Verwendung der Wertschöpfungstiefe (Wertintegration) und der Organisationsstruktur (Organisationsintegration). Sechs potenzielle **Geschäftsmodelltypen** lassen sich identifizieren (Abbildung M2). Die Geschäftsmodelltypen sind in Tabelle M2 erläutert.

Tabelle M2. Geschäftsmodelltypologie für Grid Computing

Geschäftsmodelltyp	Kurzbeschreibung
Inhouse-Gridbox (Typ I)	Grundressourcenpaket aus Hard- und Middleware, Plug & Play, standardisierte Schnittstellen, insbes. für KMU
Inhouse-Grid-Infrastructure (Typ II)	Grundressourcenpaket aus Hard- und Middleware, umfangreicher Implementierungsservice, Einbindung eigener Anbieterdienste, insbes. für große Unternehmen/Einrichtungen
Statisches SaaS-Grid (Typ III)	Umfassende Grid-Infrastruktur, Bereitstellung definierter Anwendungen, definierter Kundenkreis, Kunden u. U. Teil der VO
Grid-ASP (Typ VI)	Vertragliche Zusammenarbeit mit Grids, die Anwendungen bereitstellen, umfassendes Anwendungsportfolio
Utility-Grid (Typ V)	Bereitstellung von Rechen- und Speicherressourcen extern, Plug & Play, definierte Schnittstellen, häufig zusätzliche Services
Dynamisches SaaS-Grid (Typ VI)	Umfassende Grid-Infrastruktur, dynamisches Anwendungsportfolio, dynamisches Kundenportfolio

Die vorgelagerten Überlegungen lassen sich auf **Healthgrid-Geschäftsmodelle** übertragen. Derzeit am Markt etabliert sind allein Inhouse-Grid-Infrastructure-Modelle, die in organisatorischer Hinsicht durch Enterprise Grids verkörpert werden. Diese hochintegrierten, unternehmensbezogenen Grid-Computing-Infrastrukturen sind hauptsächlich für rechenintensive Anwendungsbereiche in der Industrie interessant. Dies beschränkt ihren Anwendungsbereich am Gesundheitsmarkt primär auf die Pharmabranche. Utility-Grids bieten perspektivisch für die biomedizinische Forschung unter Nutzung eigener Softwarealgorithmen Potenziale – insbesondere über flexible Cloud-Computing-Technologien¹. Eine derzeitige Nutzung erfolgt im Branchenkontext nicht. Aktuelle, organisatorisch als Partner Grids aufgebaute, Healthgrid-Initiativen befinden sich kurz vor einer Marktetablierung. Für sie ist es derzeit am nachhaltigsten, Strukturen im Sinne Statischer SaaS-Grids aufzubauen. Für diesen Geschäftsmodelltyp versprechen insbesondere die folgenden Kombinationen aus Produkt und Zielmarkt am ehesten Erfolg:

- Bildverarbeitungslösungen für den klinischen Versorgungsbereich
- Systembiologische Analysen für den biomedizinischen Forschungsbereich
- Datenmanagement/-virtualisierung für die Klinische Forschung (selektiv)

Eine erfolgreiche Umsetzung dieser drei Modelle erfordert neben adäquaten Organisations- und Kapitalmodellen eine genaue Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen. Insbesondere die rechtlichen Regelungen sind für die jeweiligen Nutzungskontexte unterschiedlich stark ausgeprägt und beeinflussen den Erfolg des Geschäftsmodells.

Die in den vorgelagerten Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse werden in zwei **Fallstudien** aus dem klinisch-medizinischen Bereich veranschaulicht. Dabei handelt es sich um eine aktuell in der Projektförderphase befindliche europäische Initiative, die Vernetzungslösungen für die Klinische Forschung entwickelt (ACGT) sowie um ein amerikanisches Universitäts-Spin-Off, das bereits erfolgreich am Markt agiert und Krankenhäuser im Bereich der Bildverarbeitung vernetzt (NDMA). Trotz eines viel versprechenden Ansatzes bei ACGT gefährden spezifische Rahmenbedingungen eine langfristige Weiterführung. Hierzu zählen ein sehr breit aufgestelltes Produktportfolio, ein Grid über mehrere nationale Rechtsräume und organisatorische Defizite. NDMA konzentriert sich dagegen auf wenige Kernanwendungsbereiche und hat die Grid-Infrastruktur organisatorisch internalisiert.

¹ Cloud Computing ist ein technologischer Ansatz, der mit dem Grid-Computing-Paradigma verwandt ist.

NDMA zeigt, dass positive rechtliche Rahmenbedingungen und rechtzeitige, umfassende Kooperationen die Erfolgswahrscheinlichkeiten am Markt signifikant erhöhen.

Eine erfolgreiche Umsetzung eines Healthgrid-Geschäftsmodells ist von der Erfüllung **Kritischer Erfolgsfaktoren** abhängig. Diese lassen sich für die einzelnen Sichten des definierten Referenzgeschäftsmodells identifizieren. Ein übergreifender Kritischer Erfolgsfaktor aus Nutzensicht ist in der aktuellen Marktsituation die Bereitstellung eines überzeugenden „Use Cases“, also einer voll funktionstüchtigen Software-Applikation in einem relevanten Zielmarkt, der weitere wesentliche nutzenrelevante Erfolgskriterien beinhaltet. Hierzu zählen insgesamt eine hohe Nutzerfreundlichkeit, hohe Nutzungsstabilität, ein beschränkter, fokussierter Funktionsumfang bei Erfüllung aller relevanten rechtlichen Anforderungen (insbesondere Datenschutz) sowie Wartungsarmut. In Hinblick auf die Wertschöpfungssicht ist ein marktgerechtes Betreibermodell mit klaren vertraglichen Leistungsvereinbarungen zwischen beteiligten Partnern wesentlich. Hinzu kommen die Etablierung von Kooperationen mit wesentlichen Stakeholdern und die Sicherung technologischer Wettbewerbsvorteile über Schutzrechte. Hinsichtlich der Kapitalmodelle ist eine transparente Verrechnung der bereitgestellten Leistung entscheidend. Daher sind Abrechnungs- und Verbuchungsmodelle ebenso wesentlich wie leistungsorientierte Kapazitätsmanagement- und Monitoring-Systeme. Zusätzlich sind Lizenzmodelle frühzeitig in der Kalkulation zu berücksichtigen. Hinzu kommen Erfolgsfaktoren, die nur indirekt durch intensive Öffentlichkeitsarbeit verändert werden können, da sie in der Domäne der Rahmenbedingungen liegen.

Inwieweit Healthgrids derzeit den identifizierten Kritischen Erfolgsfaktoren gerecht werden, bewertet zusammenfassend eine nachgelagerte **SWOT-Analyse**². Einige Stärken aktueller Grid-Initiativen zeigen sich in der grundsätzlichen Ausrichtung des Leistungsangebots. Insgesamt überwiegen jedoch die Schwächen in wesentlichen Kernbereichen wie der Kundenorientierung, der Organisationsstruktur und der wirtschaftlichen Gesamtausrichtung. Chancen ergeben sich aus der Fähigkeit, sich dem dynamischen Marktumfeld anzupassen. Risiken erwachsen insbesondere aus der stark regulierten Branchenstruktur.

Aus dem Abgleich von Kritischen Erfolgsfaktoren und aktueller Situation von Healthgrids lassen sich zusammenfassend **strategische Handlungsempfehlungen** ableiten:

² SWOT: Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken eines Marktes oder Unternehmens

- permanente Beobachtung des Marktumfeldes und seiner Veränderungen
- einfache Produktgestaltung und rechtzeitige Planung des Aftersales
- rechtzeitige Definition und Verstetigung der Organisationsstruktur
- Identifizierung und Einbindung aller relevanten Stakeholder
- Beschreibung und Implementierung nachhaltiger Kosten- und Finanzierungsmodelle, für die Vermarktungsphase auch Erlösmodelle
- zielgruppenspezifische Öffentlichkeitsarbeit zur indirekten Beeinflussung der Rahmenbedingungen

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen lassen sich **Schlussfolgerungen** ableiten. Grid Computing ist kein statisches Konzept, sondern trägt über die Jahre in erweiterter Form neuen Marktbedürfnissen Rechnung. Ausgehend von Enterprise Grids, insbesondere in Form des Geschäftsmodells „Inhouse-Grid-Infrastructure“, liegt der aktuelle Fokus von Grid-Computing-Infrastrukturen auf „Statischen SaaS-Grids“, die in einer geschlossenen Struktur Software-Anwendungen bereitstellen. Aufgrund der besonderen Zielmarktkonstellation mit hohen kulturellen Hürden sowie einer starren, stark regulierten Marktstruktur mit vielen Stakeholdern ist die Etablierung neuer IuK-Technologien in der Gesundheitswirtschaft nur sehr zögerlich und als kontinuierlicher Prozesses möglich. Viele Initiativen konzentrieren sich in Europa, dennoch sind Healthgrids im US-amerikanischen Raum zum Teil nachhaltiger. Neben einer häufig längerfristig orientierten Förderung ist die wirtschaftliche Orientierung der einzelnen Initiativen ausgeprägter als in Europa. Zusätzlich wirken gesetzliche Rahmenbedingungen weniger regulierend. Die hohen Eintrittsbarrieren in den europäischen Raum lassen sich jedoch positiv nutzen, da sie das Einstiegsrisiko für einen First Mover durch die Etablierung einer wettbewerblich starken Position in einer frühen Marktphase reduzieren. Hierfür ist jedoch eine stärkere Nachhaltigkeitsorientierung zwingend erforderlich. Grid-Computing-Vorhaben sollten sich anfänglich auf ein konkretes Anwendungsszenario mit einer Zielgruppe konzentrieren, um die Komplexität des Vorhabens zu reduzieren und gezielter auf Kundenbedürfnisse eingehen zu können.

Inhaltsverzeichnis

Übersicht/Abstract	v
Management Summary	vi
Inhaltsverzeichnis	xv
Abbildungsverzeichnis	xix
Tabellenverzeichnis	xxii
Abkürzungsverzeichnis	xxiv
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Forschungslücke	3
1.3 Forschungsfrage.....	4
1.4 Methodisches Vorgehen.....	5
1.5 Aufbau der Arbeit.....	9
2 Einordnung des Untersuchungsgegenstandes.....	12
2.1 Grid Computing.....	13
2.1.1 Grid Computing als Konzept.....	14
2.1.2 Technologische Architektur	15
2.1.3 Alternative technologische Konzepte	20
2.2 Gesundheitswirtschaft.....	23
2.2.1 Bedeutung des Marktes	24
2.2.2 Grundzüge der deutschen Gesundheitswirtschaft.....	25
2.3 Einsatz von IuK-Technologien in der Gesundheitswirtschaft.....	26
2.3.1 Bedeutung des Marktes	27
2.3.2 Anwendungsbereiche in der Medizin	27
2.3.3 Anwendungsbereiche in der Biomedizin	31
2.3.4 Vernetzung unter Einsatz von IuK-Technologien	33
2.4 Zusammenfassung und Beurteilung	34
3 Forschungsstand und Marktbetrachtungen	35
3.1 Geschäftsmodell als theoretisches Konzept	35
3.1.1 Konzeptioneller Rahmen und Begriffsdefinition	36
3.1.2 Alternative Konzepte	38
3.2 Geschäftsmodelltheorien des Electronic Business	41

3.2.1	Geschäftsmodellkomponenten als Referenzmodellbasis	41
3.2.2	Geschäftsmodelltypologien	47
3.3	Ökonomische Aspekte des Grid Computings	53
3.3.1	Evolution von Grid Computing als Produkt.....	53
3.3.2	Akteure und Rollen der Grid-Computing-Wertschöpfung	56
3.3.3	Grundlegende Geschäftsmodelltypologien	60
3.3.4	Modelle zur effizienten Ressourcenallokation	62
3.4	Markt für Grid Computing in der (Bio-)Medizin	66
3.4.1	Übergeordneter Markt.....	66
3.4.2	Grid Computing in der (Bio-)Medizin.....	69
3.4.3	Rahmenbedingungen.....	80
3.4.4	Entwicklungspfad	86
3.5	Zusammenfassung und Beurteilung	89
4	Expertenbefragung	91
4.1	Einordnung.....	91
4.1.1	Zielsetzung	91
4.1.2	Methodische Grundüberlegungen.....	92
4.1.3	Typologie und Nutzen der Expertenbefragung	93
4.2	Vorgehen.....	95
4.2.1	Grundsätzliches Vorgehen	95
4.2.2	Leitfadendesign	96
4.2.3	Auswahl und Kontakt der Interviewexperten.....	99
4.2.4	Durchführung der Expertenbefragung.....	104
4.3	Ergebnisse und Auswertung.....	105
4.3.1	Erfahrungen mit Grid Computing.....	107
4.3.2	Verständnis des Grid-Computing-Begriffs	108
4.3.3	Marktentwicklungen	110
4.3.4	Zeitlicher Entwicklungshorizont	114
4.3.5	Software-Anwendungen und Nutzergruppen.....	117
4.3.6	Produktnutzen.....	121
4.3.7	Erfolgsfaktoren	124
4.3.8	Limitierende Rahmenbedingungen.....	128
4.3.9	Ergänzende Informationen	130
4.4	Zusammenfassung und Beurteilung	131

5	Geschäftsmodellgestaltung für (bio-)medizinische	
	Grid-Computing-Infrastrukturen	133
5.1	Referenzgeschäftsmodellierung für Grid Computing	133
5.1.1	Konzeptioneller Rahmen der Referenzmodellierung	133
5.1.2	Referenzgeschäftsmodell für Grid Computing	134
5.1.3	Nutzensicht	137
5.1.4	Wertschöpfungssicht	145
5.1.5	Kapitalsicht	152
5.1.6	Rahmenbildende Faktoren	172
5.2	Geschäftsmodelltypologie für Grid Computing	173
5.2.1	Klassifizierungsmerkmale	174
5.2.2	Übergreifende Geschäftsmodelltypologie für Grid Computing	175
5.3	Grid-Computing-Geschäftsmodelle in der (Bio-)Medizin	184
5.3.1	Etablierte Geschäftsmodelle	185
5.3.2	Kurz- bis mittelfristig realisierbare Geschäftsmodelle	186
5.3.3	Mittel- bis langfristig realisierbare Geschäftsmodelle	190
5.3.4	Potenziell langfristig realisierbare Geschäftsmodelle	191
5.4	Zusammenfassung und Beurteilung	192
6	Fallstudienbetrachtungen	194
6.1	Einordnung	194
6.1.1	Zielsetzung	194
6.1.2	Methodische Grundüberlegungen	195
6.1.3	Fallauswahl	197
6.2	ACGT – Advancing Clinico-Genomic Trials on Cancer	198
6.2.1	Einführung	198
6.2.2	Projekteinordnung	199
6.2.3	Geschäftsmodellkomponenten	200
6.2.4	Gesamtbeurteilung und Projektperspektiven	209
6.3	NDMA – National Digital Medical Archive	210
6.3.1	Einführung	210
6.3.2	Projekteinordnung	211
6.3.3	Geschäftsmodellkomponenten	212
6.3.4	Gesamtbeurteilung und Projektperspektiven	221
6.4	Zusammenfassung und Beurteilung	222

7	Strategische Positionierung	224
7.1	Erfolgsfaktoren	225
7.1.1	Erfolgsfaktoren des Nutzenmodells.....	227
7.1.2	Erfolgsfaktoren des Wertschöpfungsmodells.....	228
7.1.3	Erfolgsfaktoren des Kapitalmodells.....	230
7.1.4	Erfolgsfaktoren der externen Rahmenbedingungen	231
7.2	SWOT-Analyse	233
7.2.1	Stärken	234
7.2.2	Schwächen.....	237
7.2.3	Möglichkeiten.....	238
7.2.4	Gefahren.....	240
7.3	Strategische Handlungsempfehlungen.....	242
7.3.1	Handlungsempfehlungen für das Nutzenmodell	243
7.3.2	Handlungsempfehlungen für das Wertschöpfungsmodell	245
7.3.3	Handlungsempfehlungen für das Kapitalmodell.....	246
7.3.4	Handlungsempfehlungen in Bezug auf die Rahmenbedingungen.....	248
7.4	Zusammenfassung und Beurteilung	251
8	Schlussbetrachtungen	253
8.1	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	253
8.2	Kritische Gesamtwürdigung.....	260
8.3	Schlussbeurteilung und Ausblick	264
	Literaturverzeichnis.....	269
	Anhang	310
A1	Interviewleitfaden – Expertenexemplar (deutsch)	310
A2	Interviewleitfaden – Expertenexemplar (englisch)	311
A3	Interviewleitfaden – Interviewerexemplar (deutsch)	312
A4	Interviewleitfaden – Interviewerexemplar (englisch)	313