



> Future Business Clouds

Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt
Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft

Hans-Jürgen Appelrath, Henning Kagermann und
Helmut Krcmar (Hrsg.)

acatech STUDIE

Januar 2014

Herausgeber:

Prof. Dr. Dr. h. c. Hans-Jürgen Appelrath
Universität Oldenburg
Escherweg 2
26121 Oldenburg
E-Mail: appelrath@offis.de

Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Henning Kagermann
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Hauptstadtbüro
Unter den Linden 14
10117 Berlin
E-Mail: kagermann@acatech.de

Prof. Dr. Helmut Krcmar
Technische Universität München
Boltzmannstraße 3
85748 Garching
E-Mail: krcmar@in.tum.de

Reihenherausgeber:

acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, 2014

Geschäftsstelle	Hauptstadtbüro	Brüssel-Büro
Residenz München	Unter den Linden 14	Rue d'Egmont/Egmontstraat 13
Hofgartenstraße 2	10117 Berlin	1000 Brüssel
80539 München		Belgien

T +49 (0) 89 / 5 20 30 90	T +49 (0) 30 / 2 06 30 96 0	T +32 (0) 2 / 2 13 81 80
F +49 (0) 89 / 5 20 30 99	F +49 (0) 30 / 2 06 30 96 11	F +32 (0) 2 / 2 13 81 89

E-Mail: info@acatech.de
Internet: www.acatech.de

Koordination: Dr.-Ing. Christoph Vornholt
Redaktion: Dunja Reulein, Linda Treugut
Layout-Konzeption: acatech
Konvertierung und Satz: Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS,
Sankt Augustin

Die Originalfassung der Publikation ist verfügbar auf www.utzverlag.de

> DIE REIHE acatech STUDIE

In dieser Reihe erscheinen die Ergebnisberichte von Projekten der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Die Studien haben das Ziel der Politik- und Gesellschaftsberatung zu technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen.

AUTOREN

- Dr.-Ing. Stefan Gudenkauf, OFFIS
- Dr. Ulrike Steffens, OFFIS
- Dr.-Ing. Mathias Uslar, OFFIS
- Mirco Josefik, OFFIS
- André Göring, OFFIS
- Oliver Norkus, OFFIS
- Jakob Rohde, OFFIS

> INHALT

KURZFASSUNG	11
PROJEKT	15
1 EINLEITUNG UND GEGENSTAND DER STUDIE	17
1.1 Bisherige Entwicklung des Cloud Computings	18
1.2 Charakteristika und Klassifikation	19
1.3 Aktuelle Veränderungen in der IKT-Landschaft und ihre Auswirkungen	21
1.3.1 Co-Evolution im Cloud Computing-Wertschöpfungsnetzwerk	22
1.3.2 Cloud Computing als disruptiver Innovationstreiber	23
1.3.3 Akzeptanz und Skepsis	24
1.3.4 Das Internet der Dinge und das Internet der Dienste	25
1.4 Future Business Clouds – eine Bestandsaufnahme nationaler und internationaler Cloud-Aktivitäten	26
1.5 Fragestellungen und Ziele der Studie	28
1.6 Methodisches Studienvorgehen	28
1.6.1 Vergleichbarkeit von Cloud-Dienstbeschreibungen	28
1.6.2 Ausgewählte Nutzungsszenarien	28
1.6.3 Sichtung des Betrachtungsraums	28
1.6.4 Cloud-Portfolio und nationale Potenziale für Cloud Computing	29
1.7 Leitfaden für den Leser	29
2 NUTZUNGSSZENARIEN FÜR FUTURE BUSINESS CLOUDS	31
2.1 Methodisches Vorgehen	31
2.1.1 Vorgehen zur Beschreibung und Vergleichbarkeit von Cloud-Diensten	31
2.1.2 Vorgehen zur Erhebung von Nutzungsszenarien	35
2.1.3 Vorgehen zur Erhebung der Chancen und Barrieren von KMU	37
2.2 Taxonomie für Cloud-Dienste	37
2.2.1 Diensttyp (Service Type)	38
2.2.2 Bereitstellungsmodell (Deployment)	39
2.2.3 Ertragsmodell (Pricing)	39
2.2.4 Rolle (Role)	40
2.2.5 Dienstintegration (Integration)	40
2.2.6 Sourcing	41
2.2.7 Service Level Agreement	42
2.2.8 Diensterbringende Organisation (Organization)	44
2.2.9 Cloud-Dienstcharakteristik (Characteristic)	44
2.2.10 Zusammenfassung	45

2.3	Nutzungsszenarien	45
2.3.1	Effektiv – Business Process Management as a Service	46
2.3.2	goBerlin – Vertrauenswürdiger Dienstemarktplatz zur Vermittlung kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen	48
2.3.3	Logistics Mall – Marktplatz für Logistikdienstleistungen	52
2.3.4	SEEBURGER – Wechselprozesse im Messwesen (WiM) Cloud-Services	55
2.3.5	cloud4health – Cloud-Infrastruktur für Big Data-Analyse in der Medizin	58
2.3.6	TRESOR – Trusted Ecosystem for Standardized and Open Cloud-based Resources	61
2.3.7	Accenture Cloud Platform – Cloud-Broker zur einfachen Integration von Cloud-Diensten in die Unternehmens-IT	64
2.4	Auswertung und Zusammenfassung der Nutzungsszenarien	67
2.4.1	Vorteile für die Nutzer	68
2.4.2	Interne Anforderungen	70
2.4.3	Externe Anforderungen	71
2.4.4	Zusammenfassung	72
3	BETRACHTUNGSRAUM UND INTERNATIONALER VERGLEICH	75
3.1	Methodisches Vorgehen	75
3.2	Ländersteckbriefe	75
3.2.1	Deutschland	76
3.2.2	Frankreich	83
3.2.3	Vereinigtes Königreich	87
3.2.4	Schweden	91
3.2.5	Russland	94
3.2.6	Italien	97
3.2.7	Kanada	100
3.2.8	Vereinigte Staaten von Amerika	102
3.2.9	China	107
3.2.10	Japan	110
3.2.11	Singapur	114
3.2.12	Europäische Union	117
3.3	Auswertung und Zusammenfassung des Ländervergleichs	118
4	IDENTIFIKATION DER POTENZIALE EINES DEUTSCHEN CLOUD-PORTFOLIOS	125
4.1	Methodisches Vorgehen	125
4.1.1	Vorgehen zum nationalen Cloud-Technologieportfolio	125
4.1.2	Vorgehen zur Abdeckung der Anforderungen	127

4.2	Cloud-Technologieportfolio	127
4.2.1	Cloud-Technologiefelder in der nationalen und internationalen Förderlandschaft	129
4.2.2	Ressourcenstärke und Technologieattraktivität der nationalen Projektlandschaft	132
4.2.3	System- und Umfeldanalyse	133
4.3	Auswertung des deutschen Cloud-Portfolios	136
5	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT	137
5.1	Angebot und Nachfrage – Vergleichbarkeit von Dienstbeschreibungen	137
5.2	Szenarien – ausgewählte Nutzungsbeispiele	137
5.3	Szenarien – Vorteile und Anforderungen aus Sicht von KMU	138
5.4	Betrachtungsraum – die deutsche Förderlandschaft	139
5.5	Betrachtungsraum – Vergleich der Cloud-Strategien	140
5.6	Betrachtungsraum – führende Anbieter von Cloud Computing auf dem deutschen Markt	141
5.7	Nationale Portfolioanalyse – Handlungs- und Technologiefelder im Cloud Computing	144
5.8	Nationale Portfolioanalyse – Abdeckung nationaler Anforderungen an Cloud Computing	145
5.9	acatech POSITION	146
	LITERATUR	147
	ANHANG I: ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG RELEVANTER ORDNUNGSRAHMEN UND REFERENZARCHITEKTUREN	157
	Referenzkontexte von Behörden und Verbänden	157
	Herstellerspezifische Referenzkontexte	158
	Wissenschaftliche Referenzkontexte	159
	Analyse der gesichteten Ordnungsrahmen und Referenzarchitekturen für Cloud Computing	160
	ANHANG II: SYNTHESE EINES KONSOLIDierten REFERENZKONTEXTES	163
	Diensttyp (Service Type)	163
	Bereitstellungsmodell (Deployment)	163
	Ertragsmodell (Pricing)	163
	Rolle (Role)	163
	Dienstintegration (Integration)	164
	Sourcing	164
	Service Level Agreement	164
	Diensterbringende Organisation (Organization)	164
	Cloud-Dienstcharakteristik (Characteristic)	164
	Zusammenfassung	164

ANHANG III: IDENTIFIKATION ADRESSierter ANFORDERUNGEN ANHAND NATIONALER PROJEKTE	167
Technologieprogramm Trusted Cloud	167
MIA	167
MimoSecco	167
Sealed Cloud	168
SkIDentity	168
Value4Cloud	168
Cloud4E	168
CLOUDwerker	169
PeerEnergyCloud	169
SensorCloud	169
cloud4health	169
GeneCloud	170
TRESOR	170
CloudCycle	170
goBerlin	170
green2store	171
Logistics Mall	171
InDiNet	171
ANHANG IV: ADRESSIERTE ANFORDERUNGEN NATIONALER CLOUD-PROJEKTE	173
ANHANG V: ABDECKUNG DER HANDLUNGS- UND TECHNOLOGIEFELDER	175
ANHANG VI: HERAUSFORDERUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN DER REFERENZSZENARIEN UND KMU AN CLOUD COMPUTING	177
ANHANG VII: ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	179
ANHANG VIII: GLOSSAR	183

KURZFASSUNG

Die acatech STUDIE „Future Business Clouds“ ist ein Teil des „Aktionsprogramms Cloud Computing“ und leistet einen direkten Beitrag zum Zukunftsprojekt „Internet-basierte Dienste für die Wirtschaft“ der Forschungsunion Wissenschaft-Wirtschaft. Die Studie verzichtet dabei bewusst auf die Beschreibung einzelner neuartiger Dienste oder die Erstellung von Fallstudien zu spezifischen Cloud-Fragestellungen. Stattdessen widmet sich „Future Business Clouds“ einer differenzierten Analyse, die neben den Vorarbeiten deutscher Projekte auch internationale Ergebnisse aus Wissenschaft und Industrie zusammenträgt und mit dem Stand der Forschung und Entwicklung in Deutschland in Beziehung setzt. Das Synergiepotenzial wird dabei explizit auch immer vor dem Hintergrund der in Deutschland vorhandenen Stärken in diesem Bereich bewertet, sodass die Ergebnisse der acatech STUDIE „Future Business Clouds“ dabei unterstützen, Chancen für eine Vorreiterrolle in ausgewiesenen Themenbereichen aufzudecken und wahrzunehmen.

Die Studie nimmt eine zusammenfassende Bewertung der Arbeiten vor, die in existierenden Cloud-Aktivitäten bereits geleistet wurden oder aktuell durchgeführt werden. Die Bewertung beruht auf einer internationalen Bestandsaufnahme. Dadurch werden ein internationaler Vergleich und eine Standortbestimmung für Deutschland ermöglicht. Die Analyseergebnisse werden verwendet, um Punkte zu identifizieren, an denen eine internationale Zusammenarbeit die deutsche Position bei der wirtschaftlichen Nutzung von Cloud-Technologien stärken und verbessern kann.

Vor dem Hintergrund einer sich verändernden IKT-Landschaft hin zum Cloud Computing ergeben sich für die Studie verschiedene Fragestellungen bezüglich der aktuellen und zukünftigen geschäftsrelevanten Vorteile von Cloud Computing in Deutschland:

- Was sind wesentliche Aspekte, um Cloud-Dienstleistungen zu beschreiben?

- Wie sehen erfolgsversprechende Cloud-Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Branchen aus? Mit welchen Herausforderungen und Rahmenbedingungen haben sie sich auseinanderzusetzen?
- Welche nationalen und internationalen Initiativen und Projekte werden wahrgenommen? Wo liegen die jeweiligen Schwerpunkte?
- Wie stellen sich die nationalen Stärken dar? Wo ist eine Orientierung am internationalen Wettbewerb sinnvoll?

Ziel der Studie ist es, die Beantwortung dieser Fragen um einen fundierten Diskussionsbeitrag zur weiteren Förderung von Cloud Computing und angrenzenden Technologiefeldern in Deutschland zu liefern.

Cloud-Dienste müssen verschiedene Anforderungen erfüllen, damit entsprechende Cloud-Dienstangebote wirtschaftlich und nachhaltig eingesetzt und weiterentwickelt werden können. Diese Anforderungen sind vor allem Sicherheit, Verfügbarkeit, Interoperabilität mit Diensten Dritter und Integration in klassische betriebliche IT-Systeme. Um diese und weitere Aspekte von Cloud-Diensten zu beschreiben und damit Vergleichbarkeit zwischen Cloud-Diensten zu erreichen, wurde ein konsolidiertes Beschreibungsmodell im Sinne einer Taxonomie synthetisiert. Basis hierfür waren die Sichtung und Analyse verschiedener existierender Referenzkontexte zum Thema Cloud Computing.

Ausgewählte Referenzszenarien des Cloud Computings beleuchten Einsatzmöglichkeiten für Cloud-Technologien und sichten damit Teile von Cloud-Ökosystemen. Diese Referenzszenarien wurden analysiert und anhand der Visualisierung des konsolidierten Beschreibungsmodells (Cloud Service-Navigatoren) dargestellt. Hierbei zeigen diese Nutzungsszenarien Anforderungen auf, die für die Umsetzung oder Ausweitung der jeweiligen Szenarien nicht nur dort, sondern darüber hinaus auch politisch, rechtlich, wirtschaftlich oder wissenschaftlich adressiert werden müssen. In Ergänzung zu den Nutzungsszenarien wurden auch

die Anforderungen der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in Workshops erarbeitet. Am häufigsten wird als Vorteil für die Nutzer¹ dort gesehen, dass neue Anwendungen schneller implementiert werden können, allgemein die organisatorische Flexibilität steigt und kein Kapital des Nutzers durch das Vorhalten von Ressourcen gebunden ist. Als Schwerpunkt der Anforderungen wird in Bezug auf die KMU die Einhaltung und Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischen Bestimmungen, die Interoperabilität mit Diensten Dritter und die Integration von Cloud-Diensten mit Inhouse-Lösungen gesehen. Eine weitere wichtige Anforderung ist die zu erbringende Adaptivität von Cloud-Diensten, die eine Modularisierbarkeit von Diensten beispielsweise hinsichtlich verschiedener Nutzergruppen und ihre Konfiguration für die jeweilige Verwendung bedeutet. Weiterhin besteht die Anforderung, intern die Widerstände in IT-Abteilungen, Datenverlustängste und generelle Zweifel am Mehrwert von Cloud Computing zu verringern. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, rechtliche und regulatorische Bestimmungen zu klären, um Cloud Computing für Unternehmen attraktiver zu machen.

Neben der Analyse wahrgenommener Vorteile und bestehender Anforderungen an Cloud Computing wurde eine internationale Bestandsaufnahme durchgeführt und in der Studie aufgezeigt, wo die nationalen Stärken liegen und eine Orientierung am internationalen Wettbewerb sinnvoll ist. Hierzu wurden zuvor die Ergebnisse zusammengeführt, analysiert und um Experteneinschätzungen ergänzt, um somit einen fundierten Diskussionsbeitrag zur weiteren Förderung von Cloud Computing und der angrenzenden Technologiefelder zu schaffen.

In Deutschland, Europa und weltweit wird der Einsatz der Cloud-Technologie in zahlreichen Initiativen und Förderprogrammen vorangetrieben. Innerhalb dieser Initiativen, aber auch unabhängig davon wurden und werden Projekte

mit Pilotcharakter durchgeführt, um praktikable Ansätze für eine Cloud-Nutzung zu erarbeiten. Eine breite Übersicht zu einzelnen Initiativen, Projekten und Aktivitäten innerhalb und außerhalb Deutschlands wurde erstellt, um einschätzen zu können, wie hoch ihre Relevanz für den Standort Deutschland ist. Für einen Vergleich wurden neben der Gruppe der Acht (G8) auch China, Singapur, Schweden und die Europäische Union (EU) berücksichtigt.

Im nationalen Portfolio wird die Attraktivität von Cloud-Technologiefeldern im Zusammenhang mit den in diese investierten öffentlichen Fördersummen analysiert. Um das sich ergebende Bild des nationalen Portfolios zu vervollständigen, wurde untersucht, inwieweit die erhobenen Anforderungen an Cloud Computing durch die nationalen Aktivitäten abgedeckt werden.

Als mit Abstand attraktivste Technologiefelder werden Big Data und Data Warehousing, Marktplätze für Cloud-Dienste und Software as a Service (SaaS) identifiziert. Danach folgt zunächst das Thema Interoperabilität von Cloud-Diensten, gefolgt von Elasticity and Scalability Management und Data as a Service. Die Technologiefelder Elasticity and Scalability Management sowie Data as a Service werden nicht explizit durch nationale Cloud-Projekte adressiert.

Nationale Schwerpunkte liegen auf der Schaffung repräsentativer Cloud-Ökosysteme als Enabler, damit einhergehend konkreter SaaS und der Adressierung von Sicherheitsaspekten. Weitere wichtige Aspekte sind die Schaffung und Etablierung von Cloud-Marktplätzen und Interoperabilität von Cloud-Diensten. Die Spitzenfelder Marktplätze und Interoperabilität von Cloud-Diensten scheinen fast nur von deutscher und europäischer Seite explizit adressiert zu werden. Insgesamt ist die wahrgenommene Unterstützung dieser beiden Technologiefelder in Deutschland am größten.

¹ Alle Personenbezeichnungen in der vorliegenden acatech STUDIE beziehen sich ungeachtet ihrer grammatikalischen Form in gleicher Weise auf Frauen und Männer. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird jedoch die männliche Form für alle Personenbezeichnungen gewählt; die weibliche Form wird dabei stets mitgedacht.

Aus den hier vorgestellten Ergebnissen hat acatech Thesen und Handlungsempfehlungen abgeleitet, die sich an Politik, Wirtschaft und Wissenschaft richten. acatech stellt

diese in der acatech POSITION *Future Business Clouds – Cloud Computing in Deutschland: Herausforderungen, nationale Förderung und globaler Wettbewerb* vor.²

² acatech 2014.

PROJEKT

Auf Grundlage dieser Studie entstand in dem Projekt auch die acatech POSITION *Future Business Clouds – Cloud Computing am Standort Deutschland zwischen Anforderungen, nationalen Aktivitäten und internationalem Wettbewerb.*

> PROJEKTLEITUNG

- Prof. Dr. Dr. h. c. Hans-Jürgen Appelrath, Universität Oldenburg/OFFIS/acatech

> PROJEKTGRUPPE

- Prof. Dr. Claudia Eckert, TU München/Fraunhofer AISEC/acatech
- Dr. Stephan Fischer, SAP AG
- Lutz Fröhlich, Deutsche Telekom AG
- Thomas Heimann, Google Germany GmbH
- Dr. Johannes Helbig, Deutsche Post AG
- Prof. Dr. Michael ten Hompel, Fraunhofer IML/acatech
- Prof. Dr. Bernhard Kölmel, CAS Software AG
- Prof. Dr. Helmut Krcmar, TU München
- Dr. Till Luhmann, BTC Business Technology Consulting AG
- Prof. Dr. Christoph Meinel, Hasso-Plattner-Institut/acatech
- Stefan Pechardschek, BearingPoint/Kompetenzzentrum Trusted Cloud
- Prof. Dr. Ina Schieferdecker, Fraunhofer FOKUS/acatech
- Dr. Harald Schöning, Software AG
- Dr. Michael Stemmer, Fraunhofer FOKUS
- Prof. Dr. Gottfried Vossen, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Herbert Weber, Fraunhofer FOKUS/THESEUS

> KONSORTIALPARTNER

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

OFFIS – Institut für Informatik, Universität Oldenburg

- Dr.-Ing. Stefan Gudenkauf, OFFIS
- Dr. Ulrike Steffens, OFFIS
- Dr.-Ing. Mathias Uslar, OFFIS
- Mirco Josefiok, OFFIS
- André Göring, OFFIS
- Oliver Norkus, OFFIS
- Jakob Rohde, OFFIS

> PROJEKTKOORDINATION

- Dr.-Ing. Stefan Gudenkauf, OFFIS
- Dr. Ulrike Steffens, OFFIS
- Dr.-Ing. Christoph Vornholt, acatech Geschäftsstelle

> PROJEKTLAUFZEIT

01.07.2012 bis 31.12.2013

> FINANZIERUNG

Das Projekt „Future Business Clouds“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) als Teil des „Aktionsprogramm Cloud Computing“ und als Beitrag zum Zukunftsprojekt „Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft“ der Bundesregierung gefördert (Förderkennzeichen 01MD12001A und 01MD12002).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger: Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

acatech dankt außerdem den folgenden Unternehmen für ihre Unterstützung:

- BTC Business Technology Consulting AG
- CAS Software AG
- Deutsche Post AG
- Deutsche Telekom AG
- Google Germany GmbH
- SAP AG
- Software AG

Darüber hinaus bedankt sich acatech bei den folgenden Personen, die bei der Erstellung der Studie „Future Business Clouds“ in besonderem Maß unterstützend zur Seite gestanden haben:

- Tom Baeyens, Effektiv GmbH
- Dr. Philipp Daumke, Averbis GmbH
- Dr. Klaus-Peter Eckert, Fraunhofer FOKUS
- Alexander Grzesik, Medisite Systemhaus GmbH
- Zoran Petrovic, SEEBURGER AG
- Dr. Matthias Ziegler, Accenture GmbH

1 EINLEITUNG UND GEGENSTAND DER STUDIE

In der Volkswirtschaft vieler Länder – insbesondere auch Deutschlands – ist seit langem eine Verschiebung von früher stark landwirtschaftlicher und industrieller Prägung hin zu einer differenzierten Dienstleistungsgesellschaft zu erkennen. Dabei wachsen vormals isolierte physische, virtuelle und intellektuelle Dienste auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zu umfassenden und komplexen Dienstleistungen zusammen.³ Als zweitwichtigster europäischer Markt für Softwareentwicklung und IT-Dienstleistungen stellt dies gerade für den deutschen IT-Markt eine Chance dar, seine Innovationskraft zu zeigen, seinen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung zu leisten und seine Stellung weiter auszubauen.⁴

Als zentrale Begriffe für diese Entwicklung hin zu einer digitalisierten Dienstelandschaft haben sich „Internet der Dienste“ sowie „Cloud Computing“ etabliert. Dabei bezeichnet das Internet der Dienste die Erbringung unternehmensnaher Dienste und Dienstleistungen mithilfe des Internets und richtet sich vor allem an Unternehmen und die öffentliche Verwaltung.⁵ Der Begriff Cloud Computing hingegen bezeichnet ein Konzept für die Bereitstellung von IT-Leistungen als Versorgungsgut. Ähnlich wie Wasser, Strom und Telekommunikationsdienste sollten Internetdienste jederzeit erreichbar sein und eine verlässliche Qualität haben, zum Beispiel bezüglich Latenz, Bandbreite, Volumen und Sicherheit. Die von der Cloud erbrachten Leistungen umfassen verschiedene Architekturebenen – von Softwarediensten für (End-)Anwender über Plattformen für Entwicklung und Betrieb bis hin zur Bereitstellung grundlegender IT-Infrastrukturdienste. Der Begriff Cloud ist eine Metapher für das Internet, das grafisch häufig als eine ebensolche Wolke dargestellt wird.⁶

Aktuelle Erhebungen und Bestandsaufnahmen zeigen, dass immer mehr Unternehmen dem Thema Cloud Computing aufgeschlossen gegenüberstehen.⁷ Gleichwohl wächst – mitunter auch durch tagespolitische Einflüsse und deren mediale Begleitung – die Zahl derer, die Cloud Computing mit Skepsis betrachten. Während einerseits die Erfahrungswerte der Cloud-Nutzer auffallend gut sind – 75 Prozent beurteilen ihre Erfahrungen als durchweg positiv –, geben andererseits Entwicklungen wie der Fall des amerikanischen Whistleblowers Edward Snowden, der die umfassenden Abhörpraktiken der amerikanischen NSA aufdeckte, den Skeptikern weitere Argumente gegen die Nutzung von Cloud- oder sogar allen internetbasierten Diensten an die Hand, da die zugrunde liegende Kommunikationsinfrastruktur ebenfalls systematisch kompromittiert wurde.⁸

Wie die Erhebungen zeigen, bevorzugt der Großteil der Unternehmen unverändert private, das heißt für eine Organisation exklusiv zur Verfügung gestellte Dienste gegenüber solchen Diensten, die für die breite Öffentlichkeit verfügbare Cloud-Lösungen bieten.⁹ Insbesondere große Unternehmen setzen verstärkt auf Private Clouds, die vorwiegend in Eigenregie betrieben werden, um vor allem die interne IT neu auszurichten. Der Anteil der Public Cloud-Nutzer ist zwar von 6 Prozent im Jahr 2012 auf 10 Prozent in 2013 gestiegen, aber vor allem kleinere Unternehmen sind hier noch sehr zurückhaltend.¹⁰ Diese Zurückhaltung überrascht, da viele Public Cloud-Dienstangebote gerade auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) als Kundengruppe abzielen. Hier liegt die Vermutung nahe, dass das bestehende Angebot noch nicht auf die Bedürfnisse der KMU als Kundengruppe angepasst ist und andere Vorbehalte bestehen. Plausibel und von den

³ Stemmer et al. 2011.

⁴ Leimbach 2010.

⁵ Heuser/Wahlster 2011; THESEUS-Begleitforschung 2010.

⁶ Krishnan 2010.

⁷ Wallraf/Weber 2013.

⁸ Wallraf/Weber 2013; Greenwald/MacAskill 2013; Greenwald et al. 2013; Ignatius 2013; Gellman/Poitras 2013.

⁹ Wallraf/Weber 2013.

¹⁰ Wallraf/Weber 2013.

Betroffenen immer wieder angeführte Gründe sind hier der unüberschaubare Rechtsrahmen, Schwierigkeiten bei der Beurteilung des vorhandenen Dienstangebots einschließlich seiner (Gesamt-)Kosten sowie fehlende Strategien zur Integration von Cloud-Diensten in die eigene IT- und Unternehmensarchitektur.

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel der vorliegenden Studie *Future Business Clouds*, eine Bestandsaufnahme laufender Aktivitäten zum Thema Cloud Computing zu präsentieren.

Dabei soll das Spannungsdreieck zwischen dem Bedarf der heimischen Wirtschaft, den aktuell laufenden nationalen Initiativen und Projekten sowie dem internationalen Wettbewerb insgesamt gesichtet und bewertet werden, um Spitzenfelder des nationalen Angebots zu identifizieren und Lücken aufzuzeigen.

1.1 BISHERIGE ENTWICKLUNG DES CLOUD COMPUTINGS

Das National Institute of Standards and Technology (NIST) der USA hat eine Definition von Cloud Computing erarbeitet, die in Wissenschaft und Wirtschaft allgemein anerkannt und auch von der European Network and Information Security Agency (ENISA) verwendet wird.¹¹ Diese lautet in der deutschen Übersetzung:

„Cloud Computing ist ein Modell, das es erlaubt bei Bedarf, jederzeit und überall bequem über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (z. B. Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen, die schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können.“

Die der Cloud zugrunde liegende Technologie ist nicht vollständig neu, sondern entstammt größtenteils angrenzenden Technologien. Bereits in den 1960er-Jahren kamen Überlegungen auf, große Berechnungsprobleme effizienter lösen zu können, indem man sie in viele kleine Teile zerlegt und diese dann parallel berechnet. Dies führte dazu, dass komplexe Probleme nicht mehr mit einem einzelnen Supercomputer, sondern mit vielen einzelnen, kleineren Computern gelöst wurden. Ein solcher Verbund von unabhängigen Computern, die nach außen hin als einzelnes System auftreten, ist eine frühe Form eines verteilten Systems. Eine der ersten Arten war das Cluster. In den 1970er-Jahren wurden zahlreiche identische Knoten über ein Hochgeschwindigkeitsnetz verbunden. Dieser Zusammenschluss erreichte durch die große Anzahl von Knoten eine bis dato unbekannte Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit. Typische Anwendungsfelder waren komplexe Berechnungen in der Wissenschaft. Eine Alternative zum Cluster Computing war das Grid Computing. Das Grid ist eine zweidimensionale Erweiterung des Clusters. Einerseits können bei einem Grid die Computer heterogen sein, denn sie können sich sowohl in Hard- und Software als auch in der Art der Anbindung an das Netz unterscheiden, andererseits ist das Grid adaptiv, was bedeutet: Computer können sich zu einem beliebigen Zeit ein- oder ausklinken.¹²

Unabhängig von der technischen Entwicklung gab es schon früh Bestrebungen, Teile der eigenen Wertschöpfungskette, die nicht Kernkompetenzen betrafen, an Dritte auszulagern. Dabei kann der Umfang der Auslagerung variieren. So können kleine atomare Aufgaben, umfangreiche Geschäftsprozesse oder auch ganze Geschäftsbereiche ausgelagert werden. Unter IT-Outsourcing wird eine partielle oder vollständige Auslagerung der IT an externe Dienstleister verstanden. Die Entwicklungen auf technischer Ebene erlauben eine immer weiter fortschreitende Verteilung der Systeme, da der genaue Standort von

¹¹ Mell/Grance 2011, S. 2.

¹² Vossen et al. 2012, S. 13 ff.

Computern im Netzwerk aus technischer Sicht keine signifikante Rolle mehr spielt. In der Weiterentwicklung des IT-Outsourcings kam das Modell der Auslagerung ganzer Softwareanwendungen auf, das sogenannte Application Service Providing (ASP). Die Anwendung läuft dabei auf dedizierter Hardware im Rechenzentrum des Betreibers. Dieser übernimmt die Entwicklungs- und Wartungsaufgaben und muss für einen weiteren Kunden, der die gleiche Software nutzen will, üblicherweise eine zweite Server- und Software-Instanz bereitstellen. Gemeinhin gilt das ASP-Modell jedoch als fehlgeschlagen. Gründe hierfür sind unerreichte Skaleneffekte aufgrund der dedizierten Infrastruktur pro Kunde und der damals begrenzten Ausbreitung aufgrund der geringen Netzwerkbandbreite. Dennoch sind die dahinter stehenden Ideen als Vorläufer des Cloud Computings zu sehen.¹³

Die Grundidee beim Cloud Computing besteht in der Trennung der Anwendungen und dazu benötigter Informationen von der zugrunde liegenden physischen Infrastruktur und der Art der Bereitstellung (Virtualisierung). Dadurch können benötigte IT-Ressourcen dynamischer und flexibler genutzt werden. Eine Cloud kann als Menge von einfach aufzurufenden Diensten begriffen werden. Über diese Dienste beanspruchte Ressourcen werden dynamisch an einen sich ändernden Bedarf angepasst, sodass die Ressourcen besser ausgenutzt werden können (Skalierbarkeit). Die Abrechnung erfolgt dabei zumeist nach der tatsächlichen Nutzung (Pay-per-Use).

1.2 CHARAKTERISTIKA UND KLASSIFIKATION

Cloud-Dienste besitzen gemäß NIST die folgenden fünf Charakteristika:¹⁴

1. **Resource Pooling:** Die gemeinsame Nutzung physischer Ressourcen wird durch den Dienst ermöglicht. Kernaspekte hierbei sind Virtualisierung (bezüglich der Hardware) sowie Mehrmandantenfähigkeit (bezüglich der Datenhaltung).
2. **Broad Network Access:** Ein allgemeiner Netzwerkzugriff auf den betrachteten Dienst ist möglich. Dies wird vor allem durch die Bereitstellung einer ausreichenden Bandbreite und die Einhaltung technischer Standards ermöglicht.
3. **Rapid Elasticity:** Der Dienst erlaubt eine unverzügliche Anpassung an den aktuellen Bedarf der aufrufenden Nutzer. Dies kann „von Hand“ durch den Nutzer oder automatisch durch den Dienst erfolgen. Diese Elastizitätseigenschaft darf jedoch nicht mit der Preiselastizität der Nachfrage verwechselt werden.
4. **On-Demand Self-Service:** Der Dienst kann von den Anwendern nach Bedarf ohne einen fest vereinbarten Abnahmezeitpunkt selbst aufgerufen werden. Dies wird oftmals durch eine Automatisierung auf der Anbieterseite ermöglicht, sodass keine arbeitsintensive Konfiguration des Dienstes notwendig ist.
5. **Measured Service:** Es ist eine individuelle, nachvollziehbare Erfassung der Servicenutzung möglich. Dies ist vor allem mit dem Erlösmodell Pay-per-Use verbunden.

Eine etablierte Klassifikation von Cloud-Diensten bezüglich ihres Diensttyps und der Art ihrer Bereitstellung mit jeweils fünf Diensttypen und fünf Bereitstellungsarten sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 beschrieben.¹⁵

¹³ Vossen et al. 2012; Metzger et al. 2011.

¹⁴ In Anlehnung an Vossen et al. 2012.

¹⁵ Mell/Grance 2011.

Tabelle 1: Cloud-Diensttypen

DIENSTTYP	BESCHREIBUNG
Infrastructure as a Service (IaaS)	Virtuelle Hardware oder Infrastruktur, zum Beispiel Speicherplatz, Rechenleistung oder Netzwerkbandbreite
Platform as a Service (PaaS)	Programmierframeworks, Bibliotheken und Werkzeuge, um Anwendungen unter eigener Kontrolle auf Cloud-Infrastrukturen bereitstellen zu können, ohne die zugrunde liegende Infrastruktur wie Netzwerk, Server, Betriebssysteme oder Speicher managen oder kontrollieren zu müssen
Software as a Service (SaaS)	Vollständige Anwendungen, die auf Cloud-Infrastrukturen betrieben und beispielsweise über einen Webbrowser aufrufbar sind, wobei Nutzer weder die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur noch individuelle Anwendungseinstellungen (mit der möglichen Ausnahme der eingeschränkten Konfiguration von Nutzereinstellungen) kontrollieren müssen und können
Mashup as a Service (MaaS)	Verknüpfung einzelner Software-Komponenten (unter anderem auch Cloud-Dienste) zu einem aggregierten Cloud-Dienst
Business Process as a Service (BPaaS)	Konkrete Geschäftsanwendungen (beispielsweise CRM) als Verknüpfung einzelner Software-Komponenten (standardisierte MaaS)

Tabelle 2: Art der Bereitstellung von Cloud-Diensten

ART DER BEREITSTELLUNG	BESCHREIBUNG
Public Cloud	Cloud-Dienste werden für eine breite Öffentlichkeit bereitgestellt
Private Cloud	Cloud-Dienste werden exklusiv nur für eine einzige Organisation zur Verfügung gestellt
Hybrid Cloud	Mischform, in der exklusive interne Cloud-Dienste mit öffentlichen Cloud-Diensten kombiniert werden
Community Cloud	Cloud-Dienste werden exklusiv für eine Gemeinschaft von Konsumenten verschiedener Organisationen mit gemeinsamen Interessen bereitgestellt
Virtual Private Cloud	Cloud-Dienste werden mit den gleichen Dienstgarantien einer Private Cloud exklusiv nur für eine einzige Organisation zur Verfügung gestellt, jedoch auf Public Cloud-Infrastrukturen betrieben

Anhand dieser Charakteristika vergleicht Tabelle 3 die Dienstleistungen des Cloud Computings und seiner Vor-

läufer Cluster und Grid Computing, um die Unterschiede der jeweiligen verteilten Systemarten aufzuzeigen.

Tabelle 3: Vergleich der Eigenschaften von Cluster, Grid und Cloud Computing¹⁶

CHARAKTERISTIKEN	CLUSTER COMPUTING	GRID COMPUTING	CLOUD COMPUTING
Resource Pooling	Ja	Ja	Ja
Virtualisierung (Hardware)	Nein	Nein	Ja
Mehrmandantenfähigkeit (Datenhaltung)	Nein	Nein	Ja
Broad Network Access	Ja	Ja	Ja
Rapid Elasticity	Nein	Nein	Ja
On-Demand SelfService	Nein	Nein	Ja
Measured Service	Nein	Ja	Ja

1.3 AKTUELLE VERÄNDERUNGEN IN DER IKT-LANDSCHAFT UND IHRE AUSWIRKUNGEN

Ende des Jahres 2010 betrug das Marktvolumen für Cloud-Services laut einer Studie der Gartner-Analysten 68,3 Milliarden US-Dollar – gemessen an dem Umsatz, den Unternehmen mit dieser Art von IT-Dienstleistungen erzielten.¹⁷ Die Analysten prognostizierten ein Wachstum des Marktes auf 148,8 Milliarden US-Dollar bis zum Jahr 2014. In Deutschland nutzten 2012 laut einer Studie der Beratungsgesellschaft KPMG in Zusammenarbeit mit dem Branchenverband BITKOM bereits 37 Prozent der befragten Unternehmen Cloud-Dienste.¹⁸ Dies entspricht einer Steigerung um ein Drittel gegenüber 2011 und

veranschaulicht somit die auch in Deutschland feststellbare Dynamik im Markt.

Bei der Analyse der Cloud-Service-Nutzung durch Unternehmen in Deutschland zeigen sich zwischen den Bereitstellungsmodellen „Public“ und „Private“ signifikante Unterschiede. Im Jahr 2012 nutzten bereits 34 Prozent der befragten Unternehmen Cloud-Services in der Bereitstellungsform „Private“, und weitere 29 Prozent der Befragten planten in naher Zukunft den Einsatz entsprechender Services. Demgegenüber nutzten jedoch erst 10 Prozent der befragten Unternehmen IT-Services im Bereitstellungsmodell „Public“, und nur weitere 11 Prozent planten und diskutierten einen entsprechenden Einsatz.¹⁹

Tabelle 4: Aktuelle und geplante unternehmerische Nutzung von Public und Private Cloud Computing, Stand 2012²⁰

BEREITSTELLUNGSMODELL	AKTUELLE NUTZUNG	GEPLANTE NUTZUNG
Private Cloud	34 %	29 %
Public Cloud	10 %	11 %

¹⁶ In Anlehnung an Vossen et al. 2012, S. 25.

¹⁷ Pring et al. 2010.

¹⁸ Wallraf/Weber 2013, S. 10.

¹⁹ Wallraf/Weber 2013, S. 11.

²⁰ Ebenda.

Diese Daten aus Tabelle 4 verdeutlichen die immer noch vorherrschende Skepsis von Unternehmen gegenüber dem Bereitstellungsmodell „Public“. Ergänzend verdeutlicht die KPMG-Studie die in Deutschland vorherrschenden Unterschiede in der Einstellung zum Thema Cloud-Services in Abhängigkeit von der Größe des befragten Unternehmens. Es wird deutlich, dass sich insbesondere große Unternehmen mit Cloud Computing beschäftigen und der Nutzung als alternativem Bereitstellungsmodell zum traditionellen IT-Outsourcing aufgeschlossen gegenüberstehen. In Zahlen bedeutet dies, dass Cloud-Services als Bereitstellungsmodell in 40 Prozent der Kleinunternehmen gar nicht auf der Agenda stehen, und nur in jedem zehnten Großunternehmen auf vollständiges Desinteresse stoßen.²¹

Das Angebot von IT-Dienstleistungen in Form des Bereitstellungsmodells „Cloud“ entwickelt sich gegenüber der Nachfrage sehr dynamisch und mit hoher Geschwindigkeit. Am Markt beteiligt sind sowohl etablierte und große als auch junge und vergleichsweise spezialisierte Anbieter von IT-Dienstleistungen für bestimmte Branchen oder Nischenmärkte. Die bestehende Dynamik sowie heterogene Serviceangebote erschweren jedoch den potenziellen Service-Nehmern, das Angebot zu überblicken und passende Angebote zu identifizieren und auszuwählen.²²

1.3.1 CO-EVOLUTION IM CLOUD COMPUTING-WERTSCHÖPFUNGSNETZWERK

Der technische Fortschritt auf Ebene der IKT hat weitreichende Veränderungen zur Folge. Konzepte wie Grid Computing und Web Services, in Verbindung mit der zunehmenden Verbreitung von Breitbandinternet, ermöglichen Anbietern von IT-Dienstleistungen, ihre Leistungen in standardisierte, funktionale Module zu untergliedern. Diese Module

können dann wiederum von anderen Unternehmen abgerufen, miteinander kombiniert und auch erweitert werden. Der Leistungserstellungsprozess ist dabei nur in Einzelfällen strikt linear. In Bezug auf IT-Dienstleistungen entsteht beispielsweise eher ein Netzwerk von Beziehungen, das wirtschaftlichen Wert und andere Vorteile durch den dynamischen Austausch zwischen den Akteuren generiert.²³ Im Informationsmanagement wurden seit den 1980er-Jahren verschiedene Konzepte für die Umsetzung einer Dienstleistungsorientierung in der Bereitstellung und dem Betrieb des betrieblichen Informationssystems vorgeschlagen und mit eher gemischtem Erfolg umgesetzt. So wurde etwa auf Ebene der Informationssysteme das Konzept des ASP vorgeschlagen, das die Bereitstellung standardisierter Anwendungen zum Ziel hat. Aufgrund fehlender Möglichkeiten zur kundenindividuellen Anpassung entsprechender Angebote war dessen Akzeptanz jedoch nur für wenige Aspekte betrieblicher Informationssysteme gegeben.²⁴

Die fortschreitende Reife der Techniken und Standards, auf denen die Entwicklung von Web Service-basierten Applikationslandschaften gründet, hat serviceorientierte Architekturen (SOA) zu einem der aktuell bekanntesten Paradigmen für die Gestaltung von IT-Landschaften gemacht. Der Kern von SOA sind Dienstleistungen (Services), die eine Gruppe eng gekoppelter Geschäftsfunktionen repräsentieren. Auf diesem Prinzip aufbauend entstehen aus einzelnen Modulen (re-)kombinierte Dienstleistungen, die anpassungsfähige, durchgängige Geschäftsprozesse über Organisationsgrenzen hinweg implementieren können. Dieses Phänomen wird durch das Konzept eines sogenannten Service Ecosystem beschrieben.²⁵ Service Ecosystems greifen die Idee kombinierter Dienstleistungen auf, indem die Konzeption, Kombination und Erbringung einer Dienstleistung an den spezifischen Anforderungen des Geschäftsmodells beziehungsweise den Eigenschaften der unterstützenden Geschäftsprozesse ausgerichtet werden.

²¹ Wallraf/Weber 2013, S. 11.

²² Hoberg et al. 2012a; Hoberg et al. 2012b; Repschlaeger et al. 2012; Wollersheim/Krcmar 2013.

²³ Allee 2003.

²⁴ Böhmman 2004, S. 2.

²⁵ Barros/Dumas 2006, S. 2.

Teilnehmer eines Cloud-Ökosystems als Typ eines Service Ecosystems können individuelle Dienstleistungen durch Kombination und Ergänzung angebotener Dienstleistungen entwickeln. Diese können gleichzeitig aber auch wieder anderen Akteuren im Ökosystem zur Nutzung angeboten werden. Speziell in Bezug auf noch „junge“ internetbasierte IT-Dienstleistungen wie etwa Cloud-Services werden die entstehenden Service Ecosystems oft als ausgeprägtes Netzwerk von Zulieferern, Distributoren, Anbietern von Handelsleistungen und Kunden verstanden, die über das Internet miteinander verbunden sind, um Werte für ihre Endkunden zu schaffen.²⁶ So verschwimmt in Service Ecosystems die klassische Trennung zwischen Produzenten und Konsumenten zunehmend. Die Teilnehmer nehmen vielmehr verschiedene Rollen ein und können auch in mehreren Rollen gleichzeitig am Markt agieren.²⁷

Da wechselseitige Abhängigkeiten bestehen, wird auch von einer multilateralen, also tendenziell gleichberechtigten Governance-Struktur gesprochen. Bei der Übertragung in die aktuelle Unternehmenspraxis sind die vorherrschenden Kräfteverhältnisse zwischen den wirkenden Unternehmen zu berücksichtigen, was im Einzelfall auch zu unilateralen Strukturen führen kann. Voraussetzung für eine Co-Evolution der Angebote sind Interoperabilitätsstandards, die festlegen, wie einzelne Wertschöpfungsbausteine miteinander interagieren können.

1.3.2 CLOUD COMPUTING ALS DISRUPTIVER INNOVATIONSTREIBER

Innovationen sind wichtige Treiber für die Entwicklung neuer Produkte und Dienste und mitunter für die Evolution ganzer Branchen und Industriezweige. Gerade in der IT-Branche lassen sich viele Beispiele solcher Innovationen erkennen, die einen Wandel ihres gesamten Marktes oder

zumindest großer Segmente davon herbeigeführt haben. Solche grundlegenden, mindestens ein Marktsegment stark beeinflussenden oder gar umwälzenden Innovationen werden als disruptiv bezeichnet. Der Begriff „disruptiv“ bezieht sich auch auf neue Technologien, die bereits etablierte vom Markt verdrängen, ohne dass dies bei ihrer Entwicklung zu erwarten oder zu Beginn beabsichtigt gewesen wäre.²⁸

Mit diesem Verständnis stellt Cloud Computing eine disruptive Innovation dar. Sie ist keine prinzipiell neue Technologie – denn es gibt Wurzeln und Vorläufer wie Cluster Computing, Grid Computing, ASP, Virtualisierung und Outsourcing –, aber Cloud Computing bietet ein neues, breit angelegtes Technologiebündel zur Bereitstellung von differenzierten und individuell konfigurierbaren IT-Diensten. Von neun Kriterien, die als Indikatoren für den disruptiven Charakter einer Innovation angesehen werden,²⁹ erfüllt Cloud Computing bislang acht Kriterien. Ob Cloud Computing jedoch zukünftig – und wenn ja in welcher Ausprägung – das dominierende Konzept zur Bereitstellung von IT-Dienstleistungen wird, ist noch nicht abzusehen.

Disruptive Technologien erfüllen also in der Regel zunächst nicht bestehende Marktanforderungen, haben aber Eigenschaften, die zunächst nicht erkannt oder für unwesentlich gehalten werden, dann aber maßgeblich zum Durchbruch und Erfolg beitragen.

In den 1970er-Jahren bestanden beispielsweise die Marktanbieter für 14-Zoll-Festplatten aus Herstellern von Großrechnern, deren Kunden ein jährliches 20-prozentiges Wachstum des Speicherplatzes und ein Minimum von 300 MB Plattenplatz verlangten. In dieser Zeit entwickelten einige Start-ups 8-Zoll-Festplatten, die zwar nur weniger als 50 MB Speicherkapazität hatten, dafür jedoch leichter herzustellen waren. Zunächst bestand der Markt für diese neue Technik nur aus einigen wenigen Herstellern

²⁶ Tapscott et al. 2000.

²⁷ Leimeister et al. 2010.

²⁸ Christensen 2000.

²⁹ Bower/Christensen 1995.

von Kleincomputern, und viele der neuen Firmen hatten Probleme sich ökonomisch zu stabilisieren und auf dem Markt zu bleiben. Völlig unerwartet konnte die neue Festplattentechnik jedoch die Speicherkapazitäten um mehr als 40 Prozent jährlich steigern und entsprach bald den Anforderungen der Großrechner, während durch die geringe Größe Vorteile wie geringere Vibrationen und Platzeinsparung zusätzlich für die neuen Platten sprachen. Innerhalb von vier Jahren hatten so die 8-Zoll-Festplatten die 14-Zoll-Festplatten vollkommen vom Großrechner-Markt verdrängt, eine in diesem Sinne disruptive Technologie.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass IT-Leiter laut einer Studie von Capgemini durchschnittlich 24 Stunden pro Monat mit der Evaluation von Innovationen verbringen und 14,6 Prozent des IT-Budgets in die Entwicklung neuer Technologien stecken.³⁰ Die Innovationen befassen sich in großen Teilen mit Produkten oder Leistungen, in letzter Zeit aber vermehrt mit deren effektiver Bereitstellung. Es ist zu erwarten, dass sich der Fokus von Innovationen auf diesen Bereich ausdehnt, um die Kosten besser zu kontrollieren. In diesem Zusammenhang wird die Frage diskutiert, ob Cloud Computing eine disruptive Innovation darstellt – nicht als neue Technologie, sondern als neues Konzept, wie IT-Dienste künftig bereitgestellt werden können. Christensen definiert neun Kriterien, die als Indikatoren für den disruptiven Charakter einer Innovation herangezogen werden können:³¹

1. Die Innovation führt zu Produkten oder Dienstleistungen, die gegenüber den etablierten Produkten in Bezug auf Produktcharakteristika, die traditionell von Kunden als wichtig empfunden werden, unterdurchschnittlich abschneiden.
2. Die Innovation führt zu Produkten oder Dienstleistungen mit Charakteristika, die von Kunden vorher nicht als zentral wahrgenommen wurden.

3. Die Innovation führt zu Produkten oder Dienstleistungen, die günstiger für Kunden sind und gleichzeitig mit niedrigeren Margen für die Anbieter einhergehen.
4. Die Innovation führt zu Produkten oder Dienstleistungen, die einfacher oder bequemer zu nutzen sind.
5. Die Schlüsselkunden der am Markt agierenden Unternehmen haben anfänglich kein Interesse an Produkten oder Dienstleistungen auf Basis der Innovation.
6. Die ersten Kunden von Produkten oder Dienstleistungen auf Basis der Innovation kommen vornehmlich aus neuen Märkten oder Nischenmärkten.
7. Unternehmen, die die Innovation kommerzialisieren, sind vornehmlich Start-Ups oder kommen aus neuen Märkten.
8. Die Innovation verändert die Wertschöpfungskette der Dienstleister.
9. Produkte und Dienstleistungen auf Basis der Innovation verdrängen die etablierten Produkte vom Markt.

Cloud Computing erfüllt bisher die Kriterien 1 bis 8 und kann infolgedessen als Innovation mit einem weitgehend disruptiven Charakter bezeichnet werden. Ob Cloud Computing zukünftig und nachhaltig das dominante Bereitstellungsmodell für IT-Dienstleistungen werden wird, ist bisher jedoch noch nicht abzusehen.

1.3.3 AKZEPTANZ UND SKEPSIS

Aktuelle Erhebungen zeigen, dass immer mehr Unternehmen dem Thema Cloud Computing aufgeschlossen gegenüberstehen.³² Auf der anderen Seite wächst jedoch auch die Zahl

³⁰ Michels/Pölzl 2005.

³¹ Bower/Christensen 1995.

³² Wallraf/Weber 2013.

derer, die Cloud Computing mit Skepsis betrachten. Gründe hierfür liegen meist im fehlenden Vertrauen von potenziellen Kunden gegenüber Anbietern von Cloud-Diensten.

Diese verbreitete Unsicherheit zeigt sich in vielen Alltagssituationen und bei unternehmerischen Entscheidungen. Ein kleines anschauliches Beispiel liefert der Dateisynchronisationsdienst Dropbox.³³ Um Dateien der Nutzer zu speichern, benutzt Dropbox den Webdienst S3 der Amazon Web Services.³⁴ Die Daten werden durch den Anbieter sowohl während des Transports als auch bei der Speicherung in der Cloud verschlüsselt. Dabei kommen das Secure Sockets Layer (SSL)-Verfahren und der Advanced Encryption Standard (AES) zum Einsatz.³⁵ So ist nach Angaben des Anbieters ein nichtautorisierter Zugriff auf die Daten nach dem aktuellen Stand der Technik nicht möglich. Experten empfehlen dennoch, Dateien vor dem Hochladen in die Dropbox zusätzlich selbst zu verschlüsseln, was dann natürlich Zweifel am angebotenen Dienst und dem dazu notwendigen Vertrauensverhältnis nährt.³⁶

Diese „Misstrauenskultur“ bei der Nutzung von internetbasierten Diensten ist zuletzt deutlich und möglicherweise nachhaltiger als in der Vergangenheit gewachsen.³⁷ Die verbreitete kritische Einstellung wird befördert durch manche, die Öffentlichkeit überraschende Ereignisse und deren weltweite mediale Begleitung. Beispielsweise veröffentlichten im Juni 2013 die *Washington Post* und der *Guardian* ein durch den ehemaligen Mitarbeiter der US-amerikanischen Central Intelligence Agency (CIA) und der National Security Agency (NSA) Edward Snowden zugespieltes Dokument, das die Existenz eines geheimen Programms der NSA namens PRISM zur umfassenden Überwachung von Personen innerhalb und außerhalb der USA bekannt machte.³⁸ Dies markierte den Beginn einer Serie von durch die

Medien unterstützten und mitunter auch von der Politik diskutierten Enthüllungen über das Ausmaß der staatlichen Überwachung von internetbasierten Diensten, die diese Dienste in der Öffentlichkeit als generell unsicher und als grundsätzlich nicht vertrauenswürdig erscheinen lassen.³⁹

Das Konzept Safe Harbor (engl. für „Sicherer Hafen“) ist eine Entscheidung der Europäischen Kommission aus 06/2000, die es europäischen Unternehmen ermöglichen sollte, erhobene personenbezogene Daten legal an und in die USA zu übermitteln. Die Richtlinie 95/46/EG („Datenschutzrichtlinie“) verbietet es dabei jedoch grundsätzlich, personenbezogene Daten aus EU-Mitgliedsstaaten in Drittstaaten zu übertragen, die nicht über ein dem EU-Recht vergleichbares Datenschutzniveau verfügen. Dies trifft im Besonderen auf die USA zu, da diese bislang keinerlei umfassende gesetzliche Regelungen kennen, zu den hohen Standards der EU konform sind. Nach Aufdeckung des PRISM-Skandals haben die deutschen Datenschutzbehörden am 24. Juli 2013 die deutsche Bundesregierung und die Europäische Kommission aufgefordert, das Safe Harbor System zu überprüfen, und gleichzeitig bekanntgegeben, dass sie bis auf Weiteres keinen Datenexport in die USA zulassen. Auch dieses und weitere Beispiele führen wegen der starken internationalen Vernetzung bei der Nutzung von Cloud-Diensten zur Verunsicherung von Unternehmen und Privatpersonen.

1.3.4 DAS INTERNET DER DINGE UND DAS INTERNET DER DIENSTE

Das Internet als Technologie ist aus dem täglichen Leben sowohl privat als auch beruflich nicht mehr wegzudenken. Mit seinen technischen Möglichkeiten – etwa E-Mail, World

³³ <https://www.dropbox.com/> [Stand: 05. 10. 2013].

³⁴ <https://www.dropbox.com/help/27/de> [Stand: 10. 10. 2013].

³⁵ Ebenda.

³⁶ Vahldiek 2010.

³⁷ Der Redaktionsschluss der Studie war der 1. Oktober 2013.

³⁸ Greenwald/MacAskill 2013; Greenwald et al. 2013.

³⁹ Ignatius 2013; Gellman/Poitrass 2013.

Wide Web (WWW) oder Internet Protokoll (IP)-Telefonie – war es in den letzten Jahren Impulsgeber für einen ökonomischen und sozialen Wandel. Das Internet ist bereits heute umfassend in den beruflichen und privaten Alltag eingebunden. Der Evolutionsraum für neue Lösungen erscheint derzeit unbegrenzt.⁴⁰

Bisher beschränkte sich das Wirkungsfeld des Internets auf die digitale Welt der Rechner zu Hause oder am Arbeitsplatz. Das mobile Internet stellt eine weitere Evolutionsstufe dar. Noch nicht automatisiert ist die Verknüpfung der Welt der digitalen Informationsflüsse mit der Welt der physischen Objekte. Diese Verbindung muss derzeit von Menschen in fehleranfälligen Prozessen hergestellt werden.

Hier setzt das Internet der Dinge als Technologie an. Dies entwickelte sich von der Integration physikalischer Objekte und Geräte durch Sensorik, Aktuatorik und die Integration hochleistungsfähiger Kleinstcomputer hin zu eingebetteten Systemen ins Internet.⁴¹ Solche internetfähigen Systeme sind Bestandteil des Internets der Dinge.⁴² Durch die Verbindung der physikalischen und informationstechnischen Welt entstehen sogenannte Cyber-Physical Systems (CPS).⁴³ Sie schließen zunehmend Informationslücken zwischen der realen und der virtuellen Welt.⁴⁴ Dabei stehen autonome Kommunikation und Prozessautomatisierung im Vordergrund des Systementwurfs.⁴⁵

Neben der Integration von Realweltobjekten zeichnet sich die aktuelle Entwicklung des Internets auch durch die Integration von Diensten und Dienstleistungen aus. Das Internet der Dienste entstammt der Entwicklung des Zentralrechners über Data Warehouses, PCs und das Internet hin

zu Technologien wie Cloud Computing, Big Data und Smart Devices.⁴⁶ Im Internet der Dienste sollen vor allem unternehmensnahe Dienste und Dienstleistungen angeboten und weitgehend auch über diese Infrastruktur erbracht werden. Der Fokus der damit adressierten Nutzer liegt vor allem auf Unternehmen und der öffentlichen Verwaltung. Während zum Beispiel durch Internet-Suchmaschinen das Auffinden von Informationen ermöglicht wurde, geht es nun darum, mittels semantischer Technologien die Ermittlung passender Dienste und Dienstleistungen zu vereinfachen.⁴⁷

Das Internet der Dinge und das Internet der Dienste sind zwei konvergierende Technologieentwicklungen. „Dinge“ werden mit Referenzen zu Informationen wie zum Beispiel in Form von Quick Response (QR)-Codes ausgestattet. Diese Zusatzinformationen werden zumeist als Dienst bereitgestellt. Beispiele hierfür sind die Ermittlung der aktuellen Position eines Gegenstands mithilfe von Radio Frequency Identification (RFID)-Chips oder die Auskunft über einen Wartungsstand einer Maschine.⁴⁸ Eine Anwendung aus dem Kontext des Internets der Dinge kann als Cloud-Dienst realisiert werden. Ein aus dem Internet genutzter Dienst kann wiederum ein Cloud-Service sein. Das Internet der Dinge und das Internet der Dienste sind also sich konvergent entwickelnde Technologiestränge.

1.4 FUTURE BUSINESS CLOUDS – EINE BESTANDSAUFNAHME NATIONALER UND INTERNATIONALER CLOUD-AKTIVITÄTEN

Die vorliegende Studie ist im Rahmen des Projekts „Future Business Clouds“ (FBC) entstanden. Das Projekt bietet eine

⁴⁰ Bullinger/Ten Hompel 2007, S. XIX.

⁴¹ Kagermann 2013.

⁴² Bullinger/Ten Hompel 2007, S. 65.

⁴³ Geisberger/Broy 2012.

⁴⁴ Fleisch/Mattern 2005.

⁴⁵ Bullinger/Ten Hompel 2007, S. 65.

⁴⁶ Kagermann 2013.

⁴⁷ Heuser/Wahlster 2011, S. 15.

⁴⁸ BMWi 2010, S. 9.

differenzierte Zwischenbilanz der verschiedenen Aktivitäten im Themenfeld Cloud Computing aus deutscher Sicht. Als Teil des „Aktionsprogramms Cloud Computing“ leistet es einen direkten Beitrag zum Zukunftsprojekt „Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft“. Ein klarer Fokus liegt dabei auf dem Bedarf für Cloud-Technologien in der Wirtschaft und Verwaltung sowohl durch Dienstanutzer als auch Dienstleister. Die Bilanz berücksichtigt neben den umfangreichen Vorarbeiten der deutschen Zukunftsprojekte, wie sie beispielsweise im Technologieprogramm „Trusted Cloud“ erarbeitet werden, auch internationale Ergebnisse aus Wissenschaft und Industrie und untersucht, inwieweit diese auf den nationalen Kontext übertragbar sind. Insgesamt trägt das Projekt „Future Business Clouds“ dazu bei, Chancen für eine deutsche Vorreiterrolle in individuellen Themenbereichen des Cloud Computings aufzudecken und wahrzunehmen.

Vor diesem Hintergrund wurden im Sommer 2012 die Konsortialpartner acatech und OFFIS vom Bundesministerium

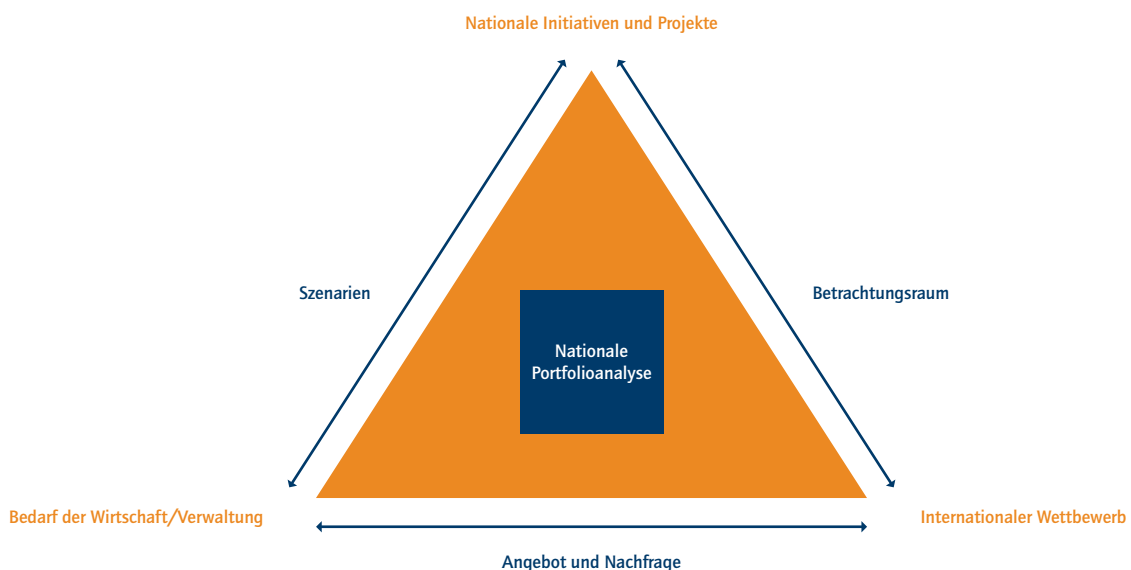
für Wirtschaft und Technologie mit der Erarbeitung der Studie „Future Business Clouds“ beauftragt. Die Studie analysiert mit Blick auf den deutschen Markt für Cloud Computing das in Abbildung 1 dargestellte Spannungsfeld zwischen

- dem Bedarf der Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung,
- den aktuellen nationalen Initiativen und Projekten sowie
- dem internationalen Wettbewerb,

um Felder des nationalen Portfolios und bestehende Lücken zu identifizieren.

Ergänzend werden in der Studie repräsentative Anwendungsszenarien des Cloud Computings vorgestellt, um neue und bestehende sowohl deutsche als auch internationale Einsatzmöglichkeiten für Cloud-Lösungen zu beleuchten.

Abbildung 1: Spannungsfeld des nationalen Cloud-Portfolios



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Aus diesem Spannungsfeld von Bedarf, nationalen Aktivitäten und internationalem Wettbewerb ergeben sich für die Studie unter anderem folgende Fragestellungen im Hinblick auf den aktuellen und zukünftigen geschäftsrelevanten Nutzen von Cloud Computing in Deutschland:

- Angebot und Nachfrage: Wie lassen sich Cloud-Dienstleistungen unter unterschiedlichen Blickwinkeln von Anbietern und Nutzern möglichst einheitlich beschreiben und vergleichen?
- Szenarien: Wie sehen erfolgreiche Cloud-Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Branchen aus? Welche Vorteile bieten sie und mit welchen Anforderungen haben sie sich auseinanderzusetzen?
- Betrachtungsraum: Welche nationalen und internationalen Initiativen und Projekte werden wahrgenommen? Wo liegen ihre jeweiligen Schwerpunkte?
- Nationale Portfolioanalyse: Wo liegen die nationalen Stärken und Schwächen im Cloud Computing? Wo ist eine Orientierung am internationalen Wettbewerb sinnvoll?

1.5 FRAGESTELLUNGEN UND ZIELE DER STUDIE

Die Studie soll die oben genannten Fragen beantworten, um einen fundierten Diskussionsbeitrag zur weiteren Förderung von Cloud Computing und der angrenzenden Technologiefelder in Deutschland zu schaffen.

1.6 METHODISCHES STUDIENVORGEHEN

Zur Erstellung der Studie wird durch die Autoren ein mehrstufiges Vorgehen verfolgt, das in Abbildung 2 beschrieben wird. Eine nähere Beschreibung des methodischen Vorgehens der einzelnen Stufen ist den jeweiligen einführenden Abschnitten der einzelnen Kapitel zu entnehmen. Der in Abschnitt 1.7 bereitgestellte Leseleitfaden gibt ergänzend einen weiteren Überblick über die Inhalte der Studie je nach spezifischer Interessenslage des Lesers.

1.6.1 VERGLEICHBARKEIT VON CLOUD-DIENSTBESCHREIBUNGEN

Um Cloud-Dienstangebote wirtschaftlich und nachhaltig umsetzen zu können, sollten Cloud-Dienste differenzierte Anforderungen erfüllen, zum Beispiel bezüglich Sicherheit, Verfügbarkeit, Interoperabilität mit Diensten Dritter oder Integrierbarkeit mit klassischen betrieblichen IT-Systemen. Hierzu werden in der Studie verschiedene Referenzkontexte zur Beschreibung von Cloud-Diensten gesichtet und analysiert (siehe Anhang I) sowie zu einem konsolidierten Referenzkontext zusammengeführt, um die unterschiedlichen Ausprägungen der jeweiligen Aspekte des Cloud Computings zu beschreiben (siehe Anhang II und Abschnitt 2.2 der Studie).

1.6.2 AUSGEWÄHLTE NUTZUNGSSZENARIEN

Gegenstand des Abschnitts 2.3 ist die Darstellung der im Projekt ausgewählten Anwendungsszenarien des Cloud Computings. Diese Szenarien beleuchten neue und aktuell bestehende Einsatzmöglichkeiten für Cloud-Technologien und werfen damit Schlaglichter auf Teile von existierenden Cloud-Ökosystemen. Zusätzlich zeigen die Szenarien die Anforderungen auf, die für die Umsetzung oder Ausweitung der jeweiligen Szenarien Relevanz besaßen.

1.6.3 SICHTUNG DES BETRACHTUNGSRAUMS

Weltweit wird der Einsatz der Cloud-Technologie in zahlreichen Initiativen und Förderprogrammen vorangetrieben. Innerhalb dieser Initiativen, aber auch unabhängig davon wurden und werden Projekte mit Pilotcharakter durchgeführt, um praktikable Ansätze für eine Cloud-Nutzung zu erarbeiten.

Das Kapitel 3 bietet eine breite Übersicht zu einzelnen Initiativen, Projekten und Aktivitäten innerhalb und außerhalb

Abbildung 2: Mehrstufiges methodisches Studienvorgehen



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Deutschlands, um diese in anschließenden Arbeitsschritten ordnen und einzuschätzen zu können, wie hoch ihre Relevanz für den Standort Deutschland ist. Für einen Vergleich wurden neben der G8 auch besonders China, Singapur, Schweden und die EU analysiert.

1.6.4 CLOUD-PORTFOLIO UND NATIONALE POTENZIALE FÜR CLOUD COMPUTING

Ein Ziel der vorliegenden Studie ist die Beantwortung der Frage, wo die nationalen Stärken bezüglich Cloud Computing liegen und eine Orientierung am internationalen Wettbewerb notwendig oder sinnvoll ist. Hierzu werden die Ergebnisse der vorherigen Kapitel zusammengeführt, analysiert und um

Experteneinschätzungen aus der Projektgruppe ergänzt. Damit wird ein fundierter Diskussionsbeitrag zum Thema der weiteren Förderung von Cloud Computing und der angrenzenden Technologiefelder in Deutschland geschaffen.

1.7 LEITFADEN FÜR DEN LESER

Je nach Interessenschwerpunkt des Lesers empfiehlt es sich, sich anfangs auf bestimmte Kapitel beziehungsweise Abschnitte zu konzentrieren. Tabelle 5 liefert dazu einen Anhaltspunkt. Die jeweils zu Beginn der Kapitel stehenden einleitenden Teile zum methodischen Vorgehen können, ohne das inhaltliche Verständnis zu beeinträchtigen, übergangen werden.

Tabelle 5: Leseempfehlungen nach Interessen

	METHODISCHES VORGEHEN	ZUSAMMENFASSUNGEN VON ERGEBNISSEN	REFERENZKONTEXTE FÜR CLOUD COMPUTING	NUTZUNGSSZENARIEN	ANFORDERUNGEN AN CLOUD COMPUTING	LÄNDERSTECKBRIEFE	NATIONALE CLOUD-AKTIVITÄTEN	INTERNATIONALER VERGLEICH	CLOUD-TECHNOLOGIEPORTFOLIO
2.1	x								
2.2		x	x						
2.3				x	x				
2.4		x			x				
3.1	x								
3.2						x			
3.3		x					x		
4.1	x								
4.2							x	x	x
4.3					x		x	x	
5.1		x	x						
5.2		x		x					
5.3		x			x				
5.4		x					x		
5.5		x						x	
5.6		x					x		
5.7		x							x
5.8		x			x				

2 NUTZUNGSSZENARIEN FÜR FUTURE BUSINESS CLOUDS

In diesem Kapitel wird eine Auswahl von Anwendungsszenarien des Cloud Computings dargestellt. Diese Szenarien stellen Einsatzmöglichkeiten für Cloud-Technologien dar und beleuchten somit Ausschnitte von Cloud-Ökosystemen. Die Nutzungsszenarien dienen weiterhin zur Ableitung von Anforderungen, die für die Umsetzung oder Ausweitung der jeweiligen Szenarien zu berücksichtigen sind. Die Szenarien werden anhand der im Projekt „Future Business Clouds“ erarbeiteten Taxonomie vorgestellt, um die unterschiedlichen Ausprägungen der jeweiligen Aspekte des Cloud Computings einheitlich darzustellen.

Zunächst wird in Abschnitt 2.1 das methodische Vorgehen und in Abschnitt 2.2 die Taxonomie zur Beschreibung von Cloud-Dienstangeboten eingeführt. Die dazu gesichteten und analysierten Referenzmodelle werden in Anhang I diskutiert. Anhang II erläutert die Synthetisierung der Taxonomie. Auf dieser Grundlage erfolgt in Abschnitt 2.3 die Beschreibung der Nutzungsszenarien und ihrer Anforderungen. Abschnitt 2.4 benennt abschließend die Vorteile für die Nutzer sowie die internen und externen Anforderungen an Cloud Computing.

2.1 METHODISCHES VORGEHEN

Das methodische Vorgehen zur Auswahl, Analyse und Darstellung von Anwendungsszenarien unterteilt sich in das

Vorgehen zur Beschreibung und Vergleichbarkeit von Cloud-Diensten sowie in das Vorgehen zur Erhebung der Nutzungsszenarien und der Chancen und Barrieren von KMU.

2.1.1 VORGEHEN ZUR BESCHREIBUNG UND VERGLEICHBARKEIT VON CLOUD-DIENSTEN

Zur Beschreib- und Vergleichbarkeit von Cloud-Diensten wird ein dreistufiger Ansatz angewendet (siehe Abbildung 3).⁴⁹ Zunächst werden in der Stufe „Sichtung“ relevante Ordnungsrahmen und Referenzarchitekturen für Cloud Computing gesichtet und geordnet. Dabei werden die einzelnen Ordnungsrahmen und Referenzarchitekturen unter der Bezeichnung „Referenzkontext“ zusammengefasst. Betrachtet werden herstellerepezifische und wissenschaftliche sowie von Behörden und Verbänden publizierte Referenzkontexte:

1. Hersteller: VMware⁵⁰, ORACLE⁵¹, IBM CC RA⁵², Amazon Web Services (AWS)⁵³, Microsoft⁵⁴, Google⁵⁵, Hewlett-Packard⁵⁶
2. Wissenschaft: Garrison et al.⁵⁷, Vossen et al.⁵⁸, Torkashvan/Haghighi⁵⁹, Vaquero et al.⁶⁰, Tsai et al.⁶¹, Youseff et al.⁶²
3. Behörden und Verbände: NIST CCRA⁶³, Gartner⁶⁴, BITKOM⁶⁵

⁴⁹ Gudenkauf et al. i. E.

⁵⁰ VMware 2010.

⁵¹ Datta/Gupta 2011; Wilkins et al. 2011.

⁵² Behrendt et al. 2011.

⁵³ Varia 2010.

⁵⁴ Microsoft 2011a; Microsoft 2011b.

⁵⁵ Chun 2012; Google 2011.

⁵⁶ HP 2011.

⁵⁷ Garrison et al. 2012.

⁵⁸ Vossen et al. 2012.

⁵⁹ Torkashvan/Haghighi 2012.

⁶⁰ Vaquero et al. 2009.

⁶¹ Tsai et al. 2010.

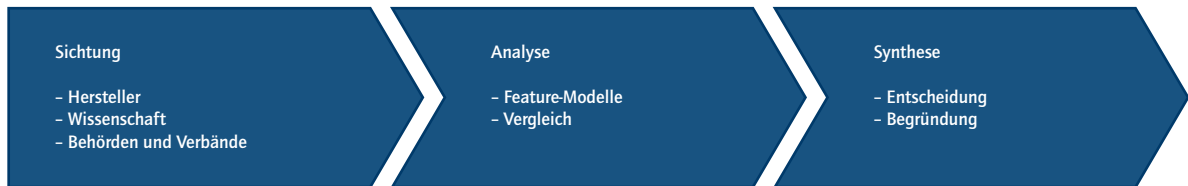
⁶² Youseff et al. 2008.

⁶³ Liu et al. 2011; Mell/Grance 2011.

⁶⁴ Cearley/Reeves 2011; Plummer/Taylor 2012; Plummer et al. 2008a; Plummer et al. 2008b.

⁶⁵ Weber 2009.

Abbildung 3: Vorgehen zur Vergleichbarkeit von Cloud-Diensten



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Bei den herstellerspezifischen Referenzkontexten wurden ORACLE, IBM, Amazon, Microsoft, Google und Hewlett-Packard betrachtet – repräsentative IT-Vertreter der 150 größten Unternehmen.⁶⁶ Zusätzlich wurde VMware als Marktführer in Virtualisierungstechnologien einbezogen.⁶⁷ Die betrachteten Unternehmen wurden außerdem als führende Anbieter von Infrastructure as a Service (IaaS)- und Software as a Service (SaaS)-Lösungen in der Cloud-Anbieterlandschaft des Jahres 2011 identifiziert.⁶⁸

Bei den wissenschaftlichen Referenzkontexten wurden Arbeiten berücksichtigt, die individuelle Modelle für Cloud Computing darstellen⁶⁹, die einzelne Aspekte des Cloud Computings untersuchen⁷⁰, sowie Arbeiten, die anerkannte und verbreitete Konsolidierungen anderer Arbeiten darstellen.⁷¹

Bei den von Behörden und Verbänden stammenden Referenzkontexten wurden die weithin verbreitete Cloud Computing Reference Architecture (CCRA) des NIST, verschiedene Arbeiten von Gartner sowie ein Proposal der BITKOM betrachtet.⁷²

In der zweiten Stufe, der „Analyse“, wurden die gesichteten Arbeiten mit Feature-Modellen beschrieben und analysiert.⁷³ Feature-Modelle wurden aus folgenden Gründen als Beschreibungsmittel für die betrachteten Referenzkontexte gewählt: Sie sind übersichtlich und bieten eine ähnliche Darstellung wie Mindmaps, was zu ihrer Verständlichkeit beiträgt. Dennoch sind sie formal und fachlich validierbar. Sie erlauben beispielsweise die Modellierung von Mehrfachauswahlen sowie optionaler und zwingend erforderlicher Features. Für die Strukturierung eines komplexen Themenfeldes sind Feature-Modelle insbesondere deshalb geeignet, da – anders als beispielsweise in Tabellen mit vorab zu wählenden Spalten- und Zeilenamen – im Voraus keine Ordnung vorgegeben werden muss. Mit Feature-Modellen können auch unvollständige Konzeptwelten modelliert werden.

Abbildung 4 zeigt die beispielhafte Darstellung eines Feature-Modells. Zu sehen ist das Wurzelement „Feature-Model“, das ein zwingend notwendiges und ein optionales Feature hat. Diese teilen sich wiederum in (Sub-)Features auf, die hier jeweils durch ein exklusives und durch ein alternatives Oder dargestellt sind. Features, die nicht explizit

⁶⁶ FT 2012.

⁶⁷ Bittman et al. 2012.

⁶⁸ TanejaGroup 2011.

⁶⁹ Torkashvan/Haghighi 2012; Tsai et al. 2010; Youseff et al. 2008.

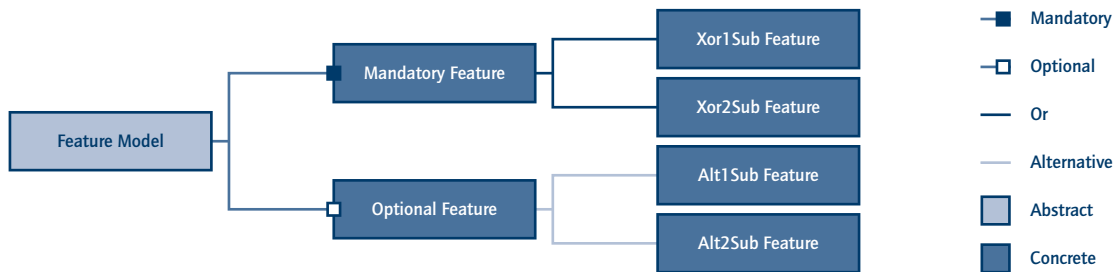
⁷⁰ Garrison et al. 2012.

⁷¹ Vossen et al. 2012; Vaquero et al. 2009.

⁷² Liu et al. 2011; Mell/Grance 2011; Cearley/Reeves 2011; Plummer/Taylor 2012; Plummer et. al. 2008a; Plummer et al. 2008b; Weber 2009.

⁷³ Czarnecki/Eisenecker 2005; Czarnecki/Helsen 2010; Batory 2005.

Abbildung 4: Beispiel Feature-Modell



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

diskutiert werden, aber implizit vorhanden sind, können als abstraktes Feature in Feature-Modellen dargestellt werden. Als Beispiel ist in Abbildung 4 das Wurzelement als abstraktes Feature dargestellt. Feature-Modelle erlauben darüber hinaus eine beliebige Tiefe der Darstellung. Diese sollte jedoch zur Lesbarkeit eingeschränkt werden.

In der dritten Stufe („Synthese“) wurden die Feature-Diagramme der Referenzkontexte verglichen und auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersucht. Anschließend wurde eine konsolidierte Taxonomie mittels Feature-Modelle entwickelt,⁷⁴ um Cloud-Dienste einheitlich beschreiben zu können. Die Bedeutung des An- und Abwählens von Features bezieht sich dabei auf das Vorhandensein oder die Abwesenheit der entsprechenden Beschreibung eines Teilaspekts des Dienstes, nicht des Teilaspekts selbst. Komplementäre Beschreibungssprachen, wie etwa die Unified Service Description Language (USDL) und Linked USDL,⁷⁵ definieren dagegen als technische Spezifikationen die Dienste und betriebswirtschaftliche und operationale Aspekte wie Urheberrechte, Verfügbarkeit und Preismodelle direkt, um so die Dienstdefinition für die maschinelle Bearbeitung beziehungsweise Automatisierung zugänglich zu machen. Rechtliche Aspekte des Cloud Computings werden

nicht direkt in der Taxonomie adressiert, aber Aspekte wie zum Beispiel Service Level Agreements (SLA), die für rechtliche Fragestellungen relevant sind, berücksichtigt.

Zur Darstellung von Dienstbeschreibungen, die auf der Taxonomie basieren, wurde eine auf Sunburst-Diagrammen basierende Darstellung entwickelt, der sogenannte Cloud Service Navigator (CSN). Abbildung 5 zeigt ein Beispiel. Ziel des CSN ist es, einen einfachen visuellen Zugang zur Vergleichbarkeit von Cloud-Diensten zu ermöglichen. Sunburst-Diagramme wurden als Grundlage gewählt, da sie für ihre gute Wahrnehmbarkeit bekannt sind.⁷⁶

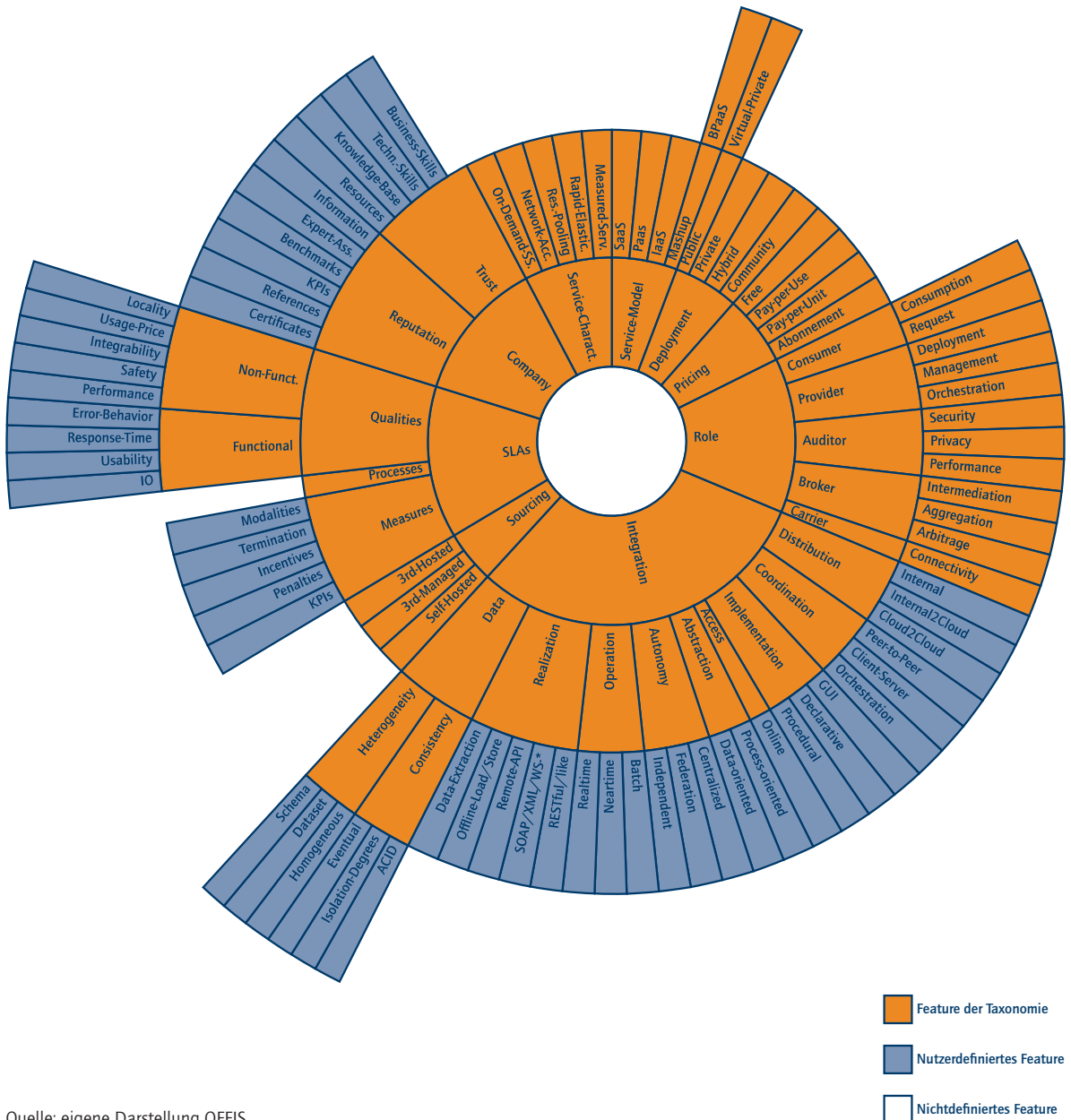
Die Features eines CSN repräsentieren die Beschreibungen einzelner Aspekte des Dienstangebots. Die Selektion oder Deselektion eines Features gibt die An- oder Abwesenheit einer Beschreibung des jeweiligen Aspekts zum Dienstangebot, nicht jedoch die An- oder Abwesenheit von technischen Spezifikationen bezüglich dieses Aspekts wieder. Nicht eingefärbte Zellen eines CSN stehen dabei für die Abwesenheit der entsprechenden Beschreibungen der Teilaspekte des betrachteten Dienstes. Eingefärbte Zellen dokumentieren vorhandene Beschreibungen von Teilaspekten des Dienstes, wobei zwischen den eigentlichen

⁷⁴ Gudenkauf et al. i. E.; Czarnecki/Eisenecker 2005; Czarnecki/Helsen 2010; Batory 2005.

⁷⁵ <http://www.w3.org/2005/Incubator/usdl/> [Stand: 27.08.2013]; <http://www.linked-usdl.org/> [Stand: 27.08.2013].

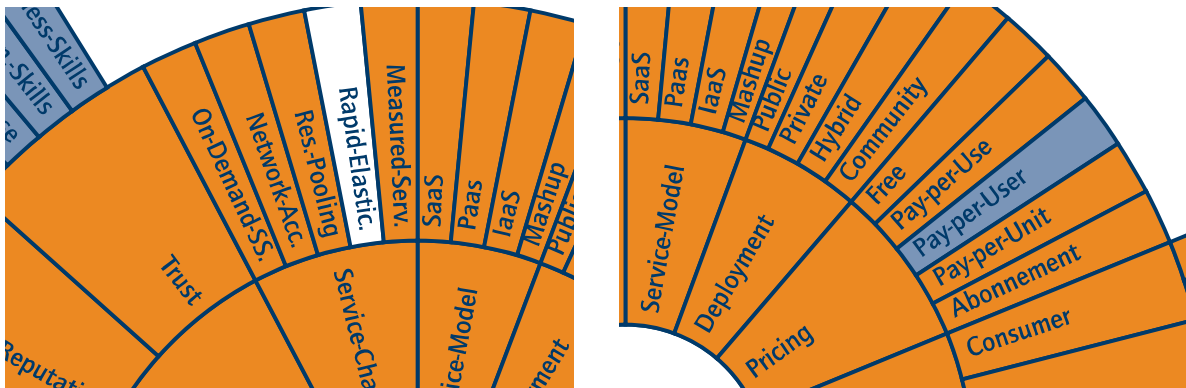
⁷⁶ Stasko/Zhang 2000.

Abbildung 5: Cloud Service Navigator mit vollständig beschriebenem Dienstangebot



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Abbildung 6: Beispiel für eine nicht vorhandene Teilbeschreibung (links) und eine nutzerbasierte Teilbeschreibung (rechts) eines Dienstes; links – eine Beschreibung des Aspekts „Rapid Elasticity“ ist nicht vorhanden; rechts – eine Beschreibung des nutzerbasierten Aspekts „Pay per User“ ist vorhanden



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Features des zugrunde liegenden Referenzkontexts und zusätzlichen nutzerspezifischen Features unterschieden wird (siehe Abbildung 6).

2.1.2 VORGEHEN ZUR ERHEBUNG VON NUTZUNGSSZENARIOEN

Die Erhebung der Nutzungsszenarien erfolgte zunächst durch eine Suche geeigneter Kandidaten, einer anschließenden Auswahl, und der Durchführung von Experteninterviews als Grundlage der Beschreibung.

Zur Suche nach geeigneten Szenariokandidaten wurden zunächst dienstbringende oder dienstnutzende Organisationen betrachtet. Hierzu wurden folgende Kriterien herangezogen, die zuvor mit der Projektgruppe des Projekts „Future Business Clouds“ abgestimmt worden sind:

- Als Anzahl der zu betrachtenden Nutzungsszenarien wird Sechs als ideal angesehen, um einen ausgewählten,

überblickartigen und dennoch differenzierten Einblick zu ermöglichen.

- Start-Ups und Entrepreneurs werden ausdrücklich nicht ausgeschlossen, da gerade von dieser Gruppe erwartet werden kann, dass sie die Vorteile von Cloud Computing am besten ausnutzen kann. Beispielsweise fehlt es ihnen an herkömmlichen IT-Abteilungen und Abhängigkeiten zu existierenden (Legacy) IT-Systemen. Ihre weitere Entwicklung ist außerdem stark von ihrer Innovationsfähigkeit bestimmt.
- Die dienstbringenden oder -nutzenden Organisationen sollen möglichst verschiedene Angebote abbilden.
- Die dienstbringenden oder -nutzenden Organisationen sollen nicht in Konkurrenz zueinander stehen.
- Bezüglich der fachlichen Herkunft werden folgende attraktive und für den deutschen Markt relevante Fachdomänen näher betrachtet:
 - Energie – als liberalisierte Domäne mit starker, ständig modifizierter Regulierung sowie Umwelteinflüssen und dadurch ständiger Anpassungspflicht sowie entsprechendem Kostendruck,

- Logistik – als möglicher Profiteur der Konvergenz des Internets der Dinge und des Internets der Dienste,
- Betriebliche IT – als wichtiges Beispiel für die Konzentration auf Kernkompetenzen durch IT-Outsourcing,
- Öffentliche Verwaltung – als Domäne „ohne Markt“,
- Gesundheit – als sicherheitskritische Domäne zur Erhaltung von Privatsphären.

Auf Basis dieser Kriterien wurde nach geeigneten Organisationen und Nutzungsszenarien gesucht. Hierzu wurden das projektinterne Netzwerk, projekteigene und auch Veranstaltungen Dritter und ebenso Suchmaschinenabfragen genutzt, um passende Ansprechpartner persönlich, telefonisch und/oder schriftlich per E-Mail anzusprechen.

Aus den erhobenen Szenarien wurden folgende sieben Organisationen in Abstimmung mit der Projektgruppe als Schlaglichter auf die aktuelle Anwendung von Cloud Computing ausgewählt:

- SEEBURGER – Als Beispiel für die Integration regelmäßig angepasster Vorgaben der Bundesnetzagentur im Energiesektor mithilfe ihrer WiM Cloud Services,
- Logistics Mall – wegen der Verbindung von Logistikdiensten und -objekten,
- Effektiv – als Entrepreneur für Outsourcing des Business Process Managements in der Domäne Betriebliche IT,
- Accenture – als Beispiel für die Integration von Cloud-Diensten in Unternehmens-IT mittels der Accenture Cloud-Plattform,
- goBerlin – für die Verknüpfung behördlicher und kommerzieller Dienste,
- cloud4health – als Wegbereiter zur Big Data-Analyse in der Medizin,
- TRESOR – für den sicheren und gesetzeskonformen Umgang mit Patientendaten innerhalb und zwischen Krankenhäusern.

Nachfolgend wurden jeweils zwei Experteninterviews je Szenario durchgeführt – eines zur Beschreibung des jeweiligen Dienstes und eines zur Identifikation der Anforderungen an den Dienst sowie der Vorteile der Dienstnutzung. Die Interviewdauer und die Anzahl der Interviews wurden nicht im Vorfeld festgelegt, um tiefgehende Gesprächsdialekt von vornherein zu ermöglichen.

Für die Interviews zur Dienstbeschreibung wurde ein Leitfaden verwendet, der auf der Taxonomie für Cloud-Dienste basiert (siehe Abschnitt 2.2). Der Leitfaden ist darauf ausgerichtet, einen eigenen Cloud-Dienst beziehungsweise die eigenen Anforderungen an einen fremden Cloud-Dienst zu erfassen. Hierzu werden neben der Selbstbeschreibung des Interviewpartners und der allgemeinen (informellen) Beschreibung des betreffenden Dienstes die Bereiche Servicetyp, Bereitstellung, Ertragsmodell, Rollen, Integrationsaspekte, Sourcing-Optionen, Service Level Agreements, Unternehmensdarstellung und Cloud-Dienstcharakteristika abgedeckt.

Für die Interviews zur Beschreibung der Anforderungen und Vorteile des Dienstes wurde ebenfalls ein Leitfaden verwendet. Zu dessen Erstellung wurden in den folgenden drei Themengebieten vorhandene Literatur aus Wissenschaft und Wirtschaft gesichtet und die Themengebiete betreffenden Aspekte verschlagwortet:

- Vorteile von Szenarien für Nutzer⁷⁷
- Intern zu bewältigende Herausforderungen (interne Anforderungen)⁷⁸
- Nicht direkt beeinflussbare Rahmenbedingungen (externe Anforderungen)⁷⁹

Der entstandene Gesamtschlagwortkatalog ist sowohl durch die begrenzte Auswahl der existierenden Literatur als auch durch die sich ständig weiterentwickelnde Cloud-Landschaft nicht vollständig. In den jeweiligen Themengebieten wurden die in der Literatur angesprochenen Schlagworte deshalb in

⁷⁷ Gens 2009; Wallraf et al. 2012, S. 15; Wilkins et al. 2011, S. 2 – 1.

⁷⁸ Khajeh-Hosseini et al. 2012, Abschnitt 2.1; Wallraf et al. 2012, S. 22.

⁷⁹ Wallraf et al. 2012, S. 17.

einer halb offenen Weise, gelenkt durch den verwendeten Leitfaden, abgefragt: Auf der einen Seite wurden die jeweiligen Schlagworte des Katalogs zur Auswahl angeboten, auf der anderen Seite konnten die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten durch die Angabe zusätzlicher Aspekte erweitert werden. So konnten bekannte Vorteile und Anforderungen quantifiziert, aber auch neue oder bisher nicht berücksichtigte Aspekte identifiziert werden. Die Anzahl der zu nennenden Aspekte wurde je Themengebiet auf maximal drei Punkte beschränkt, um die jeweils wichtigsten Aspekte festzuhalten. Hierdurch wurde gewährleistet, dass die wesentlichen den Cloud-Dienst betreffenden Gesichtspunkte genannt wurden, ohne durch in den Projekten eventuell nur am Rande auftretende Aspekte abgeschwächt zu werden.

Die jeweiligen Beschreibungen der Nutzungsszenarien wurden in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Experten als Szenarioinhaber formuliert. Die grafische Darstellung der Nutzungsszenarien erfolgt durch Cloud Service-Navigatoren.

2.1.3 VORGEHEN ZUR ERHEBUNG DER CHANCEN UND BARRIEREN VON KMU

Ergänzend zu den Nutzungsszenarien wurden gemeinsam von OFFIS und dem Deutschen Industrie- und Handelskammertag (DIHK) zwei Workshops für KMU veranstaltet, um gezielt deren Anforderungen, Vorteile und Hürden bezüglich Cloud Computing einzuholen. Das Ziel der Workshops war es, weitere bekannte Vorteile und Anforderungen zu analysieren und neue oder bisher nicht berücksichtigte Aspekte zu identifizieren.

Die Workshops wurden als ganztägige Veranstaltungen durchgeführt, wobei jeweils zunächst vorbereitende Vorträge und Diskussionen erfolgten und danach in den eigentlichen Workshop-Teil eingestiegen wurde. Die beiden Workshops waren inhaltlich teilweise disjunkt aufgebaut,

um auch möglichen Doppelteilnehmern einen inhaltlichen Mehrwert liefern zu können. Der allgemeine Ablauf und die durchschnittliche Zeitaufteilung eines Workshops waren jedoch stets wie folgt:

Teil I: Vortragsteil – 60 Minuten

- Begrüßung und Einführung Cloud Computing
- Nationale Projekte und Initiativen
- Beschreibung von Cloud-Diensten (Einführung des Referenzkontexts)

Teil II: Podiumsdiskussion/offene Diskussion – 60 Minuten

Teil III: Workshop-Teil – 120 Minuten

- Vorstellung der Cloud-Anwendungsszenarien aus der Teilnehmergruppe
- Chancen und Barrieren der Cloud-Anwendungsszenarien
- Geschäftsmodelle der Cloud-Anwendungsszenarien bei Anbietern (Ausweitung existierender Geschäftsmodelle oder Exploration neuer Geschäftsmodelle)

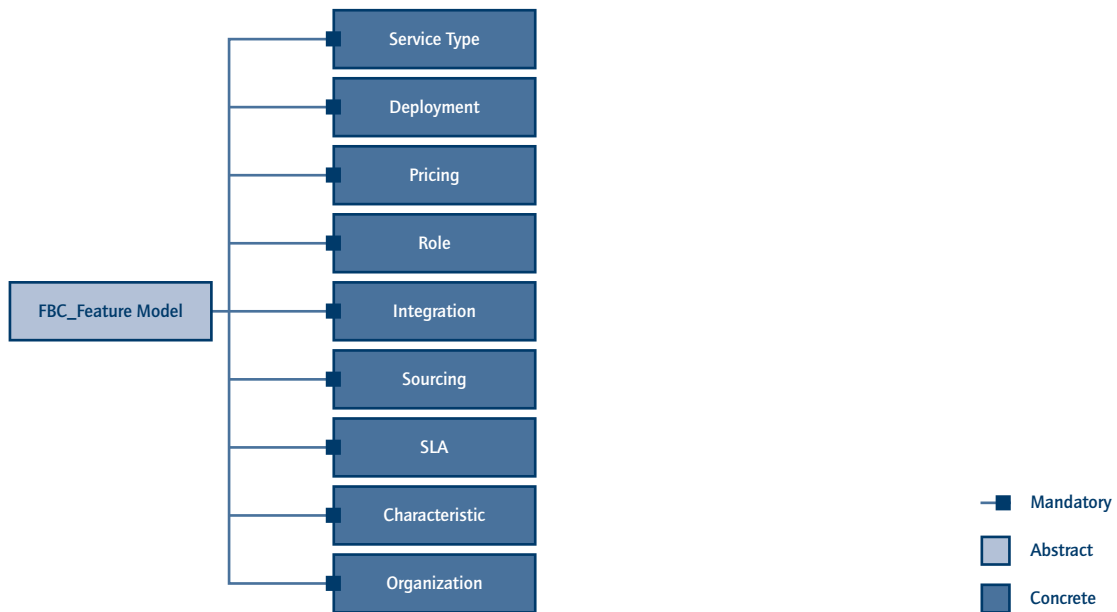
2.2 TAXONOMIE FÜR CLOUD-DIENSTE

Um Cloud-Dienste systematisch zu beschreiben und vergleichen zu können, bedarf es eines einheitlichen Beschreibungsmodells. Dies ermöglicht Unternehmen ihr Dienstangebot konkret zu formulieren und Kunden die Dienstangebote eines Anbieters zu bewerten.

Gegenstand dieses Abschnitts ist die Einführung einer Taxonomie für Cloud-Dienste. Sie basiert auf der in Anhang I beschriebenen Untersuchung existierender Ordnungsrahmen und Referenzarchitekturen für Cloud Computing und der in Anhang II durchgeführten Synthese.

Die Taxonomie besitzt eine einheitliche Argumentationstiefe und -breite, um eine leichte Zugänglichkeit und gute Lesbarkeit zu ermöglichen. Ebenfalls finden sich Anknüpfungspunkte für individuelle Erweiterungen und Ergänzungen –

Abbildung 7: Haupt-Features der Taxonomie zur Beschreibung von Cloud-Diensten



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

insbesondere hinsichtlich der Ausgestaltung der SLA und der Integration von Cloud-Diensten. Die unterschiedlichen Rollen, die Unternehmen im Cloud Computing einnehmen, werden berücksichtigt, rollenübergreifende Aspekte werden aber von einzelnen Rollen getrennt. So können Anbieter weiterhin ihr Dienstangebot beschreiben, während Kunden die Möglichkeit erhalten, den eigenen Dienstbedarf konkret festzuhalten.

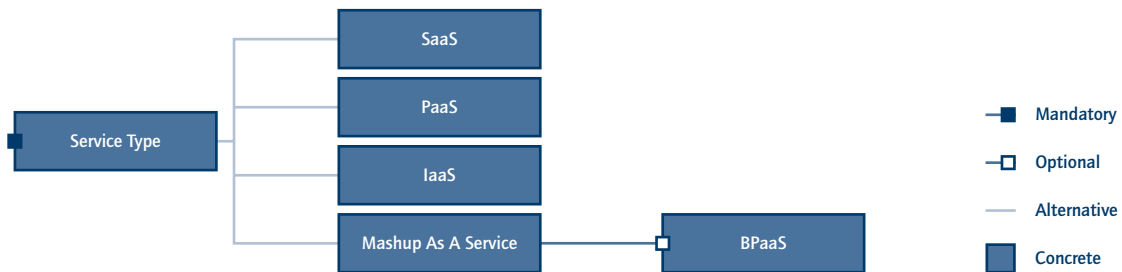
Die Taxonomie berücksichtigt die folgenden neun Dienstaspekte: Servicetyp, Bereitstellungsmodell, Ertragsmodell, Rolle, Integration, Sourcing, SLA, dienstbringende Organisation und Cloud-Dienstcharakteristik. Abbildung 7 stellt diese Aspekte als die übergeordneten Features eines Feature-Modells dar.⁸⁰ Im Folgenden werden diese Aspekte und deren Ausprägungen vorgestellt.

2.2.1 DIENSTTYP (SERVICE TYPE)

Als Diensttypen für Cloud Computing werden Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service (IaaS) und Mashup as a Service (MaaS) unterschieden (siehe Abbildung 8). Bei SaaS greifen Nutzer zu meist mit einem Web Browser auf eine Anwendung zu. PaaS ist das Bereitstellen einer Entwicklungsumgebung. Bei IaaS verwendet der Nutzer virtualisierte Infrastrukturressourcen. Der Diensttyp MaaS kann als Mischform angesehen werden: Einzelne Software-Komponenten (unter anderem auch Cloud-Dienste unterschiedlichen Diensttyps) können zu einem aggregierten Cloud-Dienst verknüpft werden. Business Process as a Service (BPaaS) ist eine verbreitete Form von MaaS, in der konkrete Geschäftsanwendungen – wie beispielsweise das Customer Relationship Management (CRM) – aus einzelnen

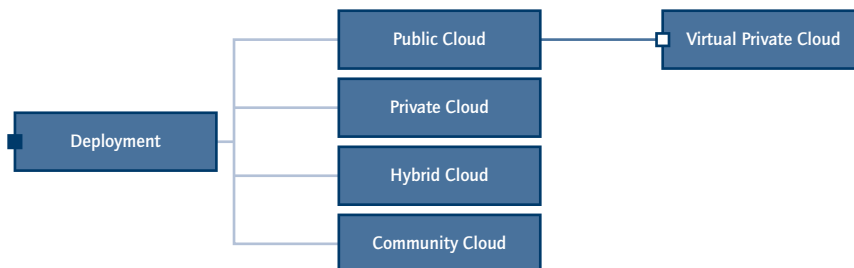
⁸⁰ Czarnecki/Eisenecker 2005; Czarnecki/Helsen 2010; Batory 2005.

Abbildung 8: Diensttypen



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Abbildung 9: Bereitstellungsarten



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Software-Komponenten zusammengesetzt und als Standardanwendungen zur Verfügung gestellt werden.⁸¹

2.2.2 BEREITSTELLUNGSMODELL (DEPLOYMENT)

Die Bereitstellungsmodelle für die Diensttypen lauten Public Cloud, Private Cloud, Hybrid Cloud und Community Cloud. Diese werden durch die Bereitstellungsart Virtual Private Cloud als Form von Public Cloud ergänzt (siehe auch Abschnitt 1.2). Abbildung 9 zeigt den zugehörigen Ast in der Taxonomie.

2.2.3 ERTRAGSMODELL (PRICING)

Ertragsmodelle beschreiben Strategien, um Dienstleistungen abzurechnen. Betrachtet werden die kostenfreie Nutzung, die nutzungsbasierte Abrechnung, die einheitenbasierte Abrechnung sowie eine abonnementweise Vergütung (siehe Abbildung 10). Die einzelnen Ertragsmodelle sind frei kombinierbar, sodass Anbieter und Nutzer die Möglichkeit haben, ein passendes Gesamtertragsmodell anzubieten beziehungsweise anzufordern.

⁸¹ BPaaS ist zu unterscheiden von Orchestration as a Service (OaaS). OaaS bezeichnet das Anbieten einer Plattform zur Orchestrierung von Diensten – wie zum Beispiel einer Ablaufumgebung für automatisierte Geschäftsprozesse (Workflow Engine) – selbst als Dienst (siehe Höing et al. 2009).

Abbildung 10: Ertragsmodelle



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

2.2.4 ROLLE (ROLE)

Abbildung 11 zeigt die im Cloud Computing relevanten Rollen. Jeder Rolle sind dabei ihre Aktivitäten zugeordnet. Konsumenten können Dienstanfragen formulieren und Dienste konsumieren. Anbieter stellen Dienste bereit, managen diese und können zusätzlich Basisdienste zu zusammengesetzten Diensten orchestrieren. Hinzu kommen die Rollen des Auditors, Brokers und Carriers. Ein Auditor kann die Datensicherheit, den Datenschutz oder die Performanz bewerten, wohingegen der Broker als Intermediär Dienste um zusätzliche Aspekte ergänzen (Service Intermediation), mehrere Dienste statisch aggregieren (Service Aggregation, unter Sicherstellung der Interoperabilität der Dienste) oder sogar mehrere Dienste dynamisch austauschbar aggregieren kann (Service Arbitrage). Der Carrier schließlich ist der Netzbetreiber, der die grundlegende Kommunikationsinfrastruktur zwischen Anbieter und Konsument bereitstellt.

2.2.5 DIENSTINTEGRATION (INTEGRATION)

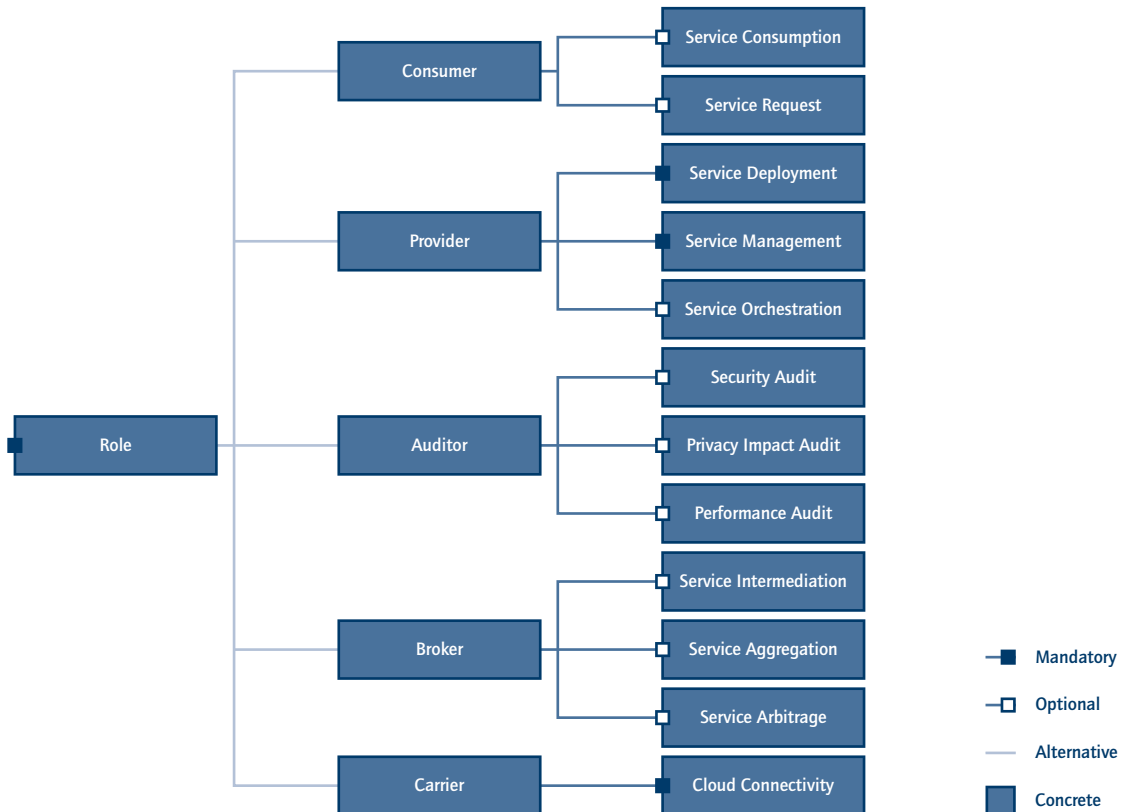
Für die Umsetzung in Unternehmen ist entscheidend, ob und wie Cloud-Dienste konkret in das jeweilige Unternehmen integriert werden können.⁸² Abbildung 12 zeigt

die berücksichtigten Integrationsaspekte für Cloud-Dienste. In der Taxonomie werden folgende Aspekte der Cloud-Dienstintegration festgehalten:

- Verteilung (zum Beispiel Integration interner Systeme, Integration von Cloud-Diensten mit internen Systemen, Integration von Cloud-Diensten beziehungsweise Interoperabilität von Cloud-Diensten),
- Koordination (etwa Peer-to-Peer, Client-Server, Orchestrierung von Diensten),
- Art der Implementierung (zum Beispiel Benutzeroberflächen (GUI)-basiert, deklarativ, prozedural),
- Zugriff (online, mobile Geräte),
- Abstraktionsebene (zum Beispiel prozessbasiert, datenorientiert),
- Autonomie (etwa zentralisiertes System, föderierte Dienste, unabhängiger Dienst),
- Betriebsart bezüglich Latenz (zum Beispiel Echtzeitbetrieb, Nahe-Echtzeitbetrieb, Stapelverarbeitung),
- Realisierung (etwa Datenextraktion, Load/Store, Verwendung des Simple Object Access Protocol (SOAP) und von Extensible Markup Language (XML)-basierten Web Service-Standards sowie Representational State Transfer (REST)-basierten Schnittstellen),
- Datenkonsistenz (zum Beispiel Gewährleistung von Abgeschlossenheit, Konsistenzerhaltung, Isolation und

⁸² Weber 2009.

Abbildung 11: Rollen und Aktivitäten



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

- Dauerhaftigkeit (ACID), Isolation Degrees, Eventual Consistency) und
- Datenheterogenität (etwa homogene Daten, auf Datensatzebene, auf Schemaebene).

2.2.6 SOURCING

Sourcing spezifiziert, wie Cloud-Umgebungen und Cloud-Dienste gehostet und verwaltet werden. Abbildung 13 zeigt

die verschiedenen Optionen für den Betrieb einer Cloud-Infrastruktur durch eigenes Hosting, fremdes Hosting und das Management gehosteter Ressourcen durch Dritte. Die verschiedenen Optionen sind beliebig kombinierbar und stehen in direktem Zusammenhang mit dem gewählten Bereitstellungsmodell. Eine hybride Cloud-Umgebung kann beispielsweise in Teilen selbst und in Teilen vom Anbieter gehostet und gemanagt werden.



2.2.7 SERVICE LEVEL AGREEMENT

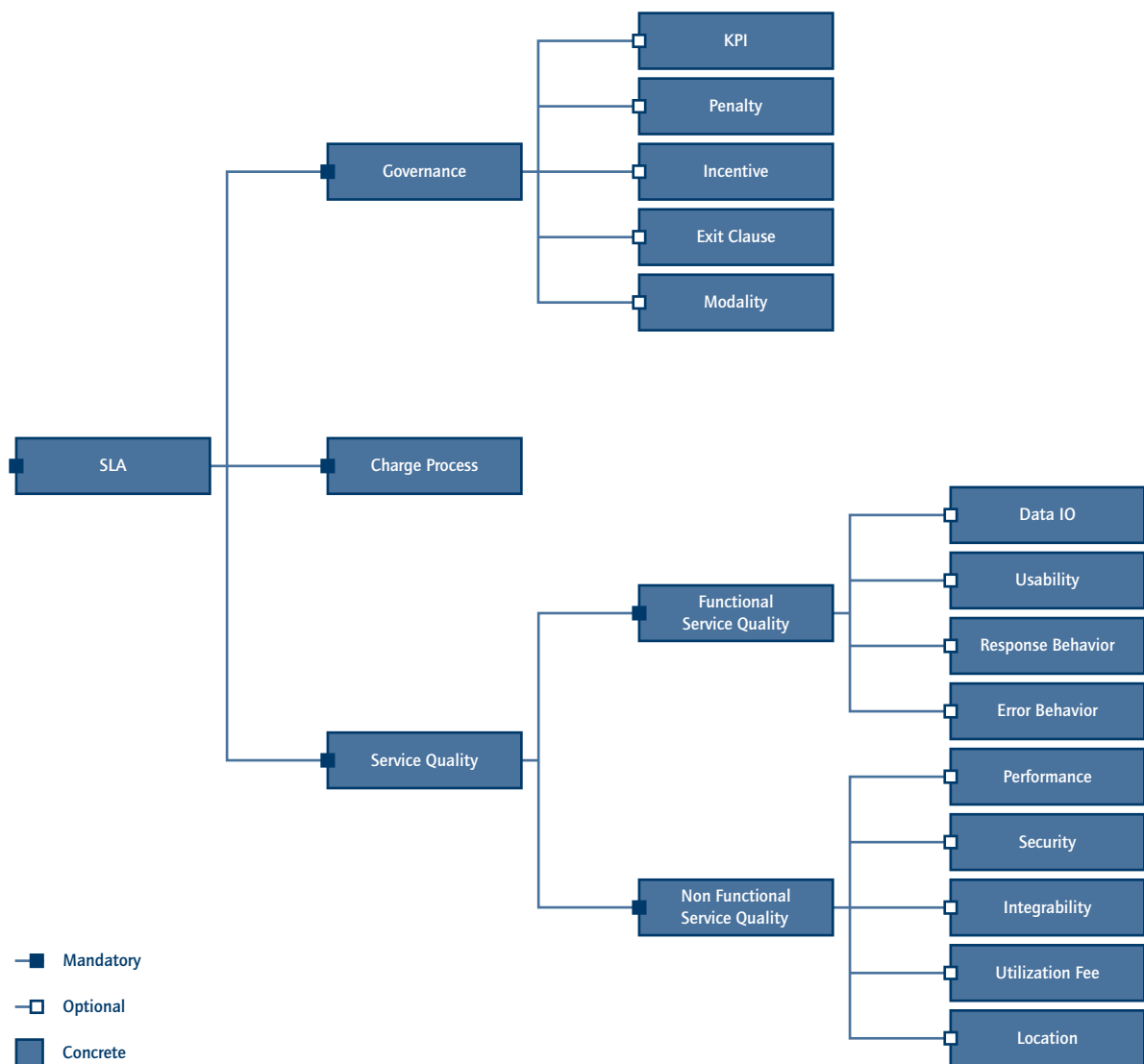
SLA sind von zentraler Bedeutung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Rollen, die

Teilnehmer in einer Cloud-Umgebung sind. Abbildung 14 zeigt die Berücksichtigung von SLA in der Taxonomie. Als Teilmodelle werden hier funktionale und nichtfunktionale Anforderungen an die Servicequalität festgehalten (in der

Abbildung mit Beispielen). Hinzu kommen Governance-Messgrößen wie Leistungskennzahlen (KPI) und Schranken für zum Beispiel Strafen, Anreizsysteme oder Ausstiegs-

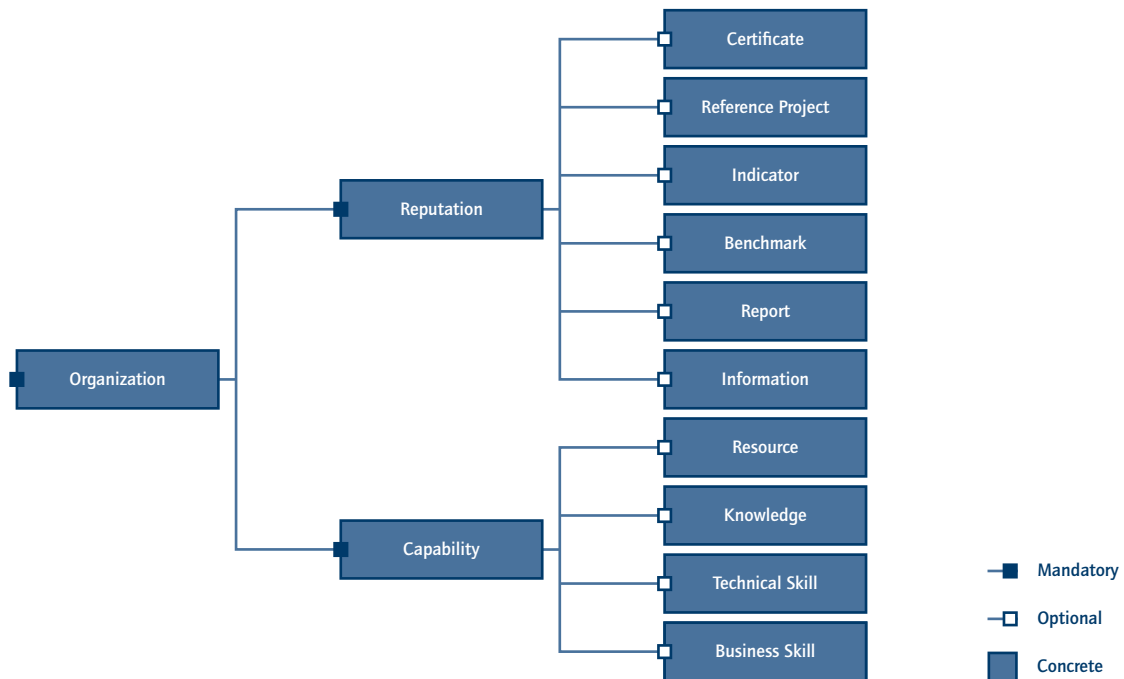
klauseln sowie die Definition von Änderungsprozessen wie zum Beispiel die Planung der Aufgabenverteilung bei einem Dienstaussfall.

Abbildung 14: Service Level Agreements



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Abbildung 15: Reputation und Leistungsvermögen von Unternehmen



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

2.2.8 DIENSTERBRINGENDE ORGANISATION (ORGANIZATION)

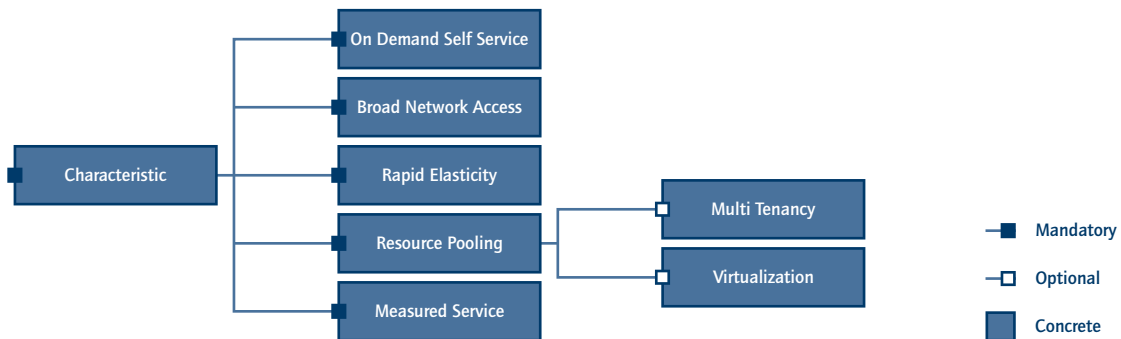
Um Vertrauen zwischen verschiedenen Teilnehmern in einem Cloud-Ökosystem zu schaffen, müssen Unternehmen die Möglichkeit haben, ihre Reputation (externe Sicht) und ihr Leistungsvermögen (interne Sicht) zu bewerten. Diese Aspekte werden im konsolidierten Referenzkontext aufgenommen und in Abbildung 15 dargestellt. Einerseits sind Zertifikate, Referenzen, KPI, Benchmarks und Berichte sowie das weitere Informationsangebot wie zum Beispiel Internetseiten Möglichkeiten, Reputation nach außen hin darzustellen. Auf der anderen Seite kann das Leistungsvermögen von den gegebenen Ressourcen, Mitarbeiterkenntnissen,

technischen Fertigkeiten (zum Beispiel Management von virtuellen Maschinen) und unternehmerischen Fähigkeiten (etwa Projektmanagement) abhängen.

2.2.9 CLOUD-DIENSTCHARAKTERISTIK (CHARACTERISTIC)

Als letztes Teilmodell der Taxonomie werden die für Cloud-Dienste definierenden Charakteristiken berücksichtigt (siehe Abbildung 16). Die ausdrückliche Berücksichtigung der Charakteristiken bietet dienstbringenden und -anfragenden Organisationen die Möglichkeit, vorliegende Dienstangebote zu prüfen und Abweichungen von

Abbildung 16: Cloud-Dienstcharakteristik



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

den Cloud-Charakteristiken explizit festzuhalten. Cloud Washing, also das Deklarieren von Internetdiensten als Cloud-Dienste, wird so erkennbar. Die Realisierung der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen (Resource Pooling) ist bezüglich Mehrmandantenfähigkeit und Virtualisierung unterschieden.

2.2.10 ZUSAMMENFASSUNG

Die in diesem Abschnitt beschriebene Taxonomie zur Darstellung von Cloud-Diensten führt bisherige Arbeiten zusammen, um ein allgemeines Gesamtmodell zu bilden.⁸³ Die betrachteten Teilmodelle umfassen Servicetypen, Bereitstellungsmodelle, Ertragsmodelle, Rollen, Integrationsaspekte, Sourcing, SLA, die dienstbringenden Organisationen sowie das Vorhandensein der Cloud-Dienstcharakteristiken. Rechtliche Aspekte des Cloud Computings werden nicht direkt im Referenzmodell adressiert, aber Aspekte wie zum Beispiel SLA, die für vertragsrechtliche Fragestellungen relevant sind, werden berücksichtigt.

Aufbauend auf der Taxonomie werden im Folgenden Szenarien und Trends für Cloud Computing betrachtet. Die

Taxonomie bildet dabei die Grundlage für eine einheitliche Betrachtung und Bewertung.

2.3 NUTZUNGSSZENARIEN

Im Folgenden werden sieben Nutzungsszenarien aus verschiedenen der für den deutschen Markt relevanten Fachdomänen anhand des in Abschnitt 2.2 eingeführten Referenzkontexts vorgestellt.⁸⁴ Sie stellen vielversprechende Wegbereiter für die Anwendung von Cloud Computing dar.

Die grafische Darstellung der Nutzungsszenarien erfolgt durch sogenannte Cloud Service-Navigatoren, die auf dem Referenzkontext basieren (siehe Abschnitt 2.1.1). Die jeweiligen Nutzungsszenarien und die zugehörigen Cloud Service-Navigatoren wurden in Experteninterviews erarbeitet und in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Experten formuliert. In den jeweiligen Cloud Service-Navigatoren stellt die farbliche Markierung von Zellen das Vorhandensein der Beschreibung des jeweiligen Teilaspekts des Referenzkontexts (orange) oder zusätzliche vom befragten Experten definierte Aspekte (blau) dar. Bei englischsprachigen Interviewpartnern wurde der abgestimmte englische

⁸³ Siehe auch Anhang I und II.

⁸⁴ Das Vorgehen zur Auswahl der Nutzungsszenarien ist in Abschnitt 2.1.2 beschrieben.

Originaltext übersetzt. Zu jedem der dargestellten Nutzungsszenarien liegt eine Veröffentlichungsfreigabe der befragten Experten vor.

2.3.1 EFFEKTIF – BUSINESS PROCESS MANAGEMENT AS A SERVICE

Tom Baeyens (Effektif), <http://www.effektif.com/>
(übersetzt aus dem Englischen durch die Autoren)

Dienstbeschreibung

Es gibt einen deutlichen Trend, On-Premise-Software durch Cloud-Dienste zu ersetzen. Für Business Process Management (BPM) ist die Cloud in doppelter Hinsicht vorteilhaft: Es nimmt Organisationen die Last ab, ein System selbst installieren und betreuen zu müssen. BPM-Systeme erzeugen viel Aufwand bei der Installation und Konfiguration. Des Weiteren

entsteht die neue Möglichkeit, sich auf Verbindungen zwischen Cloud-Diensten und -Prozessen zu konzentrieren.

Den Endnutzern soll eine direkte Teilnahme ermöglicht werden. Auch Personen ohne Programmiererfahrung sollen einfache Prozesse innerhalb kurzer Zeit automatisieren können.

Effektif wurde gegründet, nachdem die Zusammenarbeit mit Signavio gezeigt hat, dass Business Process Management in die Cloud verlagert werden kann. Signavio hat sich innerhalb von vier Jahren zu einem profitablen Unternehmen mit 400 Kunden und ohne Risikokapitalbeteiligung entwickelt.

Der Cloud Service Navigator in Abbildung 17 wurde aus der Sicht des Unternehmens Effektif modelliert. Das Produkt wird als Software as a Service angeboten werden. Private Umgebungen innerhalb von öffentlichen Clouds werden möglich sein. Zusätzlich ist eine On-Premise-Lösung verfügbar, die in der privaten Cloud des Nutzers gehostet werden kann. Der Nutzer wird pro aktive Instanz bezahlen. Effektif übernimmt dabei die Rolle des Providers. Neben der Bereitstellung, dem Management und der Orchestrierung sind zusätzliche Aktivitäten wie Coaching oder Training Teil dieser Rolle.

Effektif – Cloud BPM (Provider)

Automatisierung von Geschäftsprozessen in Minutenschnelle

Vorteile für Nutzer

- Keine Kapitalbindung
- Schnellere Implementierung neuer Anwendungen
- Vereinfachung der gemeinsamen Nutzung von Systemen mit Partnern

Aktuelle Herausforderungen

- Größere Interoperabilität mit Diensten Dritter
- Intuitive Bedienbarkeit für den Endanwender

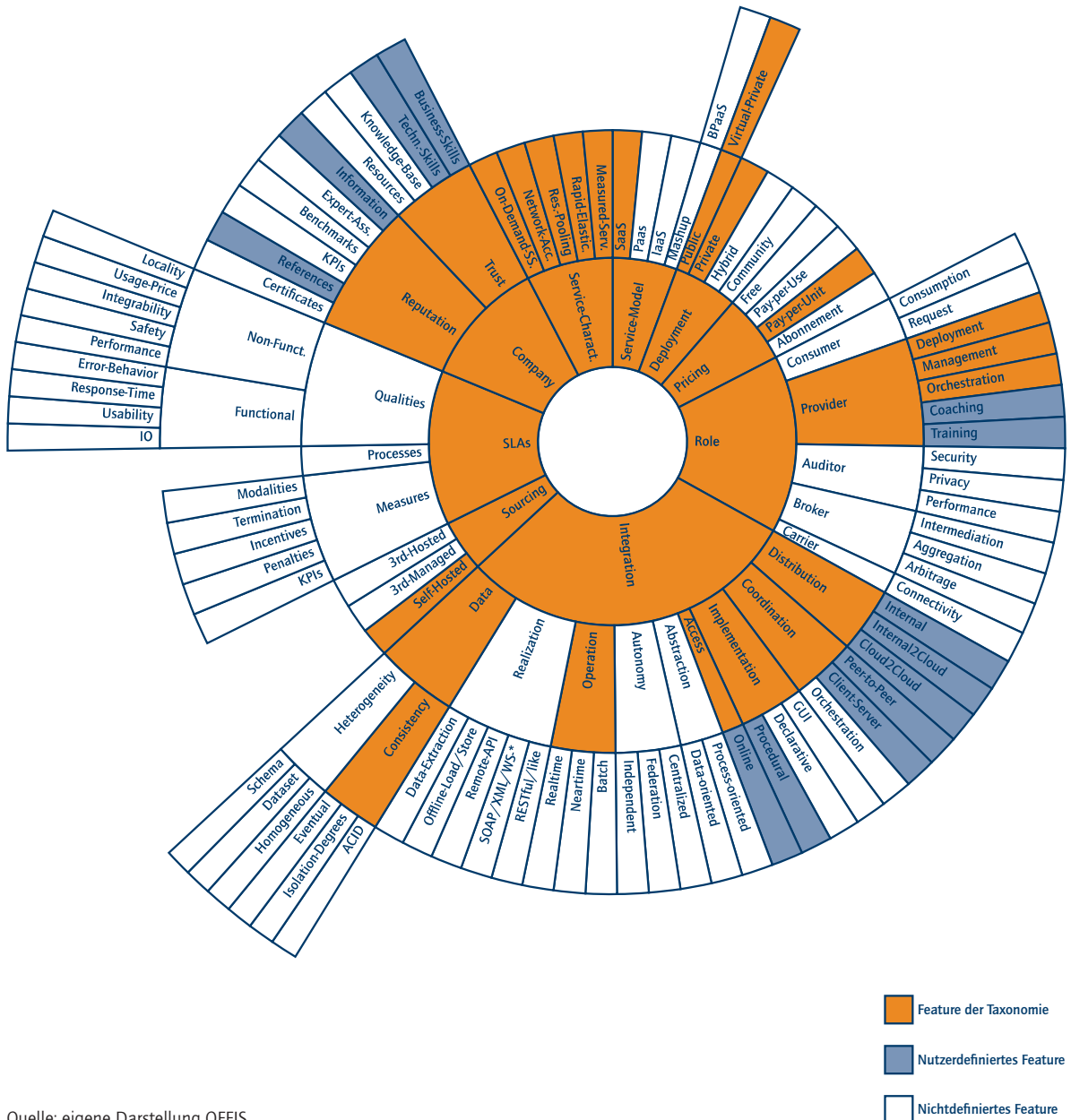
Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Weniger Widerstand gegenüber Cloud-Lösungen in IT-Abteilungen
- Mehr Bewusstsein über die Vorteile von Kollaboration und Abläufe via E-Mail

Die Integration des Dienstes in existierende Applikationen ist ein wichtiges Thema. Sofort einsatzfähig ist die Integration von Diensten wie Salesforce, Google Apps und weiteren. Die Liste der integrierten Dienste soll weiter anwachsen. Kunden werden die Möglichkeit haben, einen eigenen Programmcode zur Implementierung von Aktivitäten in den Prozess einzubinden. Dabei handelt es sich um sogenannte Activity Workers. Dieser Mechanismus (ähnlich dem Amazon Simple Workflow Service) ermöglicht außerdem die Einbindung von On-Premise-Lösungen, die durch Firewalls geschützt sind.

Effektif wird eigene Server innerhalb der Europäischen Union betreiben. Die exakte Ausgestaltung der SLA muss allerdings noch festgelegt werden.

Abbildung 17: Cloud Service Navigator für Effektiv – Business Process Management as a Service



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Vertrauen und Reputation von Effektiv stützt sich auf den Partner Signavio, der als zuverlässiger Cloud-Dienst-Anbieter seit vier Jahren solche Dienste betreibt und das Know-how auf diesem Gebiet mit Effektiv teilt.

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

Effektiv agiert als Dienstanbieter für BPM-Dienste und zielt darauf ab, eine einfache, aber komplette BPM-Lösung als Cloud-Dienst zur Verfügung zu stellen. Firmen oder einzelne Personen, die diesen Dienst nutzen, ersparen sich die Bindung von Kapital. Mit dem Dienst ist es möglich, neue Applikationen schneller einzubinden und Ergebnisse in einfacher Art mit Partnern auszutauschen. Effektiv strebt dabei eine hohe Interoperabilität mit Drittanbietern an. Der Dienst soll einfach genug sein, um eine virale Aneignung durch den Endnutzer zu ermöglichen. Für den Erfolg ist es besonders wichtig, dass die IT-Abteilungen weniger Widerstand gegenüber Cloud-Lösungen leisten und ein Bewusstsein für die Vorteile der Zusammenarbeit und Prozessabwicklung mithilfe von E-Mail erzeugt wird.

2.3.2 GOBERLIN – VERTRAUENSWÜRDIGER DIENSTEMARKTPLATZ ZUR VERMITTLUNG KOMMERZIELLER UND BEHÖRDLICHER DIENSTLEISTUNGEN

Dr. Klaus-Peter Eckert (Fraunhofer FOKUS),
<http://www.goberlin-projekt.de/>

Dienstbeschreibung

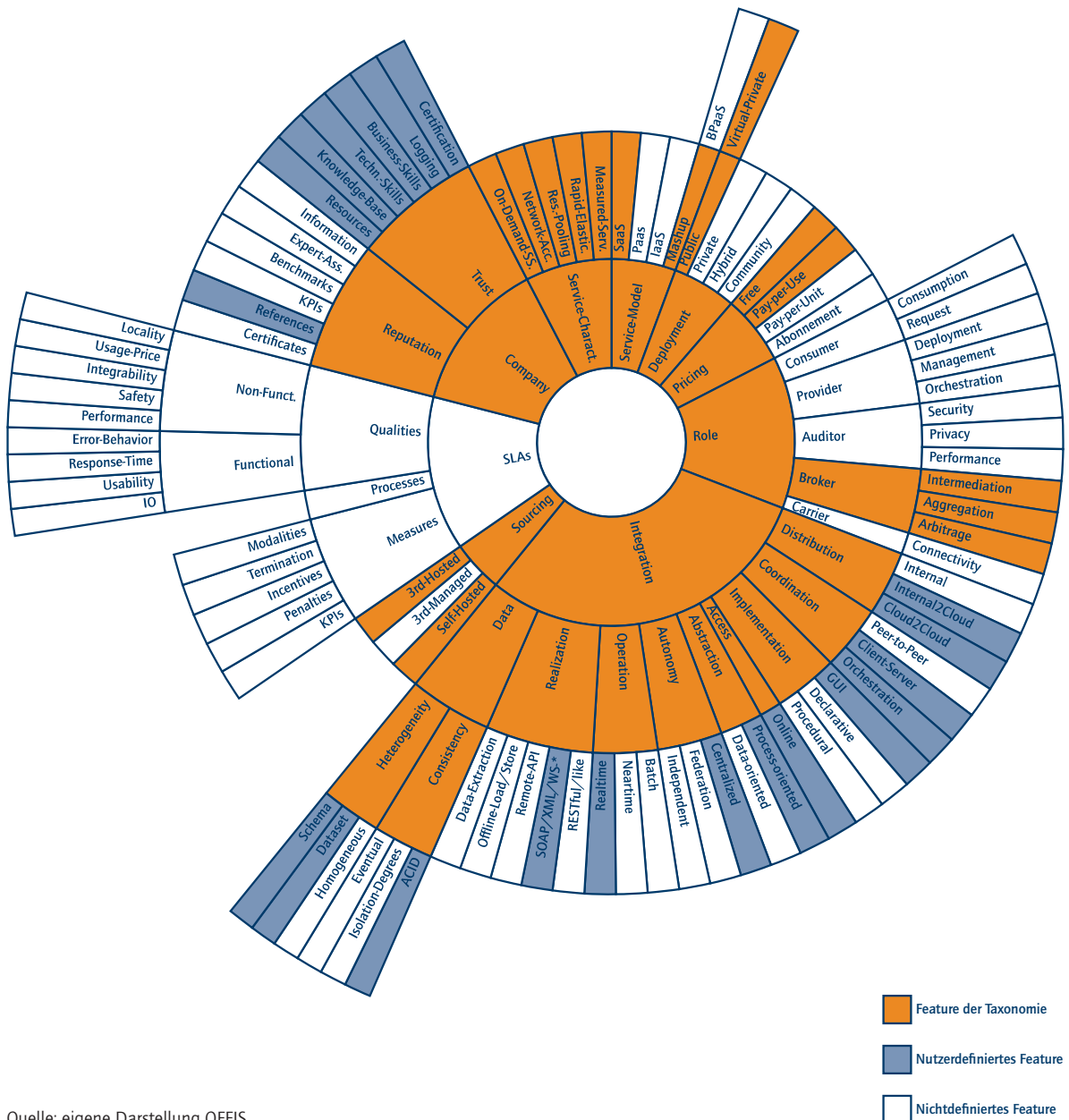
Im Rahmen des Projekts „goBerlin“ wird ein Marktplatz entwickelt, der Bürger bei der Veränderung von Lebenslagen – beispielsweise durch Umzug, Heirat oder die Geburt eines Kindes – unterstützen soll. Diese Veränderungen ziehen Prozesse, die durch gewerbliche Dienstleister abgearbeitet werden können, aber auch behördliche Prozesse nach sich. Behördliche Prozesse sind beispielsweise die Ummeldung beim Einwohnermeldeamt oder des PKW. Gewerbliche

Dienstleistungen sind zum Beispiel Handwerks-, Umzugsarbeiten oder Nachsendeaufträge für die Post. Marktplatzbetreiber ist das IT-Dienstleistungszentrum Berlin (ITDZ). Um dem Bürger eine Funktionalität zur Verfügung zu stellen, werden für verschiedene Lebenslagen sogenannte Lebenslagen-Apps eingerichtet, mit denen Umstellungsprozesse kombiniert und umgesetzt werden. Der Nutzer wählt aus dem Marktplatz die in seiner Situation adäquate „Lebenslagen-App“ aus.

Um diese Lebenslagen-Apps zur Verfügung zu stellen, ist ein mehrschichtiger Unterbau aus Fachdienstemarktplatz, Fachdiensteanbieterportal, Entwicklungsplattform, Laufzeitplattform und Betreiberportal vorgesehen. Einzelne öffentliche oder gewerbliche Dienstleistungen werden durch einen Fachdienstemarktplatz zur Verfügung gestellt. Dazu stellen die jeweiligen Anbieter ihre Fachdienste mittels Dienstbeschreibungen in das Diensteanbieterportal ein, aus denen Schnittstellen zum Marktplatz generiert werden. Diese Dienste werden in Lebenslagen-Apps in einer speziellen Entwicklungsumgebung kombiniert. Die resultierende App wird getestet, bei Zertifizierung durch den Marktplatzbetreiber in die Laufzeitplattform übernommen und im Marktplatz zur Verfügung gestellt. Besondere Schwerpunkte für externe Stakeholder sind die Fachdienstregistrierung für öffentliche und gewerbliche Dienstleister, die Kombination der Fachdienste in Lebenslagen-Apps und die Nutzung der Lebenslagen-Apps durch den Bürger.

Die Anwendungsfälle können im CSN, der im Rahmen des FBC-Projekts entstanden ist und die Einordnung von Diensten bezüglich des ebenfalls entwickelten Referenzkontexts kompakt wiedergibt, aus unterschiedlichen Sichten dargestellt werden. Die Verbindung von öffentlichen und gewerblichen Dienstleistungen zum Bürger in der Lebenslagen-App „Umzug“ wird im Folgenden exemplarisch für die Anwendung von Lebenslagen-Apps in goBerlin anhand von Abbildung 18 vorgestellt. Hierbei werden von behördlicher Seite beispielsweise die

Abbildung 18: Cloud Service Navigator von goBerlin – Vertrauenswürdiger Dienstemarktplatz zur Vermittlung kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Ummeldung im Bürgeramt und die Beantragung von Wahlscheinen sowie Anwohnerparkausweisen unterstützt. Eingebundene Dienstleister sind beispielsweise Umzugsunternehmen oder Autovermieter von Transportfahrzeugen, Verkehrsleitdienstleister zur Errichtung von Halteverbotszonen und die Post für die Einrichtung von Nachsendeaufträgen.

Der Cloud Service Navigator aus Sicht des Marktplatzbetreibers ITDZ zeigt die Marktplatzfunktion (SaaS), in der sich der Bürger registrieren und die Lebenslagen-App „Umzug“ nutzen kann. Diese App ist eine Zusammenstellung von Fachdiensten, also ein Mashup as a Service. Jeder Bürger kann auf den Marktplatz zugreifen (Public).

goBerlin (Consumer, Provider, Broker)

Vertrauenswürdiger Dienstemarktplatz zur Vermittlung kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen

Vorteile für Nutzer

- Gemeinsame Vermittlung kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen einschließlich Online-Zugriff auf eGovernment-Dienste
- Schnellere Implementierung neuer Anwendungen
- Erhöhte Datensicherheit

Aktuelle Herausforderungen

- Gewährleistung des Datenschutzes
- Erfüllung rechtlicher und regulatorischer Anforderungen
- Größere Interoperabilität mit Diensten Dritter

Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischer Bestimmungen
- Bessere Integration mit Inhouse-Lösungen

Durch eine Registrierung wird für den Benutzer ein privater Raum in der öffentlichen Zone (Virtual Private) erstellt, auf den nur er Zugriff hat und von dem aus er die Lebenslagen-Apps anstoßen kann. In diesem privaten Raum werden grundlegende persönliche Daten des Bürgers durch dessen Eingabe oder durch Anbindung des neuen Personalausweises abgelegt.

Die Lebenslagen-Apps sind für den Nutzer insofern kostenlos, als er für die Bündelung der Fachdienste keine Gebühr entrichten muss. Fallen durch einzelne Fachdienste Gebühren an, so werden diese transparent an den Bürger weitergegeben. Dienstleister entrichten gegebenenfalls eine Gebühr für jeden Vermittlungsversuch. Da der Marktplatzbetreiber eine Lebenslagen-App nicht selbst entwickelt, ist im Kontext der Vermittlung von Fachdiensten an Bürger eine Brokerfunktion gegeben, in der Dienste ausgewählt, gebündelt oder angereichert werden. In der Lebenslagen-App gibt der Benutzer in der Benutzeroberfläche (GUI) an, ob der jeweilige Fachdienst auch wirklich genutzt werden soll. Nach Zustimmung zur Übermittlung der notwendigen Daten aus dem Profil – gegebenenfalls um weitere notwendige Informationen für die Erbringung des Fachdienstes angereichert – kann der Dienst sofort (Realtime) mittels SOAP/WS-* angestoßen beziehungsweise einem gegebenenfalls wechselseitigen Protokoll gefolgt werden. Hierbei können Informationen in sowie aus der Marktplatz-Cloud und in externe Fachdienst-Clouds übertragen werden. Das ITDZ hostet unter Umständen die Fachdienste der öffentlichen Dienstleister, sodass auch eine ITDZ-interne Datenübermittlung stattfinden kann. Im Regelfall werden jedoch extern gehostete Fachdienste angesprochen. Der Marktplatz wird dem Bürger als Client-Server-System zur Verfügung gestellt, während die Verbindung zu den Fachdiensten eine Orchestrierung darstellt. Das Rechenzentrum selbst steht im ITDZ Berlin, sodass eine zentralisierte Datenverarbeitung mit einer den ACID-Eigenschaften entsprechenden Konsistenz im Marktplatz

stattfindet. Den erhobenen Bürgerdaten liegt ein fester Datensatz zugrunde, die Übermittlung der Daten zu den Fachdiensten folgt dem jeweiligen Schnittstellenschema. Werden Daten durch den Fachdienstleister benötigt, die aus Datenschutzgründen nicht im Marktplatz-Datensatz von Bürgern gespeichert sind, wird der Benutzer aufgefordert, die nötigen Daten einzugeben, die dann direkt – ohne Zwischenspeicherung – an den Dienstleister übermittelt werden. Gegebenenfalls werden für verschiedene Dienste mehrfach die gleichen Daten abgefragt. So ist die Bedienung zwar weniger komfortabel, der Fokus liegt aber auf der gesetzeskonformen Umsetzung des Datenschutzes. Service Level Agreements sind bisher nicht im Fokus der Konzeption.

Als Dienstleister für Informationstechnik in der Berliner Verwaltung wird die Reputation des ITDZ als Marktplatzbetreiber durch Referenzen gestärkt. Vertrauen wird durch eine breite Wissensbasis sowie die Erfahrung mit Verwaltungsdienstleistungen aufgebaut. Des Weiteren wird das Vertrauen in den Marktplatz dadurch gestärkt, dass sich das beteiligte Hochsicherheitsrechenzentrum lokal in Berlin befindet und dadurch nationalem Datenschutzrecht unterliegt. Zudem werden sämtliche Bürgeraktionen/Datenübermittlungen auf der Plattform geloggt und Lebenslagen-Apps sowie Fachdienstleister/-leistungen durch den Marktplatzbetreiber zertifiziert.

Alle fünf Cloud-Charakteristika sind vorhanden, wenn auch in unterschiedlich starken Ausprägungen. Beispielsweise wird ein weniger starker Anstieg des Bedarfs an Rechenkapazität erwartet, sodass Elastizität weniger wichtig erscheint. Zusätzlich kann bei einem schnellen Anstieg der Nachfrage zum Beispiel der Dienst eines Umzugsunternehmens nicht beliebig und nicht beliebig schnell mitskalieren. Diese Dienstleistung muss durch Personal geleistet werden, weswegen eine gewisse Zeit verstreicht, bevor Kapazitäten erneut belegt werden können.

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

Der Marktplatz goBerlin vermittelt kommerzielle und behördliche Dienstleistungen. Hierzu tritt goBerlin sowohl als Nutzer von IaaS als auch als Anbieter von PaaS und SaaS auf. Für die Nutzer des Marktplatzes ergibt sich der Vorteil, dass Dienstleistungen einschließlich des Online-Zugriffs auf eGovernment-Dienste von Behörden sowie kommerziellen Dienstleistern gemeinsam an Privatpersonen vermittelt werden. Außerdem können durch Nutzung der Plattform Anwendungen schneller implementiert werden, während gleichzeitig die Datensicherheit steigt. Die größten Herausforderungen liegen hier in mehreren Bereichen: Der Datenschutz muss sowohl für einen vertrauensvollen Marktplatz als auch für die durch den Marktplatz angebotenen/verwendeten Dienste Dritter gewährleistet sein und entsprechende Sicherheitsgarantien gegeben werden. Außerdem sind dem Marktplatz als Dienst-Broker zukünftig eingebundene Dienste technisch unbekannt. Allgemeine Kriterien für das Zusammenspiel verschiedener Dienste, um die Interoperabilität zu gewährleisten, müssen trotzdem erarbeitet werden. Die Kombination kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen ist ein Alleinstellungsmerkmal des Projekts, sodass nicht auf bisherige Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Eine intensive Prüfung durch Juristen ist unabdingbar, um rechtliche und regulatorische Anforderungen erfüllen zu können. Bei der Einbeziehung des neuen Personalausweises beispielsweise stehen Regularien dem Konzept des Marktplatzes mit der Brokertätigkeit bezüglich der Weitergabe von Daten an Dienstleister entgegen. Die Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischer Bestimmungen ist hier als externe Rahmenbedingung sehr wichtig. Regeln für die Umsetzung von Diensten im öffentlichen Umfeld wurden ohne Einbeziehung von Technologien wie Virtualisierung und Cloud entwickelt. Um Inhouse-Lösungen zeitgemäß anbinden zu können, ist eine kritische Überarbeitung dieser organisatorischen Prozesse notwendig.

2.3.3 LOGISTICS MALL – MARKTPLATZ FÜR LOGISTIKDIENSTLEISTUNGEN

Prof. Dr. Michael ten Hompel (Fraunhofer IML),
<http://www.logistics-mall.com/>

Dienstbeschreibung

Die Logistics Mall ist ein seit drei Jahren im Markt befindlicher Marktplatz für Logistikdienstleistungen in der Cloud. Die Logistics Mall übernimmt dabei mehrere Funktionen. Als Plattform für die Verknüpfung von extern entwickelten Softwarebausteinen und Geschäftsprozessdiensten bietet sie die nötige Infrastruktur, um Logistikprozesse zu kombinieren. Insbesondere wird zu diesem Zweck durch das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML, das Fraunhofer Institut für Software- und Systemtechnik ISST sowie den EffizienzCluster LogistikRuhr der Kommunikationsstandard „Geschäftsobjekte für die Logistik“ entwickelt, um das Zusammenspiel verschiedener Softwarebausteine stark zu vereinfachen. Des Weiteren stellt der Marktplatz nötige Ressourcen bereit, um die kombinierten Dienste für den Nutzer verfügbar zu machen. Nicht zuletzt ist die Logistics Mall aber auch eine Möglichkeit, unbekannte Dienste einer breiten Öffentlichkeit in der Logistikbranche vorzustellen und so neue Geschäftsbeziehungen zwischen Logistiksoftwarezulieferern und Logistikdienstleistern als Logistiksoftwarenutzer zu knüpfen. Aus technischer Sicht liegen bezüglich Cloud Computing zwei verschiedene Anwendungsfälle vor: zum einen die Plattform für die Kombination von Softwarebausteinen und zum anderen das Angebot dieser kombinierten Dienste für Logistikunternehmen. Beide Anwendungsfälle können einzeln im CSN, der im Rahmen des FBC-Projekts entstanden ist und die Einordnung von Diensten bezüglich des ebenfalls entwickelten Referenzkontexts kompakt wiedergibt, aus unterschiedlichen Sichten dargestellt werden. Der CSN eignet sich aber auch, die Obermenge aller Dienste des Marktplatzes für Logistikdienste darzustellen und so die gesamte Bandbreite des Marktplatzes widerzuspiegeln (siehe Abbildung 19).

Im Cloud Service Navigator aus Sicht des Diensteanbieters „Marktplatz“ wird die Doppelfunktion des Marktplatzes durch die unterschiedlichen Rollen als Provider von Plattform- (PaaS) und Infrastrukturdiensten (IaaS) sowie als Broker von Softwarebausteinen (SaaS) und Geschäftsprozessdiensten (BPaaS) deutlich. Hinzu kommt die unabhängige Instanz des Fraunhofer IML als Auditor der Services. Der Marktplatz selbst wird öffentlich (Public) bereitgestellt, während einzelne Logistikdienste und deren Kombination jedoch in nur für Nutzer abgetrennten Bereichen (Virtual Private) quasi firmenintern abgesichert sind. Auch die Nutzung in unternehmenseigenen Rechenzentren des jeweiligen Anwenders (Private) ist möglich. Alle Cloud-spezifischen Möglichkeiten der Vergütung und deren Kombinationen werden angeboten. Das genutzte Ertragsmodell zwischen Logistikdienstleister und Softwareanbieter kann dabei auf das Ertragsmodell zwischen Softwareanbieter und Marktplatz entweder übertragen oder anders verhandelt werden, sodass beispielsweise eine Bezahlung pro Anwender erfolgt. Um die Kosten für Anwendungen an Betriebs- und Prozesskosten seitens des Marktplatzes zu binden, wäre für den Marktplatz das Pay-per-Use-Konzept erstrebenswert, während Nutzer häufig die beispielsweise monatlich zu leistende feste Vergütung eines Abonnements bevorzugen.

Durch den Anwender erfolgt der Zugriff von und in die Cloud. Da jedoch vom System auch externe Cloud-Dienstleistungen wie beispielsweise ein Online-Shop-Service genutzt werden, wird auch zwischen Clouds kommuniziert. Prozesse werden mittels einer GUI orchestriert, die Implementierung erfolgt prozedural. Prozesse werden nach Reihenfolge ihres Auftretens nach und nach abgearbeitet (Batch-Operation), und die Kommunikation ist sowohl mit RESTful-Webservices als auch mittels SOAP realisiert. Daten werden innerhalb von sogenannten Business Objects gebündelt, um Schnittstellen zu standardisieren. Der Marktplatz selbst und auch viele Software-/Prozessbausteine werden durch den Marktplatzbetreiber gehostet, gegebenenfalls wird jedoch durch das System auch auf fremd gehostete und gemanagte Bausteine zugegriffen.



Da vorhandene Anwendungssoftware vollständig abgelöst werden können soll, ist eine technische Integration notwendig, und ein eigenes Bus-System wird für die Datenintegration verwendet. Integrationsprozesse werden kundenindividuell berücksichtigt. Sowohl das Hosting als auch Wartung und Management erfolgen durch das Systemhaus in Deutschland, wodurch der Marktplatz nationalem Datenschutzrecht unterliegt. Die Nutzung der Plattform ist jedoch auch als Private Cloud im anwender-eigenen Rechenzentrum möglich, sodass darüber hinaus eigene Datenschutzrichtlinien umgesetzt werden können. Neben Standardklauseln wird der Support über SLA abgedeckt. Für die Plattform und Anwendungen gibt es einen Basis-

Support, der nach Häufigkeit und Abrechnung gestaffelt ist. Der Softwaresupport erfolgt durch die Hersteller der jeweiligen Software selbst. Die Qualität des Marktplatzes und von Diensten wird mittels der KPI gemessen. Funktionale sowie nichtfunktionale Anforderungen an die Dienstqualität werden individuell vereinbart, und Vertrauen wird sowohl durch einen eigenen, zertifizierten Datenschutzbeauftragten und das eigene einsehbare Rechenzentrum als auch durch Transparenz auf allen Ebenen aufgebaut.

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

Die Logistics Mall als Marktplatz für Logistikdienstleistungen erbringt Dienste als Provider einer Plattform, auf der extern programmierte Dienste laufen. Gleichzeitig nimmt der Marktplatz externe Dienste auch als Consumer in Anspruch. Hinzu kommt die Rolle des Prozess-Designers, in der die Dienstbausteine zu Logistikprozessen verknüpft werden. Für die Nutzer des Marktplatzes ergibt sich durch eine auf lange Sicht geringere Notwendigkeit von Anpassungen an Inhouse-Lösungen der Vorteil, dass Anwendungen beim Endnutzer schneller ausgerollt werden können. Außerdem vereinfacht sich die gemeinsame Nutzung von Systemen mit Partnern, und die individuelle Geschäftsprozessmodellierung unterstützt die Umsetzung der jeweils firmeneigenen Geschäftsprozesse. Die Vorteile werden durch die Bewältigung der entsprechenden Herausforderungen geschaffen. Die größten Herausforderungen hierbei sind die Steigerung der Interoperabilität mit Diensten Dritter und die Integrationsfähigkeit des Systems mit Inhouse-Lösungen durch die Definition von Gateways beziehungsweise Schnittstellen für Daten. Besonders das Ermöglichen der Modellierung von Prozessen nicht durch IT-Kräfte, sondern durch Fachanwender ist für die Logistics Mall eine Herausforderung. Für die Logistics Mall ergeben sich jedoch auch Hindernisse durch Rahmenbedingungen, die nicht von ihr beeinflussbar sind. So ist durch ein allgegenwärtiges Vorurteil – Cloud Computing sei unsicher – die Etablierung des Marktplatzes schwierig. Ein solches Vorurteil aufbrechen zu können, gegebenenfalls durch Klärung

Logistics Mall (Consumer, Provider und Logistics Process Designer)

Marktplatz für Logistikdienstleistungen

Vorteile für Nutzer

- Schnelleres Ausrollen von Anwendungen bei Endnutzern
- Vereinfachung der gemeinsamen Nutzung von Systemen mit Partnern
- Individuelle Geschäftsprozessmodellierung und -nutzung

Aktuelle Herausforderungen

- Größere Interoperabilität mit Diensten Dritter
- Integrationsfähigkeit mit Inhouse-Lösungen
- Prozessmodellierung durch Fachanwender

Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Verringerung der Ängste der Nutzer vor Datenverlust
- Weniger Widerstand gegenüber Cloud-Lösungen in IT-Abteilungen
- Aufbrechen des Vorurteils „Cloud Computing ist unsicher“

der geltenden Rechtslage und regulatorischen Bestimmungen, wäre aus Sicht der Logistics Mall ein großer Gewinn. Auch die Verringerung der Ängste der Nutzer vor Datenverlust und ein geringerer Widerstand gegenüber Cloud-Lösungen in IT-Abteilungen sind Teil dieser Aufgabe.

2.3.4 SEEBURGER – WECHSELPROZESSE IM MESSWESEN (WIM) CLOUD-SERVICES

Zoran Petrovic (SEEBURGER),
<http://www.seeburger.de/utilities-versorger/utilities-cloud-services.html>

Dienstbeschreibung

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) schreibt Geschäftsprozesse und Austauschdatenformate vor, welche unter anderem den Wechsel von Messstellenbetreiber (MSB) und Messstellendienstleister (MDL) sowie die Übermittlung von Messwerten (etwa bezüglich der Energieentnahme beim Endverbraucher) und Geräteinformationen für die Elektrizitäts- und Gasversorgung standardisieren. Diese Geschäftsprozesse und Austauschdatenformate sind durch die „Wechselprozesse im Messwesen“ (WiM) beschrieben. Die Prozesse zwischen MSB, MDL, Verteilnetzbetreiber (VNB) sowie Lieferanten (LF) und die Nachrichtenkommunikation werden von der BNetzA regelmäßig – im Turnus von sechs Monaten – angepasst. Die Umsetzung der Vorgaben ist an Fristen gebunden. Dadurch ergibt sich für die Entwickler der Softwaresysteme dieser Branche eine notwendige, regelmäßige und teilweise komplexe Anpassung ihrer Software. Die Kosten dafür werden in klassischen On-premise-Lösungen an gegebenenfalls wenige Kunden weitergegeben. Genau an dieser Stelle kann ein Cloud-Dienst den Aufwand der Softwarewartung vieler Parteien, insbesondere KMU, bündeln und durch sogenannte Perpetual Betas – inkrementelle, kleine Updates – ständig den aktuellen Auflagen entsprechen. Hierfür hat die SEEBURGER AG eine Cloud-Lösung, die WiM Cloud-Services, entwickelt

und eingeführt. Dieser konkret umgesetzte Cloud-Dienst wird im Folgenden mithilfe des CSN dargestellt. Der CSN gibt die Einordnung des konkret vorhandenen Dienstes in den ebenfalls im Rahmen des FBC-Projekts entwickelten Referenzkontext für Cloud-Dienste kompakt wieder (siehe Abbildung 20).

Im CSN aus Sicht des Diensteanbieters SEEBURGER wird die Funktion des WiM-Dienstes als Software as a Service festgehalten. Da sicherheitssensibel und unternehmenskritische Daten verarbeitet werden, ist die Bereitstellung des Dienstes für einzelne Markttrollen quasi rollenspezifisch – als Private Cloud – realisiert. Auf Infrastruktur-/Plattformebene bedeutet dies, es sind getrennt laufende SaaS für jede einzelne Markttrolle. Die Datenhaltung erfolgt also separat nach Kunde und Markttrolle. In der WiM-Cloud wird hier also ein Private Cloud Storage as a Service genutzt. Darüber wird auch die Mehrmandantenfähigkeit hergestellt. Auf der Ebene des Computing wird dieselbe Hardware verwendet. Insofern werden Skaleneffekte genutzt.

SEEBURGER beziehungsweise Anwender unterliegen bei der Integration besonderen Bedingungen (Constraints), die einzuhalten sind und sich als nutzerdefinierte Features im CSN wiederfinden. Die WiM-Cloud ist keine zentrale Datendrehscheibe. Vorgabe der BNetzA ist, dass Daten durch Dienstnehmer archiviert werden. Weiterhin schreibt die BNetzA eine Rollentrennung vor (MSB, MDL ...), sodass die WiM-Cloud die Funktionalität eines Mehrmandanten-Systems erfüllt. Außerdem müssen unterschiedliche, physikalisch getrennte Quellen integriert werden. Diese Integration geschieht während des laufenden Betriebs, also online. SEEBURGER als Cloud-Service-Provider übernimmt das Deployment, das Management und die Orchestrierung des Dienstes, der alle Cloud-Charakteristika erfüllt. Insbesondere zu Abrechnungszwecken wird der Service gemessen. Hierbei wird das von SEEBURGER definierte Pay-per-Utility, also die Bezahlung anhand der verwalteten Zählpunkte, verwendet, wobei die Anzahl der Transaktionen für die Geräte

bekannt ist. So erfolgt die Bezahlung gekoppelt an den tatsächlichen Nutzen. Das Hosting des Cloud-Dienstes erfolgt durch SEEBURGER selbst, sodass die Abnehmer sich auch hier auf Kernkompetenzen konzentrieren können und keine eigene IT für die WiM betreiben müssen. Das Service Level Agreement garantiert die Verfügbarkeit zwischen neun und 17 Uhr, ein Datenschutzformular legt die Datensicherheit sowie den Datenschutz fest. SEEBURGER behält sich eine Stunde zur Fehlerbehebung vor und räumt Kunden die Möglichkeit ein, monatlich zu kündigen. Der Datenexport und die Migration können per USB-Stick oder per Mail erfolgen. Zur Messung der Systemleistung sind mehr als 200 KPIs in Verwendung. Mithilfe eines ISO-27001-Zertifikats, von Referenzen als Marktführer mit über 100 Anwendern, gewonnener Preise, von Partnern in verschiedenen Cloud-Projekten und der möglichen, schnellen Exit-Strategie wird die Reputation des Unternehmens untermauert.

Als besonderen Zugriffspunkt – neben den Standardzugriffen mittels verschiedener Browser – bietet SEEBURGER für den WiM-Dienst auch mobile Applikationen für iOS-, Android- und Windows-Mobile-Betriebssysteme. Mit mobilen Endgeräten teilen MSB dem System beispielsweise mit, dass ein Zählerwechsel erfolgen soll. Der Umstand, dass Messgeräte-basiert abgerechnet wird, macht die Cloud-Lösung für zum Beispiel LF und MSB interessant, da Investitionen in die eigene Softwareentwicklung entfallen und durch den Cloud-Service-Provider (CSP) übernommen werden. Durch die Nutzung der gleichen Hardware für das Computing lassen sich viele Anwender mit einer Plattform bedienen, sodass mittels Resource Pooling Skaleneffekte erzielt werden können. Neben der Tatsache, dass sich der Entwicklungsaufwand aus Sicht des Anbieters auf viele Abnehmer verteilt, führen die Skaleneffekte des Dienstes zu einer weiteren Effizienzsteigerung beim Anbieter.

SEEBURGER WiM in der Cloud (Provider)

Wechselprozesse im Messwesen (WiM) Cloud-Services

Vorteile für Nutzer

- Nutzungsbasierte Abrechnung
- Keine Kapitalbindung
- Nutzung des aktuellsten und neuesten Funktionsumfangs

Aktuelle Herausforderungen

- Erfüllung rechtlicher und regulatorischer Anforderungen
- Größere Anpassbarkeit der Cloud-Dienste

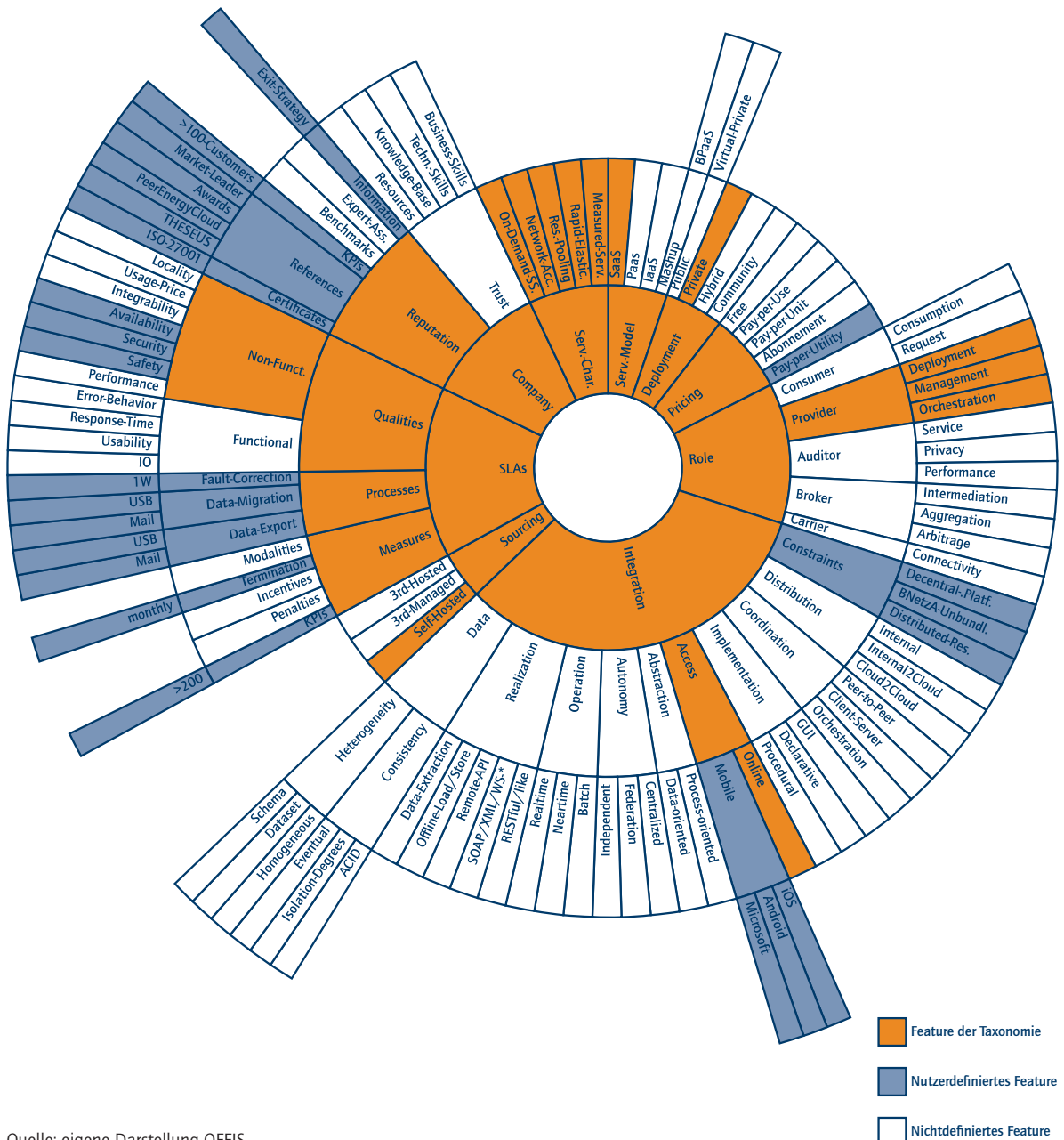
Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Verringerung der Ängste der Nutzer vor Datenverlust
- Änderung der Unternehmenskultur der Nutzer
- Weniger Widerstand gegenüber Cloud-Lösungen in IT-Abteilungen

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

Die SEEBURGER WiM in der Cloud realisieren die von der Bundesnetzagentur vorgeschriebenen Wechselprozesse im Messwesen (WiM) in der Cloud. Hierzu tritt SEEBURGER als Anbieter von Software as a Service (SaaS) auf. Jeweils zum 1. April und 1. Oktober ändert sich die rechtliche Grundlage der BNetzA zur Umsetzung von WiM. Durch den SEEBURGER WiM Cloud-Service wird den Nutzern die Pflicht abgenommen, die Umsetzung fristgerecht vorzunehmen. Durch Anpassungen des Cloud-Dienstes ist die Verwendung ständig konform mit den aktuellsten und neuesten Auflagen, ohne dass sich auf Nutzerseite etwas ändern muss. Der Nutzer entgeht Anpassungen an die eigene Software und muss keine Hardware für die entsprechenden Dienste vorhalten. Dadurch können durch SEEBURGER die Vorteile der nutzungsbasierten Abrechnung weitergegeben werden, und beim Nutzer ist kein Kapital für Hardware oder Software gebunden. Die größten Herausforderungen für SEEBURGER sind hierbei die Erfüllung der sich ständig ändernden rechtlichen sowie regulatorischen Anforderungen und die größere Anpassbarkeit des Cloud-Dienstes. Um mit dem Dienst

Abbildung 20: Cloud Service Navigator von SEEBURGER – Wechselprozesse im Messwesen (WiM) Cloud-Services



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

flexibel auf veränderte Anforderungen reagieren zu können, ohne seitens des Providers große und teure Anpassungen an die Software vornehmen zu müssen, wird der Dienst in einer auf unterschiedlichste Anforderungen zutreffenden Allgemeinheit umgesetzt und mittels Einstellungen zur Erfüllung aktueller Auflagen konfiguriert. Die Ängste der Nutzer vor Datenverlust und die Sorge, Datenschutzaufgaben nicht einzuhalten, können die Nutzung des Cloud-Services verhindern. Die Verringerung dieser Ängste ist eine Rahmenbedingung für die SEEBURGER WiM Cloud-Services. Außerdem spielt die Änderung der Unternehmenskultur der Nutzer eine wichtige Rolle. Während Fachabteilungen die einfache Umsetzung in der Cloud schnell befürworten und anstreben, ist der Widerstand gegenüber der Cloud-Lösung in IT-Abteilungen groß. Je weniger die IT-Abteilung die Entscheidung zur Verwendung der Cloud beeinflussen kann, desto eher wird der Cloud-Service genutzt.

2.3.5 CLOUD4HEALTH – CLOUD-INFRASTRUKTUR FÜR BIG DATA-ANALYSE IN DER MEDIZIN

Dr. Philipp Daumke (Averbis),
<http://www.cloud4health.de/>

Dienstbeschreibung

Das Projekt „cloud4health“ wird seit November 2011 im Rahmen der Trusted Cloud-Initiative vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) mit dem Ziel gefördert, Cloud-Dienste für die Sekundärnutzung sowohl strukturierter als auch unstrukturierter medizinischer Routinedaten zu entwickeln. Unterschiedliche Anwendungsszenarien wie das retrospektive Erstellen von Registern oder Studien zur Medikamentensicherheit sollen den Nutzen des Projekts für unterschiedliche Akteure des Gesundheitswesens beweisen.

Der technische Fokus des Projekts liegt auf einem datenschutzkonformen, Cloud-basierten Lösungsansatz für die Extraktion

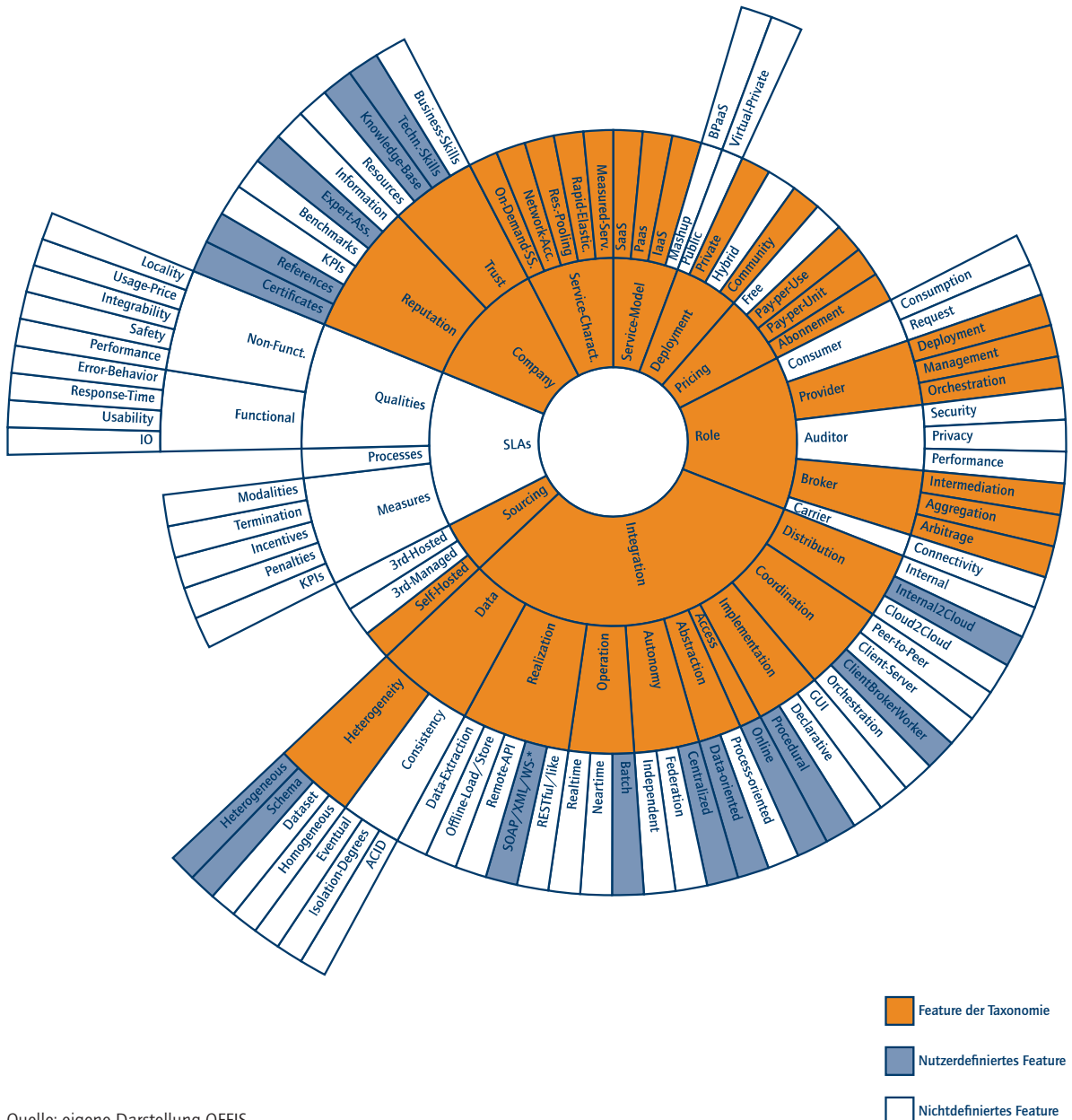
von anwendungsfallspezifisch relevanten Informationen aus medizinischen Freitexten. Mittels Data Warehouse- und Data Mining-Technologien werden die analysierten Freitexte und strukturierten Datenbestände statistisch ausgewertet und in einem zentralen Studienportal zur Verfügung gestellt.

Die Partner Averbis GmbH, Fraunhofer SCAI, Universität Erlangen-Nürnberg, RHÖN-KLINIKUM AG und TMF e.V. haben dabei einen flexiblen Ansatz entwickelt, der einerseits durch den Einsatz der Cloud-Technologien die Verarbeitung von großen Datenbeständen (Big Data) ermöglicht, andererseits aber auch sicherstellt, dass dies datenschutzkonform geschieht. Dafür stellt das Projekt ein Tool bereit, mit dem datenschutzrechtlich kritische Informationen vor der Verarbeitung in der Cloud aus den Freitexten entfernt werden können. Die Verarbeitung der Texte in der Cloud erfolgt dabei in parallel betriebenen virtuellen Maschinen, die lastabhängig von einem Broker für die Verarbeitung hoch- und anschließend wieder heruntergefahren werden. Dieser dynamische Betrieb dient einerseits als Abrechnungsmodell und erhöht außerdem weiter den Datenschutz, da keinerlei bei der Datenverarbeitung entstehende temporäre Daten permanent gespeichert werden.

Dieses Szenario wird in Abbildung 21 in Form eines CSN dargestellt.

Der Cloud Service Navigator aus Sicht des Dienstbieters cloud4health zeigt sowohl die Text-Mining-Funktion (SaaS), in der aus anonymisierten Patientenbriefen computerlesbare Informationen extrahiert werden, als auch die Studienportal-Funktion, in der auf Infrastrukturdienste (IaaS) zur Datenhaltung und auf Plattfordmdienste (PaaS) zur Entwicklung von Analysen mittels Data Mining zugegriffen werden kann. Hierzu wird der Dienst entweder für einen Zusammenschluss von Krankenhäusern in einer Community Cloud-Umgebung oder für ein Krankenhaus in einer privaten Cloud-Umgebung ausgerollt. Hierbei tritt cloud4health sowohl als Provider des Text-Mining-Dienstes

Abbildung 21: Cloud-Dienstbeschreibung des Szenarios zur frühzeitigen Nebenwirkungserkennung aus Sicht des Diensteanbieters cloud4health mit der Doppelfunktion aus Text-Mining-Werkzeug und Studienportal



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

und von Infrastrukturdiensten zur Datenhaltung als auch als Broker zwischen Krankenhaus und Pharmaunternehmen für Datenbestände zur Analyse auf. Für das Ertragsmodell können alle Varianten oder deren Kombination angewendet werden, solange auch ein Ertrag erzielt wird. Das Pay-per-Use-Konzept wird jedoch durch den Anbieter favorisiert, um gemäß der anfallenden Arbeit abrechnen zu können.

In den einzelnen Krankenhäusern werden die anonymisierten Daten aus einer klinikinternen Datenbank auf verschiedene, parallel laufende, virtuelle Maschinen in der Cloud zur Verarbeitung mittels eines zwischengeschalteten Brokers verteilt. Bei der Übertragung der Eingabe- und Ausgabedaten des Text Mining wird der SOAP/XML/WS-*Stack genutzt. Die Anbindung wird durch eine zur Verfügung gestellte Java-Bibliothek vereinfacht, wobei die anonymisierten Patientenbriefe nach und nach (im Batch-Betrieb) in ihren jeweils für ihre Verarbeitung gestarteten virtuellen Maschinen bearbeitet

werden. Viele virtuelle Maschinen können gleichzeitig Daten verarbeiten, um das Text Mining zu beschleunigen. Das System verarbeitet unstrukturierte Freitexte, die als Eingabedaten völlig heterogen sind. Als Ausgabeformat wird das Schema XML-ODM genutzt. Das Hosting erfolgt entweder in einer Community-Cloud oder als private Cloud im Rechenzentrum eines der beteiligten Krankenhäuser. Service Level Agreements sind bisher nicht im Fokus der Konzeption.

Zur Steigerung der Reputation wird eine Zertifizierung angestrebt. Als Referenz dienen die beteiligten Krankenhäuser und die beteiligten Systemhäuser mit ihrer jeweiligen Fachkompetenz. Somit wird auch das Vertrauen in den Bereichen der Wissensbasis und der technischen Fertigkeit gesteigert. Als vertrauenssteigernd gilt zudem die Mitarbeit des TMF e. V. – einer unabhängigen Non-Profit-Organisation – im Bereich des Datenschutzes.

Alle fünf Cloud-Charakteristika gemäß dem konsolidierten Referenzmodell sind vorhanden, wobei ein Fokus auf die Selbstbedienung bei Bedarf an diesem Dienst gelegt wird.

cloud4health (Provider)

Cloud-Infrastruktur für Big Data-Analyse in der Medizin

Vorteile für Nutzer

- Nutzungsbasierte Abrechnung
- Schnellere Skalierbarkeit von IT-Diensten
- Förderung von Standardsystemen

Aktuelle Herausforderungen

- Datenschutzkonforme Anonymisierung von Daten zur Datenbeschaffung
- Erfüllen rechtlicher und regulatorischer Anforderungen
- Integrationsfähigkeit mit Inhouse-Lösungen

Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Beseitigung des generellen Zweifels am Nutzen
- Einführung einer Richtlinie zur datenschutzkonformen Anonymisierung

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

cloud4health stellt als Provider einen Dienst zur Analyse von medizinischen Freitexten zur Verfügung, um diese Daten der sekundären Nutzung für Wirtschaft und Forschung zuzuführen. Für die Nutzer des Dienstes ergibt sich der Vorteil, durch eine nutzungsbasierte Abrechnung eine lange Lizenzierung zu umgehen und dass durch die Skalierbarkeit des Dienstes Ergebnisse der Auswertung schnell vorliegen. Weiterhin werden Standardsysteme gefördert, welche die Verarbeitung von Patientendaten vereinfachen. Die größten Herausforderungen, die intern bearbeitet werden, sind die datenschutzkonforme Anonymisierung von Daten als Grundlage für die Errichtung eines Bestandes von Patientendaten zur Gewährleistung des Datenschutzes und das Erfüllen rechtlicher und regulatorischer Anforderungen sowie die Anbindung von Inhouse-Lösungen an die Cloud. Die Heterogenität der Datenschutzbestimmungen auf Länder, Bundes- und EU-Ebene

stellt eine große Herausforderung für die flächendeckende Verwendung medizinischer Daten dar. Eine einheitliche Richtlinie für die Sekundärnutzung dieser Daten für die Versorgung, Qualitätssicherung und Forschung könnte große wirtschaftliche und medizinische Potenziale heben. Zudem ist bezüglich der Vorteile, Risiken und des Nutzens von Cloud Computing Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit bei allen Stakeholdern zu leisten, um das Vertrauen in eine rechtssichere Nutzung zu verbessern. In kritischen Domänen wie dem Gesundheitswesen ist es wichtig, dass Leuchtturmprojekte aufzeigen, wie Cloud Computing sicher und rechtskonform betrieben werden kann.

2.3.6 TRESOR – TRUSTED ECOSYSTEM FOR STANDARDIZED AND OPEN CLOUD-BASED RESOURCES

Alexander Grzesik (Medisite),
<http://www.cloud-tresor.de/>

Dienstbeschreibung

Im Rahmen des Projekts „TRESOR“ wird ein Cloud-Ökosystem für Cloud-Dienste im Gesundheitswesen durch die Konsortialpartner Bitplaces GmbH, Deutsches Herzzentrum Berlin, Paulinen Krankenhaus e. V., medisite Systemhaus GmbH, T-Systems International GmbH und die Lehrstühle Informations- und Kommunikationsmanagement (IKM) sowie Service-centric Networking (SNET) der Technischen Universität Berlin entwickelt. Dieses Ökosystem soll die Nutzung der Vorteile von Cloud Computing im medizinischen Bereich ermöglichen, sodass Kosten optimiert werden können und die Qualität der Patientenversorgung steigt. Das Business to Business-System verbindet beispielsweise verschiedene oder mehrere Krankenhäuser mit IT-Dienstleistern. Das Ökosystem besteht aus einer offenen Plattform, die Basisfunktionalitäten zur Verfügung stellt, um es Dienstleistern zu ermöglichen, Dienste für das Gesundheitswesen in der Cloud anzubieten. Die Plattform basiert auf einer Open

Source PaaS-Plattform, welche unter anderem um die Anbindung an die fachliche Patientenverwaltung erweitert wurde. Durch die Verwendung einheitlicher Schnittstellen werden Dienste wiederverwendbar und austauschbar, sodass ein Vendor Lock-In vermieden wird. Es existiert ein zentraler TRESOR Cloud Proxy, der jegliche Dienstenutzung überwachen und steuern kann. Dies beinhaltet die Anbindung an ein zentrales Identitäts-Management-System, die Auswertung flexibler Security und Privacy Policies, die Überwachung von SLA-Parametern, die Auswertung und Nutzbarmachung von Lokationsinformationen sowie das revisionssichere Logging. Der Datenschutz der übertragenen, sensiblen Nutzdaten wird über das Trusted Cloud Transfer Protocol (TCTP) sichergestellt. Die flexible Definition von individuellen Policies durch Dienstenutzer ermöglicht die einheitliche Durchsetzung von Unternehmensrichtlinien über alle Cloud-Services hinweg. Des Weiteren stellt TRESOR einen Marktplatz dar, auf dem die Dienstleistungen von Dienstnehmern ausgewählt werden können, und trägt so zur Verbreitung der Dienste bei, sodass Dienstentwickler größere Zielgruppen erreichen. Bei dieser Marktplatz-Funktion kommt dem Projekt TRESOR die Funktion des Brokers zu. In dieser vermittelt und kombiniert TRESOR verschiedene Dienste aus dem Marktplatz. Hierbei wird ein besonderer Schwerpunkt auf die Einhaltung von Unternehmensrichtlinien, Sicherheitsregeln und gesetzlichen Vorgaben gelegt.

Die Einrichtung des Dienstes deckt unterschiedlichste Anwendungsfälle ab. Neben dem Szenario „Prüfung auf Arzneimittelinteraktionen“ ist ein im Projekt fokussierter Anwendungsfall die medienbruchfreie medizinische Verlaufsdokumentation. Diese vereinfacht und beschleunigt die stations- oder klinikübergreifende stationäre Versorgung von Patienten. Anhand des Cloud Service Navigators in Abbildung 22, der im Rahmen des FBC-Projekts entstanden ist und die Einordnung von Diensten bezüglich des ebenfalls entwickelten Referenzkontexts kompakt wiedergibt, werden sowohl die Marktplatzfunktion als auch der Anwendungsfall im Folgenden detailliert dargestellt.

Der Cloud Service Navigator aus Sicht des Diensteanbieters TRESOR (siehe Abbildung 22) visualisiert zum einen die Zurverfügungstellung von Softwarediensten, etwa die medienbruchfreie medizinische Verlaufsdokumentation (SaaS), und zeigt zum anderen den Marktplatz als Plattform für Dienstleistungsangebote (PaaS). Das Bereitstellungsmodell unterstützt theoretisch alle Varianten. Der Marktplatz für die Software ist öffentlich (Public) beziehungsweise in einer für die Teilnehmer abgegrenzten öffentlichen Zone (Virtual Private) zugänglich. Für die Einhaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen oder Unternehmensrichtlinien können Dienste aber auch beispielsweise in den Rechenzentren einzelner Krankenhäuser (Private) oder für den Zusammenschluss von Krankenhäusern (Community) gehostet werden. Als Ertragsmodell sind verschiedene Ausprägungen oder Kombinationen je nach Nachfrage möglich, wobei die Verwendung des Pay-per-Use-Konzepts oder

monatlicher Abschläge durch das TRESOR-Projekt als am wahrscheinlichsten angesehen wird. TRESOR tritt in der Rolle des Anbieters (Provider) der Marktplatzplattform, aber auch als Broker von Software oder Plattformen von Drittanbietern auf. Hierzu wird durch Audits das Vertrauen in die Sicherheitskonformität von Diensten dritter Parteien gewährleistet.

Die Integration der TRESOR-Cloud erfolgt unter Verwendung von RESTful-Schnittstellen. Die Datenkonsistenz ist vom Anwendungsfall abhängig. Bei der medienbruchfreien medizinischen Verlaufsdokumentation entspricht diese dem ACID-Prinzip. Für die verlaufsübergreifende Einsichtnahme von Daten werden Basisschemata aus dem medizinischen Bereich verwendet und erweitert. Es können aber auch schemafreie Daten übertragen werden. Das Hosting des Marktplatzes erfolgt durch Partner im TRESOR-Konsortium. Die wegen der Einhaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen und Unternehmensrichtlinien in Rechenzentren beteiligter Krankenhäusern gehosteten Anwendungen werden vom TRESOR-Betreiber gemanagt, um ohne Aufwand durch den Dienstnehmer Dienste verfügbar zu machen. Der TRESOR Cloud-Proxy bietet die Möglichkeit der Erfassung von KPI zur Dienstqualität. Dies sind unter anderem Verortung von Diensten (im Dienstprofil festgelegt), die Nutzungsgebühr (über das TRESOR-Billing), die Sicherheit (durch TLS/Trusted Cloud Transfer Protocol) und das Fehler- und Antwortverhalten. Darauf aufbauend wird geprüft, ob im TRESOR-Preismodell eventuelle Strafen und Anreize definiert werden können. Die SLA können in einem flexiblen Prozess definiert und geändert werden.

Zur Steigerung der Reputation sind Zertifikate und externe Audits für TRESOR interessant, und auch für die Plattform entwickelte Fremddienste sollen begutachtet werden. Als Referenzen dienen sowohl der Betreiber des hostenden Rechenzentrums als auch die im Konsortium involvierten Krankenhäuser. Durch Informationen und

TRESOR (Provider, Broker)

Trusted Ecosystem for Standardized and Open Cloud-based Resources

Vorteile für Nutzer

- Reduzierung der IT-Gesamtkosten
- Bessere Verfügbarkeit und Performance der IT
- Erhöhte Datensicherheit

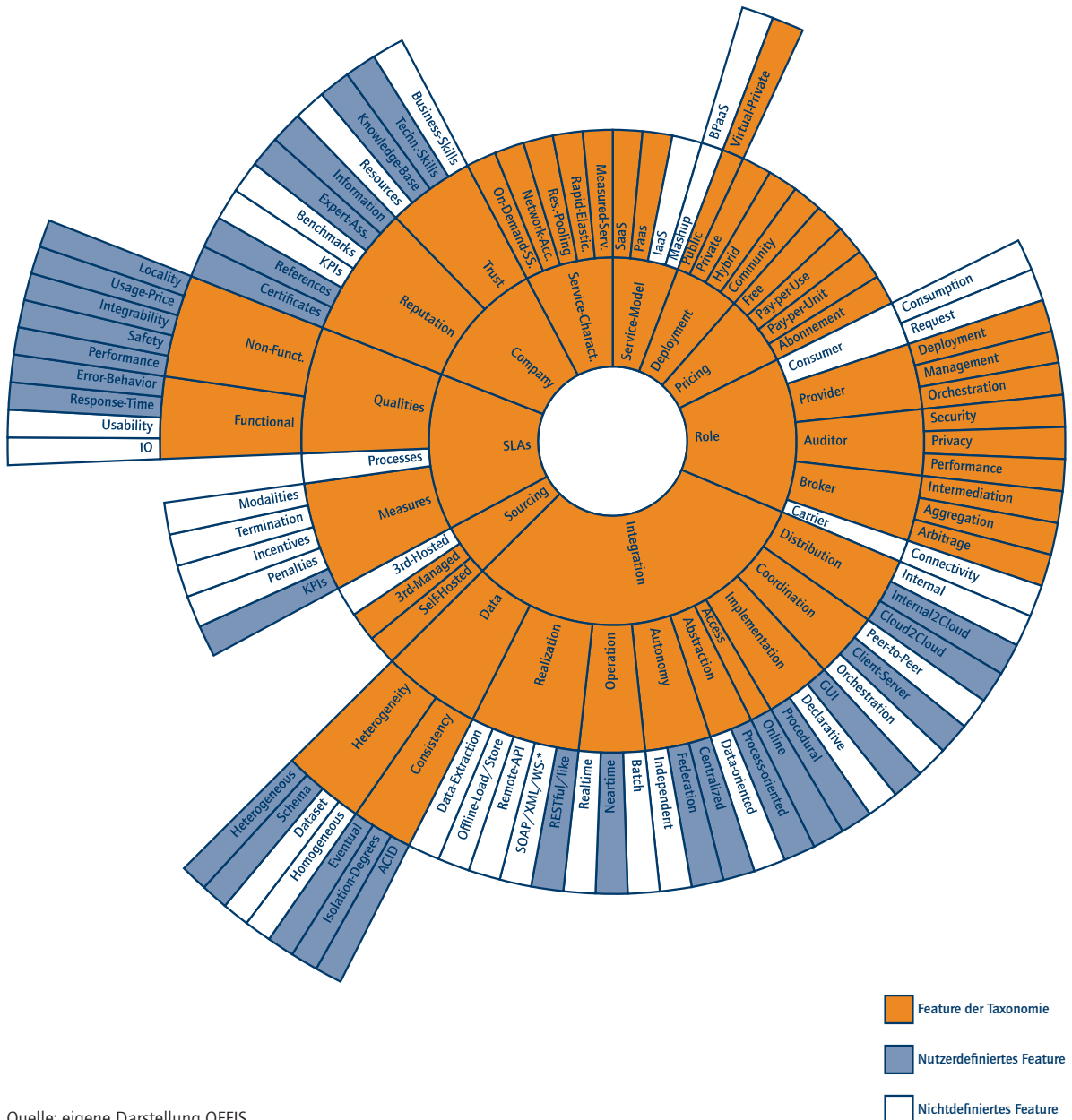
Aktuelle Herausforderungen

- Gewährleistung von Sicherheitsgarantien
- Gewährleistung des Datenschutzes
- Erfüllung rechtlicher und regulatorischer Anforderungen

Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Verringerung der Ängste der Nutzer vor Kontrollverlust über die Daten
- Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischer Bestimmungen

Abbildung 22: Cloud-Dienstbeschreibung des TRESOR Cloud-Angebots aus Sicht des Dienstanbieters



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

Veranstaltungen wird die Transparenz des Projekts erhöht und dadurch Vertrauen geschaffen. Das beteiligte Systemhaus mit Fokus auf Softwarelösungen im medizinischen Anwendungsbereich und die beteiligten wissenschaftlichen Einrichtungen erhöhen das Vertrauen in die Wissensbasis und die technologische Fähigkeit. Alle fünf Cloud-Charakteristika werden durch den Dienst abgedeckt, wobei beim Hosting in krankenhouseigenen Rechenzentren die Ausprägungen der schnellen Skalierbarkeit und des Teilens von Ressourcen von der Größe des Rechenzentrums beschränkt sind.

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

TRESOR stellt als Provider und Broker eine Marktplatzplattform für Softwaredienste im Gesundheitswesen zur Verfügung, um eine Teilhabe an den Vorteilen von Cloud Computing zu ermöglichen und dieses zu etablieren. Für die Nutzer des Marktplatzes ergibt sich der Vorteil, die IT-Gesamtkosten durch die Ablösung schwierig an geänderte Rahmenbedingungen anpassbarer Alt-Software zu reduzieren. Des Weiteren werden eine höhere Verfügbarkeit und Geschwindigkeit der IT sowie eine erhöhte Datensicherheit durch die Einrichtung und Wartung der IT-Systeme durch höher spezialisiertes Personal erwartet. Die größten Herausforderungen, die intern bearbeitet werden, sind die Erfüllung der rechtlichen sowie regulatorischen Anforderungen, insbesondere die datenschutzkonforme Verarbeitung von Daten und die Gewährleistung von Sicherheitsgarantien. Als externes Hindernis steht der Verwendung die Angst von Nutzern entgegen, durch die neuen Dienste die Kontrolle über ihre Daten zu verlieren und gegen geltendes Recht zu verstoßen. Die Klärung der geltenden Rechtslage und der regulatorischen Bestimmungen durch weitere Instanzen könnte diese Ängste weitgehend verringern.

2.3.7 ACCENTURE CLOUD PLATFORM – CLOUD-BROKER ZUR EINFACHEN INTEGRATION VON CLOUD-DIENSTEN IN DIE UNTERNEHMENS-IT

Dr. Matthias Ziegler (Accenture),
<http://www.accenture.com/us-en/Pages/service-hybrid-cloud-platform.aspx>

Dienstbeschreibung

Die Accenture Cloud Platform ist eine Cloud-Integrationslösung (Cloud-Broker), um insbesondere Großunternehmen den Umgang mit Cloud-Diensten von unterschiedlichen Anbietern zu erleichtern. Die Gewährleistung der Interoperabilität zwischen Cloud-Diensten unterschiedlicher Anbieter wird bei ihrer jeweiligen Planung und Umsetzung häufig nicht bedacht. Durch die Accenture Cloud Platform werden unterschiedliche Cloud-Dienste mit zum Teil verschiedenen Schnittstellen gebündelt und über einheitliche Schnittstellen aggregiert bereitgestellt. Dadurch erleichtert sich zum Beispiel der Einkauf von Cloud-Diensten durch den Kunden. Die Accenture Cloud Platform ist somit ein Wegbereiter für Cloud-Diensteanbieter, um einen großen Kundenmarkt zu erreichen, aber auch für Großunternehmen, um den Einstieg in die Cloud-Welt zu erleichtern und externe Cloud-Anbieter in ihre IT-Landschaft aufzunehmen. Auch die Integration mehrerer Dienste wird für den Kunden durch einheitliche Schnittstellen einfacher. Die Accenture Cloud Platform stellt einheitliche Schnittstellen zur Integration der aggregierten Cloud-Services bereit, die den Zugriff auf Daten und Applikationen gemäß festgelegten Service Governance-Regeln ermöglichen. Der Kunde wählt die Dienste Dritter als auch die von Accenture in einer Art Schaufenster. Die Schnittstellen der durchgereichten Cloud-Anbieter werden vereinheitlicht und abstrahiert, was dem Endkunden die Nutzung verschiedener Cloud-Anbieter deutlich vereinfacht, da er sich nicht in die Spezifika verschiedener Anbieter einarbeiten muss. Die Accenture Cloud Platform übernimmt dabei das Management und die Verrechnung

Abbildung 23: Cloud-Dienstbeschreibung der Accenture Cloud Platform als Integrationslösung von Cloud-Diensten



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

der Dienste und nimmt dem Kunden eigene Aufwände ab. Zusätzlich werden Dienste Dritter beispielsweise bezüglich ihrer Sicherheit, Vertragsbedingungen und Service-Levels geprüft. So können Dienste mit gleichem Dienstangebot gemäß den Anforderungen des Kunden gegebenenfalls automatisiert ausgewählt oder ausgetauscht werden. Dieses kann sowohl On-Premise, das heißt als eine beim Kunden vor Ort bereitgestellte Plattform, als auch durch Accenture online, das heißt durch eine für den On-Demand-Zugriff zur Verfügung gestellte Plattform für Cloud-IT, ohne große Systemintegration genutzt werden. Hierbei können Kunden entweder Endnutzer sein oder ihrerseits auf Grundlage der Accenture Cloud Platform Dienste an eigene Kunden weitergeben.

Accenture Cloud Platform (Broker, Provider)

Cloud-Broker zur einfachen Integration von Cloud-Diensten in die Unternehmens-IT

Vorteile für Nutzer

- Verringerter IT-Administrationsaufwand
- Schnelleres Ausrollen von Anwendungen bei Endnutzern
- Bessere Verfügbarkeit und Performance der IT

Aktuelle Herausforderungen

- Gewährleistung von Verfügbarkeits- und Verlässlichkeitsgarantien
- Ausbau individueller Vertragsmöglichkeiten und Service Level Agreements
- Integrationsfähigkeit mit Inhouse-Lösungen

Die wichtigsten Rahmenbedingungen

- Bessere Integration mit Inhouse-Lösungen
- Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischer Bestimmungen
- Bessere Interoperabilität mit Diensten Dritter

Das Szenario wird in Abbildung 23 in Form eines CSN dargestellt.

Der Cloud Service Navigator aus Sicht des Diensteanbieters Accenture stellt die Cloud-Plattform dar. Es können sowohl externe als auch interne Cloud-Infrastrukturen (IaaS), -Plattformen (PaaS) und -Anwendungen (SaaS) als auch -Geschäftsprozesse (BPaaS) als Dienste bereitgestellt, integriert und weitervermittelt werden. Zusätzlich bietet Accenture eigene Mehrwertdienste auf Basis der vermittelten Cloud-Dienste an, wie zum Beispiel Cloud Management Services, eine Analytics-Plattform oder Testing as a Service. Die Bereitstellung durch Accenture als On-Demand-Dienstleistung erfolgt in einer öffentlichen (Public) Cloud, die aber durch Sicherheitsvorkehrungen nur für die jeweils autorisierten Nutzer verfügbar ist und somit als Virtual Private Cloud charakterisiert werden kann. Des Weiteren kann die Cloud-Plattform auch On-Premise beim Kunden installiert werden, welcher diese Dienstleistungen entweder privat nutzt (Private Cloud) oder beispielsweise für eine Branche als Community Cloud weitergibt. Hierbei kann die Cloud-Plattform entweder durch Accenture (third-party managed) oder ausschließlich durch den Kunden betrieben (selfhosted) werden. Auch die Erweiterung von privaten Clouds in öffentlichen Clouds wird als Hybride Cloud unterstützt. Die Verrechnung von über die Accenture Cloud Platform genutzten Cloud-Dienstleistungen erfolgt seitens Accenture bei den jeweiligen Diensteanbietern. Dem Kunden wird die Verrechnung mit mehreren Dienstleistern abgenommen, er bucht die durch ihn definierten Pakete auf der Accenture Cloud Platform mit einer monatlichen Abrechnung und kurzfristig kündbaren Vertragslaufzeiten von beispielsweise vier Wochen (Abonnement) und bekommt eine einheitliche Abrechnung. Auch die Abrechnung gemäß dem tatsächlich anfallenden Nutzen (Pay-per-Use/Pay-per-Unit) ist möglich, zum Beispiel nach der Anzahl der über den Dienst gebuchten virtuellen Maschinen oder der von einem bestimmten Dienst verarbeiteten Anfragen.

Als Broker externer Dienstleistungen bindet die Accenture Cloud Platform Dienste mit verschiedensten Integrationsvarianten an. Da die Accenture Cloud Platform selbst ein Cloud-Dienst ist, ist die Integration von internen zu internen Diensten ohne Beteiligung von Cloud-Diensten in diesem Fall nicht relevant. Neben einigen funktionalen und nicht-funktionalen Qualitäten, wie zum Beispiel die vertraglich festlegbare Verortung des gebrokkerten Cloud-Dienstes im EU-Raum, werden in den SLA Kennzahlen für die Qualität der Dienste festgelegt. Darauf basieren Anreiz- sowie Strafsysteme. Die Vertragsbeendigung oder weitere Modalitäten können optional und kundenindividuell berücksichtigt werden. Für die Verbesserung des Dienstes werden Änderungsprozesse eingesetzt, um beispielsweise Provisionierungszeiten zu verkürzen. Als reputationsbildende Maßnahmen verweist Accenture neben Zertifikaten auf Referenzen, Kennzahlen und ein umfassendes Informationsangebot. Das Vertrauen der Kunden wird durch die breite Wissensbasis, technische und unternehmerische Fertigkeiten sowie durch die Unabhängigkeit sowohl des Beratungsgeschäfts als auch des Angebots von Diensten Dritter gewonnen.

Die Cloud-Plattform von Accenture weist alle fünf von NIST definierten Cloud-Charakteristika auf. Je nachdem, ob die Plattform On-Premise oder On-Demand zur Verfügung gestellt wird, sind jedoch unterschiedliche initiale Aufwände für die Selbstbedienung bei Bedarf zu bewältigen.

Vorteile und Anforderungen des Szenarios

Die Accenture Cloud Platform stellt im Wesentlichen eine Broker-Tätigkeit zur einfachen Integration von Cloud-Diensten Dritter, aber auch eine Provider-Tätigkeit zur Integration von Accenture Cloud-Diensten in IT-Landschaften von Unternehmen dar. Hierdurch ergibt sich für die Nutzer eine Verringerung des IT-Administrationsaufwands, da die Plattform extern gehostet oder gemanagt werden kann. Durch das Angebot einheitlicher Schnittstellen können Dienste sogar automatisiert ausgewechselt werden. Hieraus ergibt sich der weitere Vorteil, dass Anwendungen bei Endnutzern schneller

ausgerollt werden können. Durch die Accenture Cloud Platform sind außerdem eine bessere Verfügbarkeit und Performance der IT zu erwarten. Als interne Anforderung werden die Gewährleistung von Verfügbarkeits- und Verlässlichkeitsgarantien sowie der Ausbau individueller Vertragsmöglichkeiten und Service Level Agreements genannt. Die Integration von Inhouse-Lösungen ist sowohl interne Anforderung, die Accenture mit Integrations-Frameworks und -Tools adressiert, als auch eine externe Anforderung, die durch die vorhandenen Lösungen in Unternehmen vorgegeben ist. Für die Einbindung externer Dienste in die Brokertätigkeit der Cloud-Plattform sind durch die Dienste Dritter Schnittstellen vorgegeben, die aktuell noch nicht einheitlich standardisiert sind, was den Aufwand für die Bereitstellung eines Cloud-Brokers erhöht, aber natürlich auch seinen Mehrwert gegenüber Kunden darstellt. Außerdem ist die Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischen Bestimmung eine weitere Anforderung, deren Umsetzung extern noch voranzutreiben ist. Wichtig ist hier, eine internationale Vergleichbarkeit und standardisierte Verträge im EU-Raum zu erreichen, die es den Unternehmen leichter machen, Cloud-Dienste ohne umfangreiche individuelle Prüfungen in Anspruch zu nehmen.

2.4 AUSWERTUNG UND ZUSAMMENFASSUNG DER NUTZUNGSSZENARIEN

Innerhalb dieses Abschnitts wurden die ausgewählten Anwendungsbeispiele für Cloud Computing aus den Fachdomänen Energie, Logistik, betriebliche Informationstechnik (IT), öffentliche Verwaltung und Gesundheit beschrieben und ihre internen und externen Anforderungen sowie die erwarteten Vorteile bei der Nutzung festgehalten.

Um die Eigenschaften dieser Szenarien festzuhalten, wurde eine strukturierte Sicht auf Cloud-Dienste – ein konsolidiertes Referenzmodell und die Darstellung mittels Cloud Service Navigatoren – entwickelt. Die berücksichtigten dienstbeschreibenden Eigenschaften sind:

- Servicetypen
- Bereitstellungsmodelle
- Ertragsmodelle
- Rollen und Aktivitäten
- Varianten der Dienstintegration
- Varianten des Sourcing
- Service Level Agreements
- Reputation und Vertrauen des Unternehmens
- Dienstcharakteristiken

Abbildung 24 zeigt die Abdeckung des Referenzmodells durch die Nutzungsszenarien insgesamt. Nahezu sämtliche Aspekte von Cloud-Diensten werden abgedeckt. Da die Dienste jeweils von den jeweiligen Anbietern und ihren zusätzlichen Rollen (Broker und Auditoren) beschrieben wurden, sind die Rolle des Dienstkonsumenten und dessen Aktivitäten nicht markiert. Außerdem stehen Fragen der Netzinfrastruktur sowie -neutralität nicht im Fokus dieser Studie, weshalb die Rolle des Carriers unberücksichtigt bleibt.

Parallel zur Erhebung der Anwendungsszenarien wurden die Anforderungen an Cloud Computing sowie die erwarteten Vorteile in KMU in Workshops erarbeitet, um jene bei der Verwendung von Cloud-Diensten berücksichtigen zu können. Die Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

2.4.1 VORTEILE FÜR DIE NUTZER

Die Nutzung von Cloud Computing verspricht eine Reihe von Vorteilen für Nutzer und Anbieter. Die im Rahmen der Studie in den Nutzungsszenarien und KMW-Workshops erhobenen, bereits bekannten und neu identifizierten Vorteile aus den Anwendungsbeispielen und den KMU-Workshops werden in Tabelle 6 der Häufigkeit der Nennung nach sortiert dargestellt und im Folgenden diskutiert. Von Cloud-Anwendern werden als häufigste Vorteile

genannt, dass neue Anwendungen schnell implementiert werden können und kein Kapital des Nutzers durch das Vorhalten von Ressourcen gebunden ist. Dies spiegelt sich auch im Vorteil der nutzungsbasierten Abrechnung wider. Oft werden eine Reduzierung der IT-Gesamtkosten und bessere Verfügbarkeit und Performance sowie eine erhöhte Datensicherheit als Vorteile für das Cloud Computing genannt. Die Vereinfachung der gemeinsamen Nutzung von Systemen mit Partnern und die bessere Skalierbarkeit von IT-Diensten bei wechselndem Bedarf werden ebenfalls häufig als Vorteile gesehen.

Interessant ist, dass die in Aussicht stehende erhöhte organisatorische Flexibilität sowie verringerte Aufwände der IT-Administration bei der Verwendung von Cloud Computing in den durchgeführten Workshops genannt wurden, aber bei den konkret diskutierten Anwendungsszenarien nicht im Vordergrund standen.

Neben den aus der Literatur bekannten Vorteilen werden aber auch weitere Vorzüge erwartet. Diese sind in Tabelle 6 entsprechend markiert. Einige dieser Vorteile beziehen sich auf den Mehrwert des konkreten Dienstes, aus dem sie erhoben worden sind (siehe Logistics Mall, goBerlin). Vor allem die Erschließung neuer Märkte beziehungsweise ein verbesserter Marktzugang für Dienstanbieter, die durch Marktplätze ihre Sichtbarkeit erhöhen und durch die im Cloud Computing propagierte „unbegrenzte“ Verfügbarkeit von Ressourcen eine breitere Nutzerbasis ansprechen können, wurden von den KMU-Vertretern genannt. Ferner erwarten KMU durch den Wandel von anfänglichen Kapitalaufwendungen zur nutzungsbasierten Abrechnung⁸⁵, dass sie unabhängig von ihrer Ertragslage relativ kostengünstig verlässliche Dienste einkaufen können und es nicht zu einem „Investitionsstau“ bei selbst entwickelten Lösungen kommt. Relevant für die Endkunden ist die Frage, ob durch einen größer werdenden Kundenkreis entstehende niedrigere Betriebskosten beanspruchter Cloud-Diensten vom Anbieter an die Nutzer weitergegeben werden.

⁸⁵ Häufig im Englischen mit „capital expenditures (capex) to operational expenditures (opex)“ bezeichnet.



Tabelle 6: Übersicht der konsolidierten Vorteile: In den Anwendungsbeispielen und KMU-Workshops (KMUWS1, KMUWS2) genannte Vorteile von Cloud Computing; neue, aus der gesichteten Literatur nicht genannte Vorteile sind grau markiert

VORTEILE	ABGELEITET AUS:
Keine Kapitalbindung	SEEBURGER, Effektiv, KMUWS1, KMUWS2
Schnellere Implementierung neuer Anwendungen	goBerlin, Effektiv, KMUWS1, KMUWS2
Bessere Verfügbarkeit und Performance der IT	TRESOR, Accenture Cloud Platform, KMUWS1, KMUWS2
Nutzungsbasierte Abrechnung	SEEBURGER, cloud4health, KMUWS2
Vereinfachung der gemeinsamen Nutzung von Systemen mit Partnern	Logistics Mall, Effektiv, KMUWS1
Reduzierung der IT-Gesamtkosten	TRESOR, KMUWS1, KMUWS2
Erhöhte Datensicherheit	TRESOR, goBerlin, KMUWS1
Schnellere Skalierbarkeit von IT-Diensten	cloud4health, KMUWS1, KMUWS2
Schnelleres Ausrollen von Anwendungen bei Endnutzern	Logistics Mall, Accenture Cloud Platform, KMUWS1
Verringerter IT-Administrationsaufwand	Accenture Cloud Platform, KMUWS1, KMUWS2
Erhöhte organisatorische Flexibilität	KMUWS1, KMUWS2
Nutzung des aktuellsten und neuesten Funktionsumfangs	SEEBURGER, KMUWS1
Förderung von Standardsystemen	cloud4health
Verringerung der eigenen IT-Kräfte	KMUWS1
Verbesserte Innovationsfähigkeit	KMUWS1
Besserer mobiler Zugriff auf IT-Ressourcen	KMUWS1
Gemeinsame Vermittlung kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen einschließlich Online-Zugriff auf eGovernment-Dienste	goBerlin
Individuelle Geschäftsprozessmodellierung und -nutzung	Logistics Mall
Erschließung neuer Märkte	KMUWS1
Konjunkturunabhängigkeit für IT-Dienstleister	KMUWS1

2.4.2 INTERNE ANFORDERUNGEN

In Tabelle 7 sind die in den Nutzungsszenarien und den KMU-Workshops erhobenen internen Anforderungen (Herausforderungen) an Cloud Computing der Häufigkeit ihrer Nennung nach sortiert.

Als Schwerpunkt bei den internen Anforderungen wird sowohl die Interoperabilität mit Diensten Dritter sowie die Integration von Cloud-Diensten mit Inhouse-Lösungen, also das Zusammenspiel der lokalen IT-Landschaft mit

Cloud-Diensten gesehen. Zusätzlich wurden mehrfach die Einhaltung rechtlicher und regulatorischer Vorschriften bei der Gewährleistung des Datenschutzes und die Gewährleistung von Sicherheitsgarantien genannt.

Als weitere wichtige interne Anforderung wird die zu bringende größere Anpassbarkeit von Cloud-Diensten genannt, die eine Modularisierung von Diensten beispielsweise auf verschiedenste Nutzergruppen und ihre Konfiguration für die jeweilige Verwendung bedeutet.

Tabelle 7: Interne Anforderungen an Cloud Computing. Neue, aus der gesichteten Literatur nicht genannte interne Anforderungen sind grau markiert

	INTERNE ANFORDERUNGEN	HERKUNFT
HERAUSFORDERUNG	Größere Interoperabilität mit Diensten Dritter	Logistics Mall, goBerlin, Effektiv, KMUWS1, KMUWS2
	Integrationsfähigkeit mit Inhouse-Lösungen	Logistics Mall, cloud4health, Accenture Cloud Platform, KMUWS1, KMUWS2
	Gewährleistung des Datenschutzes	TRESOR, goBerlin, KMUWS1, KMUWS2
	Gewährleistung von Sicherheitsgarantien	TRESOR, KMUWS1, KMUWS2
	Größere Anpassbarkeit der Cloud-Dienste	SEEBURGER, KMUWS1, KMUWS2
	Ausbau individueller Vertragsmöglichkeiten und Service Level Agreements	Accenture Cloud Platform, KMUWS1
	Bewältigung des organisatorischen Wandels	KMUWS2
	Gewährleistung von Verfügbarkeits- und Verlässlichkeitsgarantien	Accenture Cloud Platform
	Datenschutzkonforme Anonymisierung von Daten zur Datenbeschaffung	cloud4health
	Intuitive Bedienbarkeit für den Endanwender	Effektiv
	Prozessmodellierung durch Fachanwender	Logistics Mall

Als projektspezifische interne Anforderungen stellen sich die Prozessmodellierung durch Fachanwender (Logistics Mall) sowie die datenschutzkonforme Anonymisierung von Daten zur Datenbeschaffung (cloud4health) dar. Die aus dem Anwendungsbeispiel Effektiv genannte interne Anforderung, die Lösung müsse so einfach gemacht werden, dass sie attraktiv für Endnutzer sei, lässt sich jedoch für viele Cloud-Dienste aussprechen, insbesondere wenn der Endkunde direkt angesprochen werden soll. Funktionalität und Machbarkeit sind hier nur als die ersten Schritte zu sehen.

Die technische Umsetzung von Cloud-Diensten scheint für die meisten Befragten keine besondere Anforderung darzustellen. So werden weder die Gewährleistung von Elastizität noch die Aufrechterhaltung der Kommunikation, die Verfügbarkeit notwendiger Hardwareressourcen oder die Bewältigung des Lastmanagements als besondere Anforderungen genannt, offenbar weil diese Eigenschaften wie selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Die Dienstleistungsmentalität scheint in ausreichendem Maße angenommen zu werden – zumindest ist deren Ausbau

keine der genannten Herausforderungen. Über eine möglicherweise notwendige Verlagerung von Unternehmens(haupt-)sitzen oder von Rechenzentren oder deren Ausbau wird im Rahmen der Anwendungsszenarien sowie der Workshops als interne Anforderung nicht nachgedacht.

2.4.3 EXTERNE ANFORDERUNGEN

Die in den Anwendungsbeispielen und den KMU-Workshops erhobenen externen Anforderungen (Rahmenbedingungen) sind in Tabelle 8 dargestellt.

Während die Berechnung der Gesamtkosten zur Dienstleistungserbringung oder -nutzung für Anbieter technisch und organisatorisch meist keine Probleme zu bereiten scheint, ist sie für KMU eine externe Rahmenbedingung, die aufgrund mangelnder Transparenz und Kalkulierbarkeit oftmals zur Zurückhaltung bei der Einführung von Cloud-Diensten führt. Darüber hinaus sind vor allem Widerstände in IT-Abteilungen, Datenverlustängste und generelle Zweifel am Mehrwert von Cloud Computing sorgfältig zu

Tabelle 8: Externe Anforderungen an Cloud Computing. Neue, aus der gesichteten Literatur nicht genannte externe Anforderungen sind grau markiert

	EXTERNE ANFORDERUNGEN	HERKUNFT
RAHMENBEDINGUNGEN	Weniger Widerstand gegenüber Cloud-Lösungen in IT-Abteilungen	Logistics Mall, SEEBURGER, Effektiv, KMUWS1, KMUWS2
	Klärung der geltenden Rechtslage und regulatorischer Bestimmungen	TRESOR, goBerlin, Accenture Cloud Platform, KMUWS1, KMUWS2
	Verringerung der Ängste der Nutzer vor Datenverlust	Logistics Mall, SEEBURGER, KMUWS1, KMUWS2
	Bessere Integration mit Inhouse-Lösungen	goBerlin, Accenture Cloud Platform, KMUWS1, KMUWS2
	Beseitigung des generellen Zweifels am Nutzen von Cloud Computing	cloud4health, KMUWS1, KMUWS2
	Bessere Interoperabilität mit Diensten Dritter	Accenture Cloud Platform, KMUWS1, KMUWS2
	Änderung der Unternehmenskultur der Nutzer	SEEBURGER, KMUWS2
	Verringerung der Ängste der Nutzer vor Know-how-Verlust	KMUWS1, KMUWS2
	Etablierung von Leuchtturmprojekten	KMUWS1, KMUWS2
	Verfügbarkeit ausreichender Netzinfrastruktur	KMUWS1, KMUWS2
	Aufbrechen des Vorurteils „Cloud Computing ist unsicher“	Logistics Mall
	Verringerung der Ängste der Nutzer vor Kontrollverlust über die Daten	TRESOR
	Einführung einer Richtlinie zur datenschutzkonformen Anonymisierung	cloud4health
	Änderung der Unternehmenskultur der Anbieter	KMUWS2
	Größeres Informationsangebot für Nutzer	KMUWS1
	Berechenbarkeit der Gesamtkosten zur Dienstleistung oder -nutzung	KMUWS2
	Mehr Bewusstsein über die Vorteile von Kollaboration und Abläufe via E-Mail	Effektiv

berücksichtigen, um Cloud Computing besser als bislang zu etablieren.

Weitere externe Anforderungen sind die Verringerung der Nutzerängste vor dem Verlust von eigenem Know-how sowie die speziellen Rahmenbedingungen aus den Anwendungsbeispielen: die Verringerung der Nutzerängste vor Kontrollverlust über die Daten, die Einführung einer Richtlinie zur datenschutzkonformen Anonymisierung von Daten sowie generell die Steigerung des Bewusstseins für die Vorteile neuer Technologien und das Überwinden des Vorurteils, Cloud Computing sei prinzipiell unsicher.

Die Integration von Inhouse-Lösungen und die Interoperabilität mit Diensten Dritter werden ebenfalls als wichtige

Anforderungen aufgezählt, hauptsächlich aufseiten der KMU. Die Änderung der eigenen Unternehmenskultur auf Nutzer- und Anbieterseite, etwa durch Veränderungen bei Vertragslaufzeiten und Vergütungsarten, wurden weniger häufig genannt. Ferner wurden in Workshops das Bereitstellen von ausreichenden Bandbreiten und Kapazitäten für Internetanbindungen angemahnt sowie Leuchtturmprojekte mit Vorbildfunktion für die Umsetzung von Cloud-Diensten und deren Verwendung gesucht.

2.4.4 ZUSAMMENFASSUNG

Augenfällig ist, dass als unternehmensinterne Anforderungen vor allem die Konformität mit Recht und Regeln vor

allem bezüglich Datenschutz und Sicherheit adressiert und als externe, nicht beeinflussbare Rahmenbedingungen vor allem Ängste, Widerstände und Zweifel gegenüber Cloud Computing genannt werden.

Für eine dynamischere Entwicklung des Cloud Computings spielen neben technischen Fragen der Integration und Interoperabilität von Diensten also auch „weiche“ Faktoren

der Rahmenbedingungen eine bedeutende Rolle. Während dazu Unsicherheiten über Datenschutz, Privacy und Security durch die Klärung und Einhaltung von Rechtsvorgaben und Regeln konkreter angegangen werden können, sind generelle Zweifel und allgemeine, oft „diffuse“ Widerstände gegen Cloud Computing weniger fassbar und damit auch schwerer überwindbar.

3 BETRACHTUNGSRAUM UND INTERNATIONALER VERGLEICH

In Deutschland, Europa und weltweit wird der Einsatz der Cloud-Technologie durch zahlreiche Initiativen und Förderprogramme, aber auch von industriellen Anbietern vorangetrieben. Dieses Kapitel gibt eine Übersicht der Cloud-Aktivitäten innerhalb und außerhalb Deutschlands, welche als Grundlage für die Einordnung der deutschen Aktivitäten und für eine Einschätzung der Relevanz vorgenommenen Anstrengungen für den Standort Deutschland dient.

Nachfolgend wird zunächst das methodische Vorgehen zur Sichtung des Betrachtungsraums in Abschnitt 3.1 eingeführt. Danach werden die Aktivitäten der betrachteten Länder in Abschnitt 3.2 beschrieben. Abschließend erfolgt die Auswertung und Zusammenfassung des Ländervergleichs in Abschnitt 3.3.

3.1 METHODISCHES VORGEHEN

Die Darstellung der Aktivitäten der einzelnen Länder erfolgt auf Grundlage von Ländersteckbriefen. Für den Vergleich werden neben der G8 auch China, Singapur, Schweden und die EU berücksichtigt. Die Rolle der EU ist dabei eine spezielle, da unter ihrem Förderdach multinationale Projekte durchgeführt werden und die gesamteuropäische Strategieausrichtung betrachtet werden kann.

Grundsätzlich wurden im Rahmen der Erhebung über 100 Projekte aus mehr als 25 Ländern betrachtet und aufbereitet. Eine Übersicht der gesamten Projektliste findet sich auf der Webseite des Projekts „Future Business Clouds“, in dessen Rahmen diese Studie entstanden ist.⁸⁶ Gegenstand der Projektliste sind aktuell laufende oder vor Kurzem beendete Projekte, die sich mit dem Thema Cloud Computing befassen.

Je Ländersteckbrief werden zunächst Wirtschaftsleistung und Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE),⁸⁷ Förderstrukturen und die zugrunde liegende Förderlandschaft sowie die für die jeweiligen Cloud-Aktivitäten relevanten Institutionen zusammengefasst. Diese Informationen werden im Zusammenhang mit dem verfügbaren Bruttoinlandsprodukt (BIP) und im Vergleich zu anderen Ländern betrachtet. Anschließend werden der Ausbau der Netzinfrastruktur, die beobachtete Cloud-Strategie sowie die Anbieterseite des jeweiligen Landes betrachtet. Grundlage für die Betrachtung des Ausbaus der Infrastruktur sind primär die BSA Scorecard aus dem Jahr 2013 sowie gegebenenfalls weitere ausgewiesene Quellen.⁸⁸

Die Herleitung der Cloud-Strategie erfolgt dann auf Basis der zuvor erhobenen Informationen und der betrachteten Projekte. Abschließend werden führende Anbieter von Cloud-Diensten und Dienstleistungen analysiert, wobei in Bezug auf den deutschen Markt die jeweiligen Marktführerschaften betrachtet werden. Diese Betrachtung basiert primär auf den Ergebnissen des Cloud Vendor Benchmark aus dem Jahr 2013.⁸⁹ Weitere verwendete Quellen werden entsprechend ausgewiesen.

Für den Ländersteckbrief Deutschland wird darüber hinaus auch das Außenhandelspotenzial für internetbasierte Dienste dargestellt.

3.2 LÄNDERSTECKBRIEFE

Im Folgenden werden einzelne Nationalstaaten bzgl. ihrer Cloud-Aktivitäten dargestellt. Neben der Gruppe der Acht werden auch China, Singapur, Schweden und ergänzend dazu die EU berücksichtigt. Die G8 wurde aufgrund ihrer wirtschaftlichen und politischen Bedeutung ausgewählt. China wurde als ein Beispiel für einen wirtschaftlich und

⁸⁶ <http://fbc.offis.de> [Stand: 27.08.2013].

⁸⁷ Hierbei wurden die Investitionen innerhalb der nationalstaatlichen Grenzen betrachtet. Das bedeutet, dass im Gesamtfördervolumen der Staaten die ausländischen Investoren nicht berücksichtigt sind.

⁸⁸ Zum Beispiel für Deutschland: BSA Country Report Germany 2013.

⁸⁹ Velten et al. 2013.

technologisch aufstrebenden Staat berücksichtigt. Singapur wurde aufgenommen aufgrund des eigenen Anspruches, eine Vorreiterrolle im asiatischen Cloud-Markt einzunehmen, sowie der klar definierten Cloud-Strategie und des beträchtlichen Engagements der singapurischen Regierung. Schweden wurde ausgewählt, da es eine Spitzenposition hinsichtlich der FuE-Ausgaben – gemessen am Bruttoinlandsprodukt innerhalb Europas – einnimmt und darüber hinaus ein für Nord-europa exemplarisches Fördersystem aufweist.

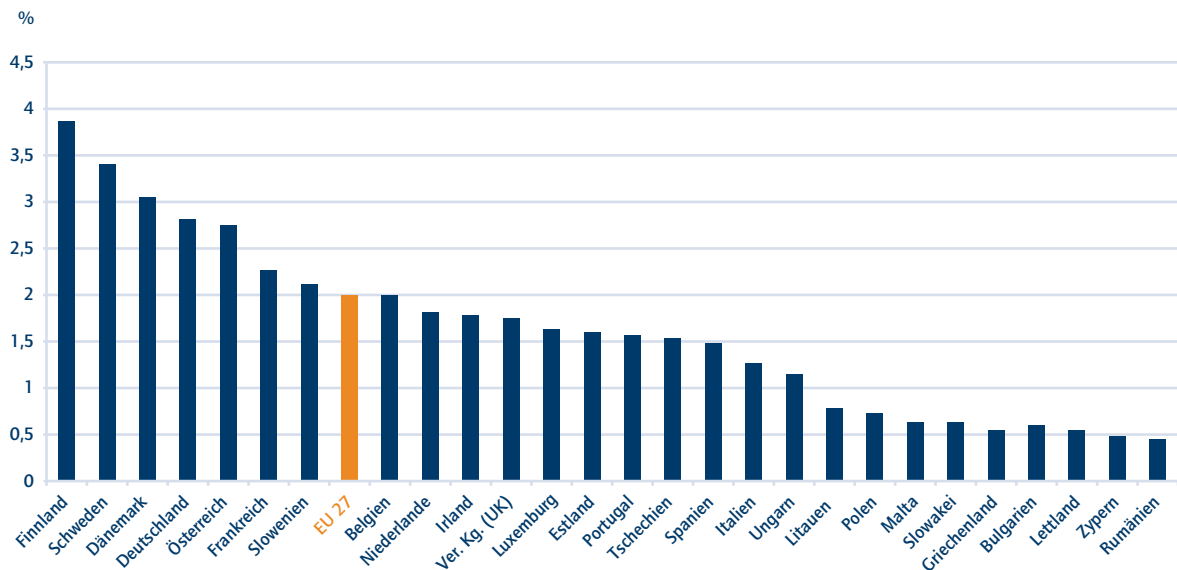
Bei dieser Analyse der verschiedenen Länder, ihrer Cloud-Förderstruktur, des Ausbaus der Infrastruktur und der erkennbaren Cloud-Strategie konnten jeweils nur öffentlich verfügbare Informationen ausgewertet werden. Die Betrachtung der führenden Cloud-Dienstleister basiert hauptsächlich auf dem Cloud Vendor Benchmark aus dem Jahr 2013.⁹⁰

3.2.1 DEUTSCHLAND

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

2010 lag Deutschland mit einem Fördervolumen für FuE von 2,82 Prozent – gemessen am BIP im europäischen Vergleich – auf dem vierten Rang (siehe Abbildung 25). Damit unterschreitet es den zu erreichenden Wert von drei Prozent aus der europäischen Wachstumsstrategie „Europe 2020“ um 0,18 Prozentpunkte.⁹¹ Mit diesem Wert liegt Deutschland deutlich über dem Durchschnitt der EU-27-Staaten. Auch in einem außereuropäischen Vergleich ist der Wert positiv zu beurteilen. Hier liegt Deutschland gleichauf mit den USA und fällt lediglich hinter Südkorea mit 3,74 Prozent und Japan mit 3,26 Prozent zurück (siehe Abbildung 26).

Abbildung 25: Ausgaben für FuE der europäischen Staaten gemessen am BIP im Jahr 2010



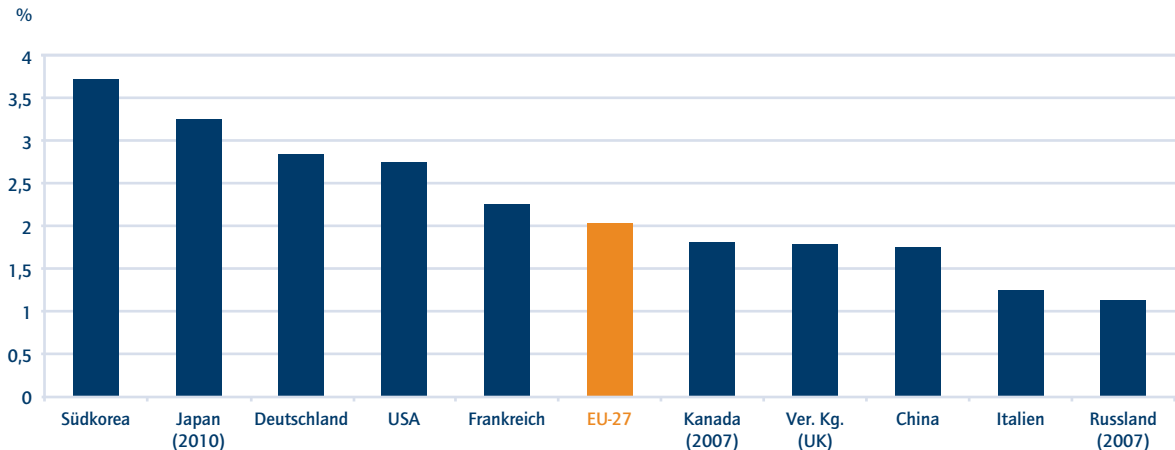
Quelle: eigene Darstellung OFFIS.⁹²

⁹⁰ Velten et al. 2013.

⁹¹ http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm [Stand 19. 10. 2013].

⁹² Nach http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Gross_domestic_expenditure_on_R%26D_2000-2010_%28%25_share_of_GDP%29.png&filetimestamp=20121016060906 [Stand 10. 09. 2013].

Abbildung 26: Ausgaben für FuE der G8/Asien am BIP im Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.⁹³

Insgesamt zeigt das Wachstum der FuE-Ausgaben Deutschlands eine positive Tendenz. Der Anteil der FuE-Ausgaben am BIP nahm in den Jahren 1999 bis 2009 deutlich zu und stieg von 2,4 Prozent auf 2,82 Prozent (siehe Abbildung 27).

In Deutschland stellt sich der Anteil der Brutto-wertschöpfung einzelner Sektoren im Jahr 2012 wie folgt dar: 71,1 Prozent Anteil des Dienstleistungs-sektors, 28,1 Prozent Industriesektor und 0,8 Prozent Landwirtschaft.⁹⁴ Ein ähnliches Verhältnis zwischen Industrie- und Dienstleistungssektor zeigt im Vergleich der wichtigsten Industrie- und Schwellenländer Japan (siehe Abbildung 28).

Förderstruktur

Die vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft veröffentlichten Zahlen im Jahr 2011 zeigen ein Gesamt-fördervolumen für FuE in Deutschland von 74,6 Milliarden Euro.^{95,96} Hierbei entfallen 50,3 Milliarden Euro auf den privaten Sektor und 13,2 Milliarden Euro auf den öffent-lichen Sektor. Während der Wert des privaten Sektors in den letzten Jahren nur marginal stieg (siehe Abbildung 29), er-höhte sich die Gesamtsumme des öffentlichen Sektors von 2005 bis 2011 um 46 Prozent.⁹⁷

Die in FuE investierten Summen der Unternehmen sind im Vergleich zu den übrigen analysierten Ländern relativ hoch und auf den starken Industriesektor in Deutschland zurückzuführen.

⁹³ http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/themes/15_research_development.pdf und <http://www.nsf.gov/statistics/digest10/global.cfm#1> [Stand: 20.05.2013].

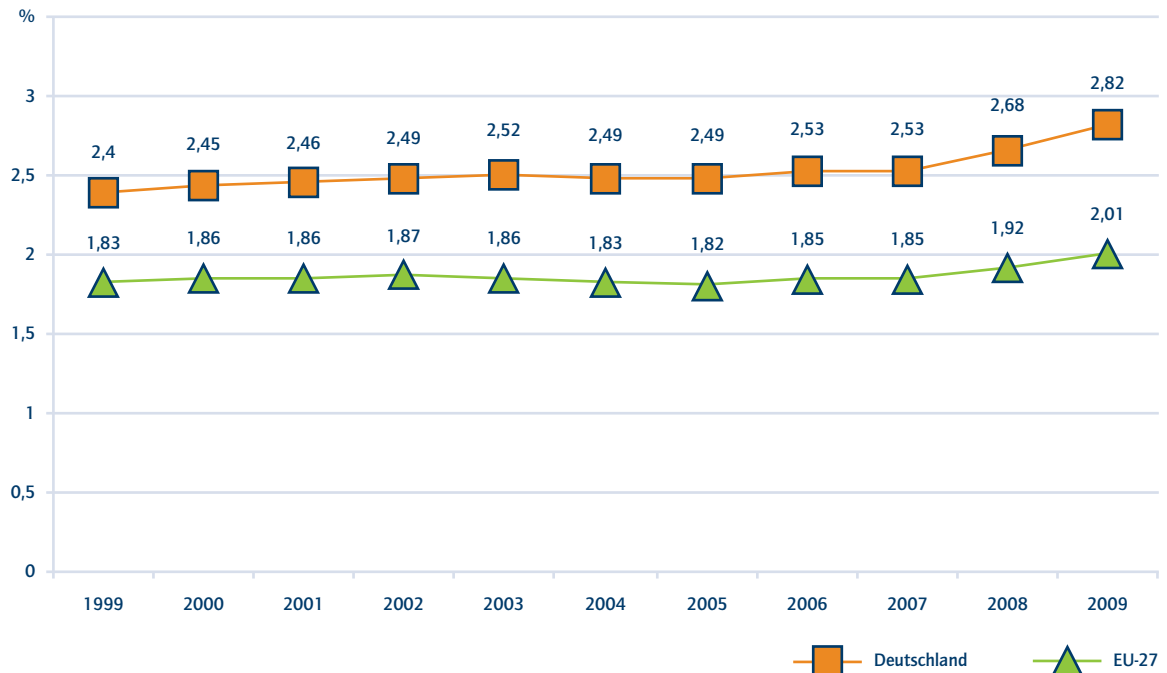
⁹⁴ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/37088/umfrage/anteile-der-wirtschafts-sektoren-am-bip-ausgewaehlte-laender/> [Stand: 20.05.2013].

⁹⁵ Gesamtfördervolumen meint hier die Summe aller Mittel, die in den nationalstaatlichen Grenzen aufgewendet wurden. Ausländische Investoren wurden hier vernachlässigt beziehungsweise nicht explizit erwähnt. Über die tatsächliche Summe der privaten Unternehmen besteht keine Sicherheit, da es aufgrund der Auskunftsabhängigkeit an Informationen mangelt.

⁹⁶ ZDW 2011.

⁹⁷ <http://www.bmbf.de/press/3382.php> [Stand: 20.05.2013].

Abbildung 27: Entwicklung der FuE-Ausgaben in Deutschland gemessen am BIP



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.⁹⁸

Ausbau der Infrastruktur

Seit 2009 forciert Deutschland einen Bandbreitenplan, der vorsieht bis 2014 75 Prozent der Haushalte an das Internet mit einer Mindestgeschwindigkeit beim Download von 50 Mbit/s anzuschließen.⁹⁹ In 2010 hat Deutschland ein nationales Breitband-Büro eingerichtet, um die Breitbandstrategie zu unterstützen.¹⁰⁰ Im Jahr 2011 waren in Deutschland 83 Prozent der Bevölkerung ans Internet angeschlossen. Jeder Benutzer verfügte dabei im Durchschnitt über eine Internetbandbreite von 73,03 kbit/s.

Cloud-Strategie und -Projekte

In Deutschland gibt es vielfältige Förderprogramme zum Cloud Computing, unter denen das vom BMWi geförderte Technologieprogramm „Trusted Cloud“ herausragt. Das Programm zielt auf die Entwicklung und Erprobung von innovativen, sicheren und rechtskonformen Cloud-Computing-Diensten mit einem Fördervolumen von insgesamt rund 50 Millionen Euro ab. Hinzu kommen Eigenmittel der Projektbeteiligten in etwa gleicher Höhe, sodass insgesamt rund 100 Millionen Euro zur Verfügung stehen.

⁹⁸ Eurostat 2011.

⁹⁹ BSA Country Report Germany 2013.

¹⁰⁰ <http://www.breitbandbuero.de/> [Stand: 02. 10. 2013].

Abbildung 28: Anteile der Wirtschaftssektoren am BIP in den wichtigsten Industrie- und Schwellenländern im Jahr 2012

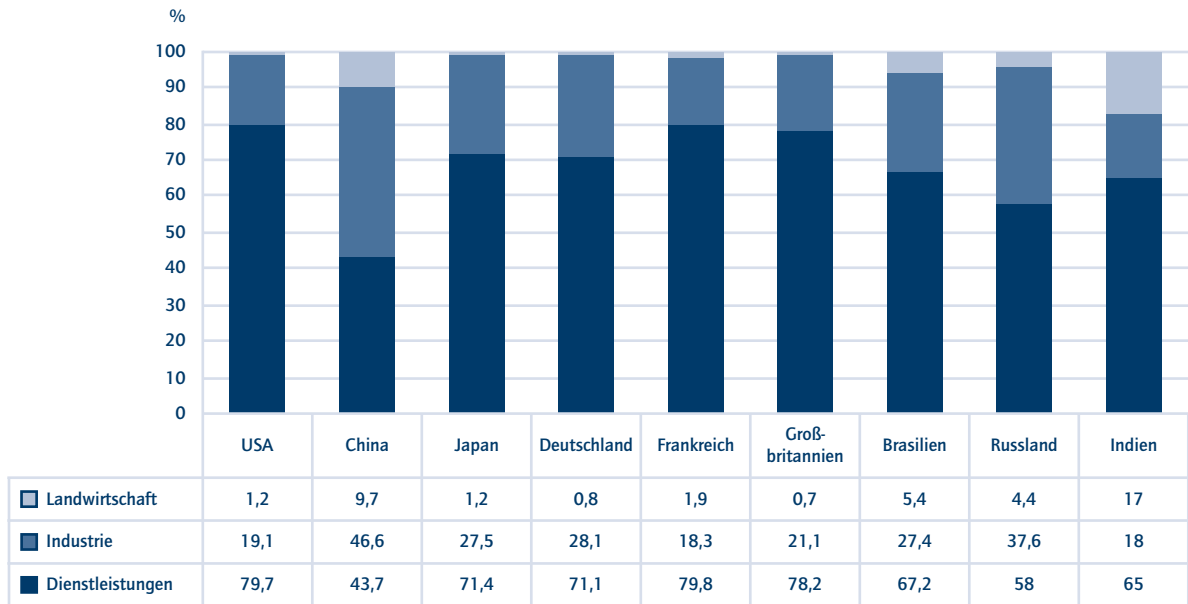
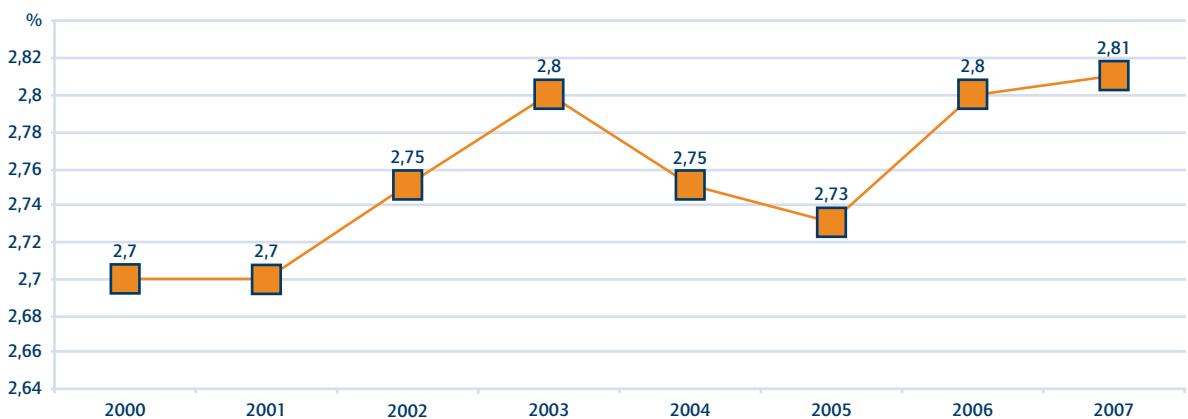
Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁰¹

Abbildung 29: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft in den Jahren 2000 bis 2007 gemessen an der Bruttowertschöpfung

Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁰²

¹⁰¹ Nach <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/37088/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bip-ausgewaehlter-laender/> [Stand: 20.05.2013].

¹⁰² Nach Legler et al. 2009.

Vorläufer des Technologieprogramms „Trusted Cloud“ ist das Programm THESEUS. Es wurde auf dem ersten Nationalen IT-Gipfel Ende 2006 als Leuchtturmprojekt beschlossen und startete Mitte 2007.¹⁰³ THESEUS wurde mit 100 Millionen Euro durch das BMWi gefördert. Die gleiche Summe wurde von Industriepartnern zur Verfügung gestellt. Der Fokus des Programms lag auf der Entwicklung von Technologien für das Internet der Dienste. Es war aufgeteilt in zwei große Blöcke: Anwendungsszenarien und Basistechnologien. Folgende Anwendungsszenarien waren dabei vertreten:

- Alexandria: Eine internetbasierte Wissensplattform für die Vernetzung nutzergenerierter Inhalte
- Contentus: Entwicklung einer Infrastruktur zur Bereitstellung von Medieninhalten
- Medico: Vereinfachung der Recherche in medizinischen Bilddatenbanken durch die Entwicklung einer universell einsetzbaren semantischen Suchmaschine
- Ordo: Entwicklung eines Systems zur semantischen Ordnung und Priorisierung von Informationen
- Texo: Entwicklung einer Infrastruktur zur Komposition von internetbasierten Dienstleistungen
- Processus: Nutzung der Ergebnisse aus Texo und Ordo, um Prozesswissen in Unternehmen verfügbar zu machen

Die folgenden Basistechnologien wurden im Rahmen von THESEUS entwickelt:

- Automatische Erzeugung von Metadaten
- Schnelle Verarbeitung von multimedialen Dokumenten
- Innovatives Ontologiemangement
- Situationsbewusste Dialogverarbeitung
- Zukunftsweisende Benutzeroberflächen

Besonders hervorzuheben ist die im Rahmen von THESEUS entwickelte Spezifikation zur Beschreibung von

webbasierten Diensten. Ziel der „Unified Service Description Language“ (USDL) genannten Spezifikation ist es, verschiedene Dienste eindeutig beschreibbar, einheitlich identifizierbar und einfach komponierbar zu machen. Die Spezifikation wurde bei der internationalen Standardisierungsorganisation für das Internet (W3C) als Vorschlag geführt und in einer speziellen Arbeitsgruppe (Incubator Group) weiterentwickelt.¹⁰⁴

Darüber hinaus wurde im Rahmen von THESEUS mit „Theseus Mittelstand 2009“ ein Technologiewettbewerb für KMU durchgeführt, um die bereits vorliegenden Ergebnisse von THESEUS bis 2012 in anwendungsnahen Projekten einzusetzen.¹⁰⁵ Aus 65 Vorschlägen wurden zwölf Projekte zur Förderung mit insgesamt rund zehn Millionen Euro durch das BMWi ausgewählt.

Viele der Ergebnisse aus THESEUS finden eine Weiterverwendung im BMWi-Technologieprogramm „Trusted Cloud“, welches vom BMWi als Teil des „Aktionsprogramm Cloud Computing“ im Oktober 2010 gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft gestartet wurde.¹⁰⁶

Trusted Cloud selbst teilt sich in vier Cluster: Entwicklung von Basistechnologien, Industrie und Handwerk, Gesundheitssektor und öffentlicher Sektor. In einem mehrstufigen Prozess mit Unterstützung einer unabhängigen Expertenjury wurden aus ursprünglich 116 Projektvorschlägen die 14 erfolgsversprechendsten ermittelt und gefördert. Die FuE-Aktivitäten haben im September 2011 begonnen.¹⁰⁷

Um Anbieter von Dienstleistungen, insbesondere KMU, bei der Partizipation am Internet der Dienste, bei der Platzierung von Angeboten und bei der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen zu unterstützen, entwickelt das Software-Cluster-Projekt „Innovative Dienstleistungen im zukünftigen

¹⁰³ BMWi 2011.

¹⁰⁴ <http://www.w3.org/2005/Incubator/usdl/> [Stand: 25.07.2013].

¹⁰⁵ <http://theseus.ptdlr.de/de/mittelstand.php> [Stand: 25.07.2013].

¹⁰⁶ http://www.pressestelle.tu-berlin.de/medieninformationen/2011/maerz_2011/medieninformation_nr_652011/ [Stand: 18.02.2012].

¹⁰⁷ <http://www.trusted-cloud.de/de/1258.php> [Stand: 18.02.2012].

Internet“¹⁰⁸ (InDiNet) eine Plattform, die erprobte Vorgehensweisen, Richtlinien und Vorlagen dazu bereitstellt.

InDiNet strebt eine Komplexitätsreduktion bei der Nutzung von Diensten für Benutzer an, sodass insbesondere KMU bestehende Dienste ohne betriebswirtschaftliche oder technische Kenntnisse in ihre internen und vor allem externen Abläufe und Geschäftsprozesse einbinden können.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Deutsche Anbieter setzen bei Cloud-Dienstleistungen einen Schwerpunkt auf die Bereitstellung von Managed Clouds.¹⁰⁹ Hierbei werden nicht nur IT-Infrastrukturdienste wie IaaS angeboten, sondern diese auch um Support und Entwicklungskapazitäten als Dienste ergänzt, um die Integration in die bestehende IT-Landschaft des Kunden zu verbessern und die Funktionalität der Gesamt-IT zu erhalten.

Bei dedizierten, physikalisch getrennten Systemen für jeweils einzelne Kunden sind in Deutschland Arvato Systems, Cancom, Host Europe, Pironet und QSC, aber vor allem auch die Deutsche Telekom beziehungsweise T-Systems führend.

T-Systems ist dabei auch beim Thema Managed Clouds als mehrmandantenfähiger Dienstleister ausgewiesen. Für Anbieter ist diese Variante besonders interessant, da für die Gewährleistung der Skalierbarkeit von Diensten keine Hardware speziell für jeden einzelnen Kunden vorgehalten werden muss und der Anbieter sein IT-Know how über den gesamten Kundenstamm als ergänzende Supportdienste anbieten kann. Die für den Kunden entstehende Kostenersparnis gegenüber dedizierten Systemen muss jedoch gegen die höhere Anpassbarkeit dieser Einzelsysteme abgewogen werden. So sind je nach unternehmensspezifischen Anforderungen beide Varianten für KMU interessant.

Typische Kernprozesse für den Mittelstand sind CRM, Kollaborationsanwendungen, Test- und Entwicklungswerkzeuge sowie der Betrieb von Unternehmensapplikationen auf Managed Cloud-IaaS.¹¹⁰ Hier sind Cancom, Host Europe, Pironet, QSC und die Deutsche Telekom führende Cloud-Dienstleister. Host Europe ist auch im Bereich öffentlicher Cloud-Infrastrukturdienste (Public Cloud, IaaS) in Deutschland führend.

Als Marktplatz ergänzt der Telekom Business Marketplace das Angebot der Managed Clouds durch die Bereitstellung verschiedener konkreter SaaS-Dienste, aus denen der Kunde wählen kann, um Geschäftsanwendungen auszulagern. Dabei wird zwischen Anwendungen unterschieden, die die Deutsche Telekom vollständig in Deutschland betreibt und verwaltet, und solchen, die außerhalb der Landesgrenzen betrieben werden. In letzterem Fall soll die Sicherheit der Dienste über Verträge und Sicherheitsprüfungen garantiert werden.¹¹¹

Im Bereich der Cloud Management-Werkzeuge zur Administration von Cloud-Infrastrukturen gehören FluidOps und Zimory zu den in Deutschland führenden Unternehmen. Die IaaS-Management-Software von Zimory dient zudem als technische Grundlage für die Einrichtung der Deutsche Börse Cloud Exchange, dessen Ziel es ist, den Handel mit Cloud-Infrastrukturkapazitäten in Analogie zum elektronischen Wertpapier- und Energiehandel zu vereinfachen und zu beschleunigen.¹¹²

Auf Grundlage der HANA Cloud-Plattform ist SAP einer der führenden Anbieter von PaaS-Diensten für Cloud-basierte Unternehmensanwendungen.¹¹³ Unterstützt werden hierzu der gesamte Lebenszyklus von Anwendungen von der Entwicklung über die Bereitstellung bis zum Betrieb sowie die Integration in die beim Kunden bereits vorhandene

¹⁰⁸ <http://www.software-cluster.com/de/forschung/projekte/verbundprojekte/indinet> [Stand: 08. 10. 2013].

¹⁰⁹ Velten et al. 2013.

¹¹⁰ Ebenda.

¹¹¹ <https://portal.telekomcloud.com/informationen/sicherheit/sicherheit-im-business-marketplace/> [Stand: 07. 10. 2013].

¹¹² <http://www.zimory.com/news/newsroom/press-releases-de/cloud-exchange-press-release/> [Stand: 08. 10. 2013].

¹¹³ Velten et al. 2013; <https://www54.sap.com/pc/tech/cloud/software/hana-cloud-platform-as-a-service/index.html> [Stand: 07. 10. 2013].

SAP- und Nicht-SAP-Anwendungslandschaft. Besondere Merkmale der HANA-Plattform sind die starke Ausrichtung auf sichere Unternehmensanwendungen sowohl auf technischer als auch auf organisatorischer Ebene, die Integrationsfähigkeit und Sicherheit der betriebenen Dienste sowie Geschwindigkeitsvorteile von Transaktionen und bei Analysen durch In-Memory-Persistenzmechanismen. Auch im Bereich der Kollaborationssoftware gehört SAP zu den führenden Dienstleistern in Deutschland.

Im Bereich der ERP- und CRM-SaaS bieten neben SAP auch myfactory, Sage und Scopevisio (jeweils ERP-Dienste) sowie CAS Software (CRM-Dienst) als führende deutsche Unternehmen Cloud-Dienste an. Mit Acmeo gehört auch ein deutscher Anbieter zu den führenden Distributoren für Cloud-Dienste.

Bezüglich Integration und Consulting für die Nutzung von Cloud-Diensten sind die führende deutsche Anbieter Cancom, Fritz & Macziol und T-Systems.

Außenhandelspotenzial für internetbasierte Dienste

Die deutsche Wirtschaft ist in hohem Maße exportorientiert. Die Ausfuhren im Jahr 2012 überstiegen mit 1.097 Milliarden Euro den bisherigen Rekordwert des Jahres 2011. Die fünf wichtigsten Empfängerländer deutscher Waren sind dabei Frankreich, die Vereinigten Staaten, das Vereinigte Königreich, die Niederlande und die Volksrepublik China. Die wichtigsten Exportgüter sind Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeugteile sowie Maschinen.¹¹⁴ Deutschland ist bei eingebetteten Systemen führend und nimmt auch im Markt für Sicherheitslösungen und Unternehmenssoftware eine Spitzenstellung ein.¹¹⁵ Mit den Schwerpunkten auf CPS und dem Internet der Dinge sowie dem Internet der Dienste und den dazu gehörigen dienstorientierten Unternehmensarchitekturen nimmt Deutschland im internationalen Wettbewerb eine günstige Ausgangslage ein. Hinzu kommt die traditionell starke Ingenieurskompetenz bei der Entwicklung von komplexen Softwaresystemen.

Die Umsetzung solcher Systeme für internetbasierte Dienste kann im Zusammenspiel mit den starken Branchen der deutschen Wirtschaft wie Automobilbau oder Maschinenbau eine Hebelwirkung entfalten, um Deutschland als Leitanbieter internetbasierter Dienste zu profilieren. Beispielsweise sind qualitativ hochwertige und interoperable Cloud-Dienste eine wichtige Grundlage für das hochautomatisierte Fahren. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Frage, in welchen Marktsegmenten deutsche Unternehmen bereits stark vertreten sind, da dort der Ausbau internetbasierter Dienste zur Veredelung des bisherigen Angebots und zur Erhöhung der Kundenbindung am aussichtsreichsten erscheint. Tendenziell sind diese Segmente der Business-to-Business (B2B)-Bereich und das Premiumsegment großvolumiger Massenmärkte.¹¹⁶ Im Segment der Premiumangebote sind insbesondere die Automobilbranche, aber auch Konsum- und Gebrauchsgütermärkte wie zum Beispiel Haushaltsgeräte und Küchen stark vertreten. Das B2B-Segment weist jedoch im Gegensatz zu ausgeprägten Volumenmärkten eine Vielzahl von Besonderheiten auf:¹¹⁷

- Der Wert von B2B-Produkten und Dienstleistungen bemisst sich für Kunden nicht unbedingt am Verkaufs- oder Bezugspreis. Indirekte Kosten wie zum Beispiel Anlagenausfälle oder verminderte Durchsätze sind im Zweifelsfall kostspieliger.
- B2B-Produkte werden häufig in enger Kooperation mit dem Kunden entwickelt, wobei eine Zusammenarbeit von Anbieter und Kunde auf mehreren Hierarchieebenen stattfindet.
- Anders als Konsum- oder Gebrauchsgüter können B2B-Produkte als Erfahrungsgüter nicht ohne Weiteres ausprobiert und ausgetauscht werden.
- B2B-Märkte sind durch die enge Kooperation von Anbietern und Kunden, die Bekanntheit aller Akteure sowie gegenseitige Abhängigkeiten geprägt.

¹¹⁴ Statistisches Bundesamt 2013, S. 403–404, 410.

¹¹⁵ acatech 2011.

¹¹⁶ Langenscheidt/Venohr 2010.

¹¹⁷ Ebenda.

- B2B-Märkte weisen häufig langfristig stabile Wettbewerbsstrukturen auf. Kurzfristige Steigerungen des Marktanteils werden im Gegensatz zu schnell wachsenden Märkten als hochriskant angesehen.

Gerade in B2B-Segment profitieren deutsche Unternehmen stark von der Globalisierung, da Kundenbedürfnisse in eng definierten Marktsegmenten nicht nur national ähnlich sind, sondern weltweit adressiert werden können. Auf der anderen Seite bergen Nischenstrategien auch Risiken, etwa wenn sich Kundenbedürfnisse durch disruptive Innovationen und einen technischen Wandel schlagartig ändern oder gravierende Markteinbrüche auftreten. Daher ist es unerlässlich, dass deutsche Anbieter in diesem Segment proaktiv auf Innovationen wie Cloud Computing und CPS setzen.

Eine besondere Rolle kommt hier mittelständischen Unternehmen zu. Sie sorgen trotz konjunktureller Zyklen durchgehend für eine relativ stabile Beschäftigung und bilden damit das Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Im Jahr 2010 hat der deutsche Mittelstand mit einem Anteil von fast 52 Prozent zur Wertschöpfung beigetragen, während im Jahr 2011 sein Anteil am Gesamtumsatz aller deutschen Unternehmen bei rund 37 Prozent lag.¹¹⁸ Dabei sind mehr als 99 Prozent aller deutschen Unternehmen zum Mittelstand zu zählen. Der Erfolg des Mittelstandes fußt unter anderem auf einer häufig langfristig orientierten Geschäftspolitik, einer hohen Innovationsquote (54 Prozent der deutschen mittelständischen Unternehmen brachten im Zeitraum von 2008 bis 2010 eine Innovation auf den Markt) sowie in der Regel soliden Finanzierungen.¹¹⁹ Zudem sind sie bereits relativ stark in Auslandsmärkten vertreten und dort auch meist erfolgreich. Besonders stark sind deutsche „hidden champions“

im Maschinenbau sowie in den Bereichen Elektroindustrie und industrieller Produktionstechnik.

Dem Thema Cloud Computing stehen KMU jedoch überwiegend skeptisch gegenüber.¹²⁰ Dabei können Cloud-Dienste gerade den KMU Vorteile bieten. Ein Beispiel ist der Zugang zu Branchenlösungen „as a service“, die als herkömmliche Lizenzen nicht rentabel wären, wie im Fall des Trusted Cloud-Projekts Cloud4E, in dem professionelle Simulationslösungen für mittelständische Unternehmen bereitgestellt werden.

Auf der anderen Seite können mittelständische Unternehmen auch als Anbieter für Branchen- oder Nischendienste auftreten. Cloud-Dienste – deren elastische Skalierbarkeit ja auf die Automatisierung des Dienstemanagements auf der Anbieterseite beruht – können hierbei dazu beitragen, die Marktführerschaft von „hidden champions“ abzusichern oder sogar auszubauen. Die internationale Nachfrage nach deutschen Cloud-Diensten scheint jedoch noch gering zu sein: Als einziger deutscher Anbieter findet sich SAP unter den ersten 100 Unternehmen auf der jährlich aktualisierten Liste der Cloud-Diensteanbieter, die sich bei der entsprechenden Erhebung beteiligt haben.¹²¹

3.2.2 FRANKREICH

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Gemessen am BIP sind die Ausgaben für FuE im europäischen Vergleich in Frankreich knapp über dem Durchschnitt der EU-27-Länder. Mit 2,26 Prozent lag Frankreich im Jahr 2010 nur 0,26 Prozent über dem Schnitt der EU-27-Länder.¹²² Im Vergleich dazu steht Deutschland mit circa 0,5 Prozent mehr Ausgaben im Bereich FuE auf Platz vier hinter den Spitzenreitern aus den skandinavischen Ländern. Frankreich

¹¹⁸ BMWi 2013.

¹¹⁹ Ebenda.

¹²⁰ Wallraf/Weber 2013.

¹²¹ <http://talkincloud.com/tc100> [Stand: 30.09.2013].

¹²² http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Gross_domestic_expenditure_on_R%26D,_2000-2010_%28%25_share_of_GDP%29.png&filetimestamp=20121016060906 [Stand 10.09.2013].

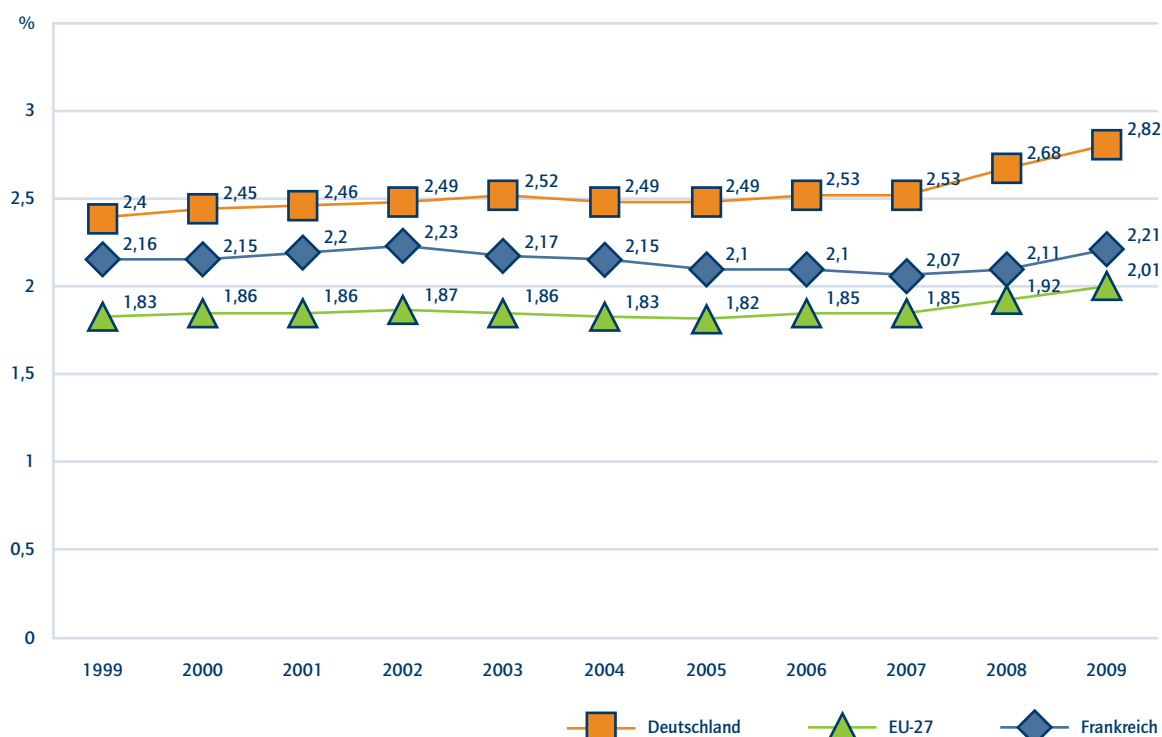
belegt hier Rang sechs und liegt noch etwas mehr als 0,7 Prozent unterhalb der angestrebten Grenze von 3,0 Prozent. Diese wurde durch die Europäische Union im Zuge der Wachstumsstrategie „Europe 2020“ ausgegeben und sollte bis 2020 in den Mitgliedsstaaten erreicht werden.¹²³

Die französische Ausgabenstruktur lässt sich mit der Entwicklung der relevanten Wirtschaftssektoren Frankreichs erklären. So sank der Anteil des BIP im primären Sektor (Urproduktion, insbesondere Landwirtschaft) in Frankreich von 3,04 Prozent im Jahr 1999 auf 1,76 Prozent im Jahr 2009. Ebenso sank der Anteil des sekundären, industriellen Sektors von

23,08 Prozent auf 19,06 Prozent. Lediglich der Anteil des tertiären Dienstleistungssektors wuchs stark, von 73,88 Prozent im Jahr 1999 auf 79,17 Prozent im Jahr 2009.¹²⁴ 2012 liegt der Anteil des Dienstleistungssektors in Frankreich sogar bei 79,8 Prozent. Mit diesem Wert liegt es an der Spitze der wichtigsten Industrie- und Schwellenländer.

Abbildung 30 zeigt die Entwicklung der Ausgaben für FuE – gemessen am BIP von Deutschland und Frankreich – im Vergleich. In Deutschland sind die Ausgaben für FuE gemessen am BIP gestiegen, während in Frankreich FuE mit einem relativ konstanten Anteil des BIP gefördert wird.

Abbildung 30: Entwicklung der FuE-Ausgaben Frankreichs, Deutschlands und der EU-27 gemessen am BIP



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹²⁵

¹²³ http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm [Stand 19. 10. 2013].

¹²⁴ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167247/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-in-frankreich/> [Stand: 20.05.2013].

¹²⁵ Eurostat 2011.

Insgesamt belief sich das Gesamtfördervolumen Frankreichs im Jahr 2010 auf circa 39,51 Milliarden Euro.¹²⁶ Von dieser Summe stammen 10,66 Milliarden Euro aus öffentlichen und 21,13 Milliarden Euro aus privaten Mitteln. Von ausländischen Investoren kommen ungefähr drei Milliarden Euro hinzu, die zu einer Gesamtförderung aus privatwirtschaftlichen Mitteln von insgesamt 24,13 Milliarden Euro führen¹²⁷ (siehe Abbildung 31).

Im Vergleich zu Deutschland ist die Summe der privaten Förderung in Frankreich in absoluten Zahlen gering, gleichwohl zeigen die Zahlen aus Abbildung 31, dass der größere Teil der FuE-Förderung in Frankreich dennoch durch Unter-

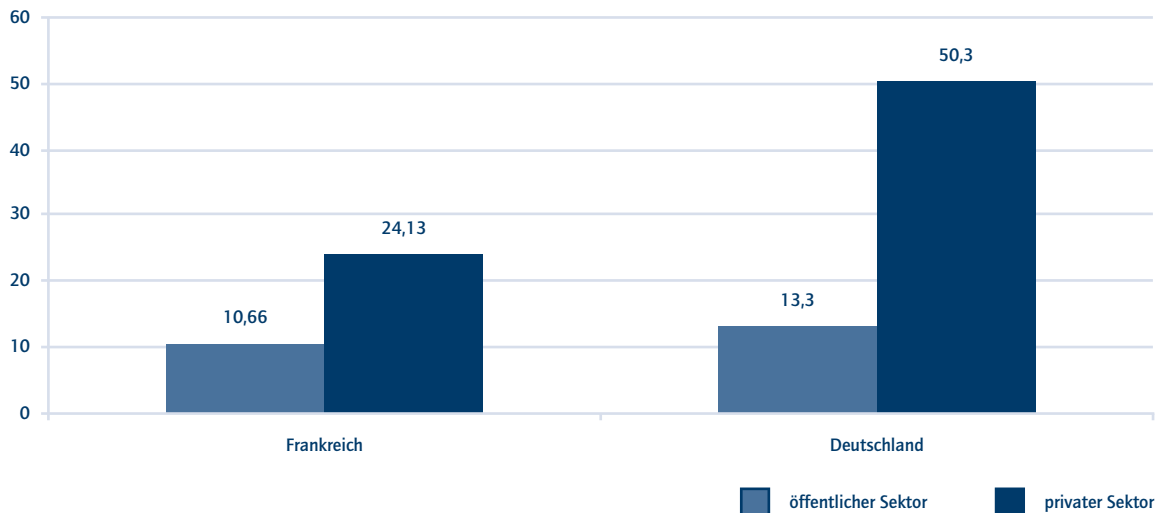
nehmen geleistet wird. Es wird deutlich, dass die Gesamtsumme der wirtschaftlichen FuE-Förderung im Vergleich zu den anderen hier betrachteten Ländern relativ gering ausfällt und Frankreich deutlich hinter Deutschland, den USA und Schweden liegt.

Ausbau der Infrastruktur

Frankreich hat in Form von Absichtserklärungen, nationalen Initiativen und Regelungen den Infrastrukturausbau für Cloud Computing beziehungsweise generell internetbasierte Dienste unterstützt, ein übergreifender „Breitbandplan“ ist allerdings nicht erkennbar. Die Ziele des Ausbaus sind jedoch formuliert:¹²⁸ Bis 2014 sollen alle „Geschäftszonen“

Abbildung 31: Vergleich des Förderbudgets für FuE der öffentlichen und privaten Sektoren in Frankreich und Deutschland in Milliarden Euro

Mrd. EUR



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹²⁹

¹²⁶ <http://www.kooperation-international.de/buf/frankreich/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 01.08.2013].

¹²⁷ <http://www.kooperation-international.de/buf/frankreich/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 01.08.2013].

¹²⁸ BSA Country Report France 2013.

¹²⁹ <http://www.kooperation-international.de/buf/frankreich/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> und <http://www.bmbf.de/press/3382.php> [Stand: 01.08.2013]).

Frankreichs mit Breitbandinternet versorgt sein. Bis 2020 sollen 70 Prozent und bis 2025 100 Prozent der Haushalte an das Breitbandnetz angeschlossen sein. Im Jahr 2011 verfügten 80 Prozent der Bevölkerung über Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Bandbreite betrug 76,75 kbit/s.

Institutionen

In Frankreich wurde in den letzten Jahren die Zusammenarbeit von staatlichen Institutionen und Unternehmen deutlich verbessert. So ist beispielsweise das von der Regierung gestartete Programm „Crédit d'impôt recherche“ (CIR) ein Steuererleichterungsprogramm, das Unternehmen seit 2008 eine Steuerergutschrift von 30 Prozent ihrer Forschungsaufwendungen ermöglicht. Nehmen Unternehmen diese Regelung erstmals oder nach einer fünfjährigen Pause erneut in Anspruch, sind es sogar 50 Prozent, die gutgeschrieben werden können.¹³⁰

Die verantwortliche Institution für CIR ist das „Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche“ (MESR). Dieses arbeitet mit den Ministerien für Umwelt, Verteidigung und Industrie zusammen. MESR ist auch die ausführende Institution, wenn es um neue Bildungsprogramme geht, um neue Förderprogramme sowie um die Verteilung der Mittel.

Zentrales Organ der französischen Bildungs- und Forschungspolitik ist das „Centre National de la Recherche Scientifique“ (CNRS). Dieses im Jahr 1939 gegründete nationale Zentrum für wissenschaftliche Forschung ist mit circa 30.000 Mitarbeitern und einem Budget von 3,415 Milliarden Euro (2013) die größte Forschungseinrichtung Europas,¹³¹ mit vielfältigen Kooperationen auf internationaler und nationaler Ebene.¹³²

Eine weitere wichtige Säule französischer FuE-Förderung ist das staatliche Kreditinstitut „Groupe Caisse des Dépôts“ (CDS). Dieses finanziert und unterstützt KMU und fördert

nachhaltige Entwicklung. Das CDS verwaltete 2009 eine Summe von circa 255,6 Milliarden Euro.¹³³

Cloud-Strategie und -Projekte

„Andromède“ ist Frankreichs größtes und wichtigstes Cloud Computing-Projekt mit dem Ziel, eine umfassende eigenständige Lösung für Cloud Computing zu entwickeln. Hierdurch will man den nationalen Markt stärken und gleichzeitig eine an französischen Standards orientierte Lösung entwickeln. Die heimische Industrie soll durch eine rechtskonforme, sichere und eigene Cloud-Infrastruktur unterstützt werden.¹³⁴

Innerhalb dieses Projekts ist die auch sonst beobachtbare stärkere Zusammenarbeit staatlicher Institutionen und privatwirtschaftlicher Unternehmen deutlich erkennbar. Der Staat greift auf das Expertenwissen und die Infrastruktur der Unternehmen zurück und investiert Mittel, um eine Realisierung eigener Projekte zu ermöglichen. Von der Gesamtförder-summe von 450 Millionen Euro für Andromède trug die staatliche Förderbank CDS 150 Millionen Euro bei, die restlichen 300 Millionen Euro entfallen auf die Unternehmen Orange, Thales, Bull und SFR. Somit trägt der französische Staat einen erheblichen Teil zur Finanzierung des Projekts Andromède bei, was im Einklang mit der allgemein hohen Förderung durch den französischen Staat steht. Aus dem Projekt Andromède wurden Ende 2012 zwei Unternehmen gegründet. Diese sind Numergy und Cloudwatt. Numergy wird von SFR und BULL betrieben, während Cloudwatt von ORANGE und THALES betrieben wird. Diese Unternehmen unterstützt der französische Staat mit jeweils 75 Millionen Euro. Der Versuch, hier die eigenen nationalen Unternehmen zu stärken und so eine den eigenen Standards entsprechende nationale beziehungsweise europäische Cloud aufzubauen, lässt Rückschlüsse auf eine stringente Strategie bei der Verteilung der staatlichen Fördermittel zu.

¹³⁰ <http://www.euractiv.de/forschung-und-innovation/linkdossier/steuerliche-forschungsfoerderung-000142> [Stand: 20.05.2013].

¹³¹ <http://www.cnrs.fr/en/aboutCNRS/key-figures.htm> [Stand: 19.10.2013].

¹³² <http://www.kooperation-international.de/detail/info/cnrs-nationales-zentrum-fuer-wissenschaftliche-forschung.html> [Stand: 20.05.2013].

¹³³ <http://www.eib.org/about/press/2010/2010-101-the-long-term-investments-in-the-age-of-globalisation-annual-conference-of-the-long-term-investors-club.htm?lang=de> [Stand: 20.05.2013].

¹³⁴ Henniot 2011.

Dieses Investitionsverhalten entspricht der angestrebten Förderung der Kooperation zwischen Staat und Unternehmen und dem Ziel, eine eigene und umfassende Cloud-Infrastruktur zu implementieren. Der eingeschlagene Weg ist nicht unumstritten, und es gibt Stimmen, die von einer Wettbewerbsverzerrung sprechen,¹³⁵ denn bei der Förderung hat man sich lediglich auf vier große Firmen konzentriert, die die Beteiligung von KMU ausschließt.

Die gewünschte Intensivierung der Zusammenarbeit von Staat und Unternehmen zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit scheint sich auf die großen Unternehmen zu beschränken. Auch Profiteure der Steuererleichterungsprogramme (CIS) sind wohl eher auf der Seite der großen Unternehmen zu finden.

Die Förderung von KMU obliegt in Frankreich hauptsächlich der CDS, die mit einem Jahresbudget (2009) von circa 255 Milliarden Euro die nachhaltige Entwicklung von KMU unterstützen soll. Im Zuge des „Elan 2020“-Projekts wurden auch von der CDS Cloud-Projekte unterstützt, jedoch konnten im Rahmen der durchgeführten Recherche keine konkreten Cloud-Projekte mit maßgeblicher KMU-Beteiligung entdeckt werden. Hier scheint es keine klare Strategie der Förderung in Frankreich zu geben.

Zusammenfassend kann in Frankreich von einer zentralisierten Cloud-Förderung gesprochen werden. Der Fokus liegt auf dem eigenen Markt (Cloud à la française) und den großen Unternehmen, KMU spielen bei der Förderung von Cloud-Projekten keine sichtbare Rolle.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Französische Cloud-Anbieter mit starker Präsenz auf dem deutschen Markt sind Atos und Capgemini.¹³⁶ Atos

bietet sowohl dedizierte als auch mehrmandantenfähige Managed Clouds sowie darüber hinaus auch Integrations- und Beratungsdienstleistungen an. Capgemini wird lediglich bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen als führender Anbieter eingestuft.

3.2.3 VEREINIGTES KÖNIGREICH

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Bei den Ausgaben für FuE im europäischen Vergleich liegt das Vereinigte Königreich (UK) unterhalb des EU-27-Durchschnitts (siehe Abbildung 25). Mit nur circa 1,8 Prozent im Jahr 2010 gemessen am BIP befindet sich das Vereinigte Königreich auf dem elften Rang. Die mit drei Prozent von der EU gesetzte Marke ist für das Vereinigte Königreich vorerst nicht erreichbar.¹³⁷

Auch im außereuropäischen Vergleich liegt das Vereinigte Königreich zurück. Abbildung 26 zeigt, dass dessen FuE-Ausgaben knapp einen Prozentpunkt hinter denen der USA und sogar zwei Prozent hinter denen Südkoreas liegen. Momentan ist das Land zwar noch gleichauf mit China; wenn man aber in Betracht zieht, dass die Ausgaben Chinas für FuE in den letzten elf Jahren um 7,0 Prozent gewachsen sind, relativiert sich dieser Umstand.

Der Dienstleistungssektor ist im Vereinigten Königreich der wichtigste wirtschaftliche Sektor und wuchs in den letzten Jahren im Vergleich zu den anderen Sektoren relativ stark. So sank der Anteil des Industriesektors von 2000 bis 2010 von 27,34 Prozent auf 21,62 Prozent. Der ohnehin sehr geringe Anteil des primären Sektors fiel im gleichen Zeitraum von 0,99 Prozent auf 0,72 Prozent zurück. Der Anteil der Dienstleistungen hingegen stieg von 71,67 Prozent im Jahr 2000 auf 78,2 Prozent im Jahr 2012.¹³⁸

¹³⁵ Gueugneau 2012.

¹³⁶ Velten et al. 2013.

¹³⁷ http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm [Stand 19. 10. 2013].

¹³⁸ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167293/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-in-grossbritannien/> (Die Angaben beziehen sich laut Quelle auf das Vereinigte Königreich) [Stand: 20. 05. 2013].

Förderstruktur

Interessant ist die Aufschlüsselung der FuE-Mittel mit Blick auf den Zusammenhang zwischen starkem Dienstleistungssektor und niedriger FuE-Förderung. Insgesamt beliefen sich die Ausgaben für FuE im Vereinigten Königreich auf 30,38 Milliarden Euro im Jahr 2011. Dabei entstammten 32,2 Prozent aus dem öffentlichen Sektor und 44,6 Prozent aus dem privaten Sektor.¹³⁹ Die absoluten Summen werden in Abbildung 32 im Vergleich mit der deutschen FuE-Förderung dargestellt.

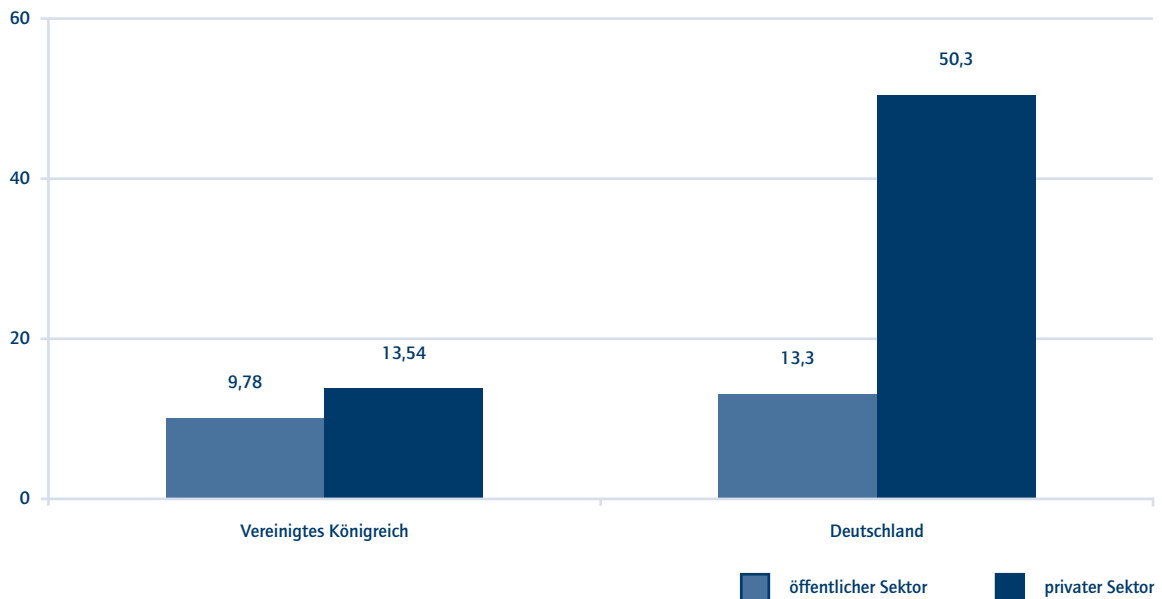
Während in Deutschland der überwiegende Teil der FuE-Gelder aus dem wirtschaftlichen Sektor kommt, ist im

Vereinigten Königreich die Verteilung zwischen privatem und öffentlichem Sektor nahezu gleich. Es ist noch zu erwähnen, dass im Vereinigten Königreich ein erheblicher Teil der FuE-Förderung von ausländischen Investoren stammt. 17,7 Prozent der FuE-Gelder kommen aus anderen Nationen, dies entspricht einer Summe von 5,37 Milliarden Euro.

Deutlich wird hier die geringe FuE-Intensität des Wirtschaftssektors im Vereinigten Königreich (siehe Abbildung 33). Trotz eines wirtschaftlich starken Hintergrunds und eines starken Dienstleistungssektors ist die FuE-Förderung im Vereinigten Königreich im internationalen Vergleich gering.¹⁴⁰

Abbildung 32: Vergleich des öffentlichen und privaten Sektors im Vereinigten Königreich und in Deutschland

Mrd. EUR



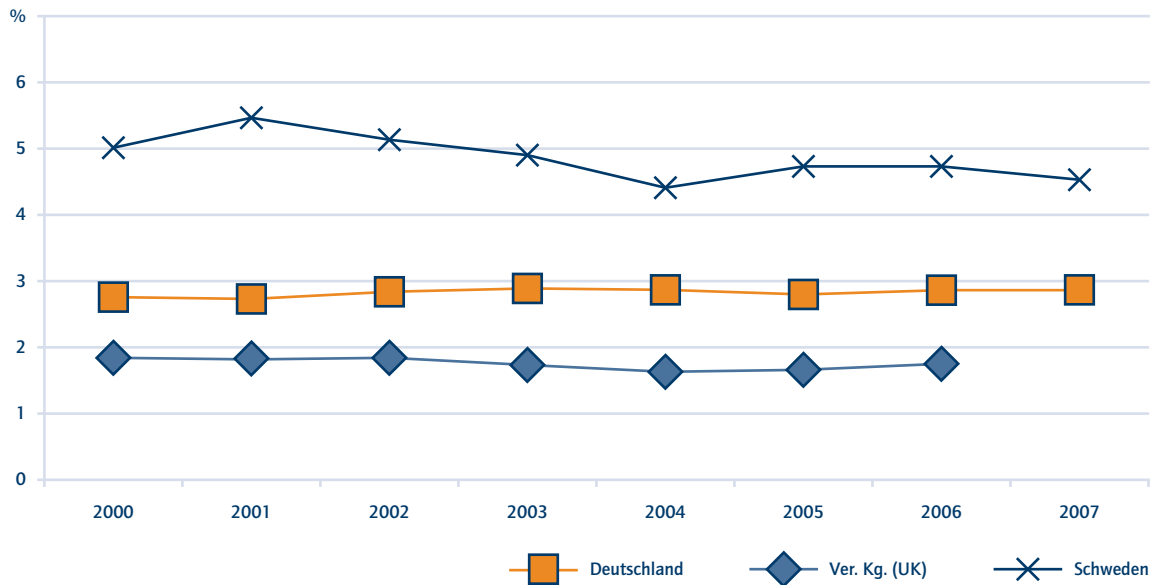
Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁴¹

¹³⁹ <http://www.kooperation-international.de/buf/grossbritannien/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> (Die Angaben beziehen sich laut Quelle auf das Vereinigte Königreich) [Stand: 10.09.2013].

¹⁴⁰ Siehe auch <http://www.kooperation-international.de/buf/grossbritannien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20.05.2013].

¹⁴¹ Nach <http://www.kooperation-international.de/buf/grossbritannien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20.05.2013].

Abbildung 33: Entwicklung der FuE-Ausgaben gemessen am BIP



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁴²

Ausbau der Infrastruktur

Der nationale Breitbandplan sieht vor, bis 2015 schnelles Internet in allen Teile des Vereinigten Königreichs auszurollen.¹⁴³ 90 Prozent Bevölkerung soll eine Mindestgeschwindigkeit von zwei Mbit/s versorgt werden. Im Jahr 2011 verfügten im Vereinigten Königreich 82 Prozent der Bevölkerung über Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Bandbreite lag 2011 bei 162,18 kbit/s.

Institutionen

Im Vereinigten Königreich gibt es drei relevante staatliche Organisationen, die die FuE-Mittel verwalten: das Depart-

ment for Business, Innovation and Skills (BIS), das Amt für Wissenschaft (Government Office for Science) und die Abteilung für Wissenschaft und Innovation (Science and Innovation Group).¹⁴⁴

Das BIS verwaltet den größten Teil der staatlichen Fördermittel und hatte im Jahr 2011/2012 ein Budget von 21,9 Milliarden Euro. Dieses Budget soll aber in den nächsten Jahren bis 2014/2015 auf 18,1 Milliarden Euro gesenkt werden.¹⁴⁵ Die zweitgrößte staatliche Förderorganisation ist das Amt für Wissenschaft mit einem Jahresbudget von 2,3 Milliarden Euro im Jahr 2011/2012. Mit

¹⁴² Legler et al. 2009.

¹⁴³ BSA Country Report UK 2013.

¹⁴⁴ <http://www.kooperation-international.de/buf/grossbritannien/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> (Die Angaben beziehen sich laut Quelle auf das Vereinigte Königreich) [Stand: 10.09.2013]; <https://www.gov.uk/government/organisations/departmentforbusiness-innovation-skills> [Stand: 19.10.2013]; <http://www.bis.gov.uk/go-science> [Stand: 19.10.2013].

¹⁴⁵ Diese Daten entstammen einer offiziellen Regierungsseite und können daher den zuvor genannten widersprechen. Außerdem handelt es sich hierbei um ein Budget und nicht um eine tatsächlich investierte Summe. Auffällig ist allerdings, dass an dieser Stelle die Zahlen der Regierungsseite und die Zahlen der statistischen Ämter auseinandergehen. Siehe <http://www.bis.gov.uk/> [Stand: 20.05.2013].

einer Größe von 80 Mitarbeitern ist es nur eine kleine Organisation, die hauptsächlich die politische Beratung von Ministerien übernimmt und eine organisierte Verteilung der Mittel ermöglicht. Der Aufgabenbereich der Abteilung der Wissenschaft und Innovation erstreckt sich über einen weiten Raum – von der Teilnahme an der Gestaltung des Wissenschaftshaushalts bis hin zur Verwaltung der Raumfahrt und der Patente.¹⁴⁶

Für die Forschung an den Universitäten ist das Research Council zuständig. Dieses besteht aus sieben Councils unterschiedlicher Forschungsrichtungen. Insgesamt verfügen die sieben Mitglieder des Research Councils über ein Budget von rund drei Milliarden Euro. Diese umfassen das Arts and Humanities Research Council, Biotechnology and Biological Sciences Research Council, Engineering and Physical Sciences Research Council, Economic and Social Research Council, Medical Research Council, Natural Environment Research Council und das Science and Technology Facilities Council.

Die wichtigsten Organe zur Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten FuE-Einrichtungen sind das Technology Strategy Board (TSB) und die sogenannten Science Parks. Aufgabe des TSB beispielsweise ist der Abbau von Innovationshemmnissen innerhalb des britischen Wirtschaftssystems durch eine enge Zusammenarbeit zwischen TSB und Regierungsverantwortlichen beziehungsweise Ministerien. Das TSB soll die Kooperation von staatlichen und wirtschaftlichen Instituten fördern. Dafür steht ihm ein Jahresbudget von aktuell rund 420 Millionen Euro zur Verfügung.

Die Science Parks sollen die Akkumulation von Wissen durch Vernetzung der entsprechenden Institutionen fördern. Über die Bildung von Netzwerken soll eine bessere Kommunikation zwischen den staatlichen und privaten Organisationen ermöglicht werden.

Cloud-Strategie und -Projekte

Im Vereinigten Königreich werden die Cloud-Aktivitäten vor allem an der zentralen IKT-Strategie ausgerichtet, deren Hauptziel die Vereinheitlichung und Bündelung von Ressourcen im öffentlichen Sektor ist um die Projekte besser zu steuern und gezieltere Ergebnisse zu ermöglichen.¹⁴⁷ Entsprechend gibt es wenige, dafür aber sehr fortgeschrittene und in der Ausrichtung konkrete Projekte dank einer klaren strategischen Ausrichtung.

Bei der Betrachtung der nationalen Cloud Computing-Projekte fällt auf, dass die ausführenden Institutionen Universitäten sind und – wie bereits dargestellt – kaum Unterstützung aus der privaten Wirtschaft besteht. Es lassen sich wenige Projekte finden, in die KMU konkret miteinbezogen werden.

Das einzige sichtbare Projekt, das sich mit einigen Cloud-Anforderungen von KMU beschäftigt, ist „QMUL Cloud Legal“ der Queen Mary Universität London (seit 2009). Hierbei stehen die rechtlichen Aspekte, insbesondere hinsichtlich des Datenschutzes, im Vordergrund. Das Ziel ist dabei, die Unsicherheit von Unternehmen hinsichtlich der rechtlichen Lage bei der Nutzung von Cloud-Diensten zu reduzieren. Dies bezieht sich zwar nicht exklusiv auf die Anforderungen von KMU. Sicherheit und Datenschutz sind aber im Fall der KMU nach wie vor die größten Hürden bei der Generierung von Vertrauen gegenüber Cloud-Diensten. Die Bedeutung dieser thematischen Ausrichtung des Projekts zeigt sich ebenfalls darin, dass dieses – im Gegensatz zur sonst geringen Kooperation zwischen Staat und Industrie – von der Industrie initiiert und gefördert wird.¹⁴⁸

Das größte Projekt der englischen Regierung ist die „G-Cloud“, das deutlich die IKT-Strategie der Regierung abbildet. Über die G-Cloud können Regierungseinrichtungen, Behörden und sonstige Einrichtungen des öffentlichen Dienstes IKT-Dienstleistungen „einkaufen“.

¹⁴⁶ <http://www.kooperation-international.de/buf/grossbritannien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#c3829> [Stand: 20.05.2013].

¹⁴⁷ Government UK 2011a; Government UK 2011b.

¹⁴⁸ „QMUL Cloud Legal“ wurde beispielsweise von Microsoft geleitet und unterstützt.

Die Förderung von Cloud-Computing-Projekten für den nichtöffentlichen Markt zielt auf eine Verbesserung der Effektivität der Projekte und eine Bündelung der Kompetenzen. Eine umfassende Förderung und eine besondere Fokussierung auf KMU waren aus der Recherche nicht zu erkennen.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Die in Deutschland führenden britischen Anbieter von Cloud-Diensten und -Dienstleistungen sind British Telecommunications (BT) beziehungsweise deren deutsche Tochter BT Germany, Claranet, Colt sowie Computacenter.¹⁴⁹

BT Germany, Claranet und Colt nehmen sowohl mit dedizierten als auch mit mehrmandantenfähigen Managed Clouds in Deutschland Führungspositionen ein. Die Unternehmen sind dabei besonders in der Versorgung des deutschen Mittelstands stark. Computacenter gelingt die Führungsposition dagegen nur mit für jeden Kunden physikalisch getrennt bereitgestellten Systemen. BT Germany und Computacenter ergänzen ihre Angebote in Deutschland zusätzlich besonders durch Integrations- und Beratungsdienstleistungen.

3.2.4 SCHWEDEN

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Gemessen am BIP im europäischen Vergleich sind die Ausgaben für FuE in den skandinavischen Ländern am höchsten. Schweden liegt mit circa 3,4 Prozent des Bruttoinlandsprodukts im Jahr 2010 nur knapp hinter Finnland, das mit etwa 3,8 Prozent die europäische Spitze darstellt.

Ein Grund für die überdurchschnittlich hohe Förderung stellt die wirtschaftliche Struktur Schwedens dar. Die schwedische Wirtschaft war in der Vergangenheit von den eigenen Rohstoffen abhängig, und die größten Teile der Wirtschaft basierten auf einer Industrie, die diese Rohstoffe lieferte und verarbeitete.

Erst zu Beginn der 1990er-Jahre wuchs der Dienstleistungssektor stetig. Staat und Wirtschaft hofften durch die Neuausrichtung und Spezialisierung neue Märkte und Absatzmöglichkeiten zu erschließen. Heute ist Schweden deutlich eine Dienstleistungsgesellschaft. Dies zeigen die Zahlen der prozentualen Bruttowertschöpfung des jeweiligen Sektors im Jahr 2010: Dienstleistungen 71,84 Prozent, Industrie 26,34 Prozent und Landwirtschaft 1,83 Prozent.¹⁵⁰

Förderstruktur

Die FuE-Förderung in Schweden beträgt aktuell rund zehn Milliarden Euro.¹⁵¹ Vergleicht man dies mit dem Gesamtfördervolumen in Deutschland von 74,8 Milliarden Euro, so scheint die Summe der schwedischen Aufwendungen gering, allerdings steht der Anteil des Bundes mit 13,3 Milliarden Euro in vergleichbarer Größenordnung.¹⁵² In Schweden entstammen 2,73 Milliarden Euro aus der öffentlichen Hand und 5,78 Milliarden Euro aus der privaten Wirtschaft.¹⁵³

Ausbau der Infrastruktur

In Schweden verfügten im Jahr 2009 etwa 37 Prozent der Gesamtbevölkerung über einen Breitbandanschluss. Davon wiederum sind fast 40 Prozent mit einer Geschwindigkeit von mindestens 10 Mbit/s ausgestattet. Bis 2015 – so die nationale Breitbandstrategie – sollen 40 Prozent aller Anschlüsse mit einer Mindestgeschwindigkeit von 800 Mbit/s ausgestattet sein.¹⁵⁴ Bis 2020 sollen es 90 Prozent sein.

¹⁴⁹ Velten et al. 2013.

¹⁵⁰ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/165031/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-bip-in-schweden/> [Stand: 09.09.2013].

¹⁵¹ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 13.09.2013].

¹⁵² <http://www.bmbf.de/de/12210.php> [Stand: 12.06.2013].

¹⁵³ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#7583> [Stand: 12.06.2013].

¹⁵⁴ Ministry of Enterprise Energy and Communications Sweden 2009.

Institutionen

FuE findet in Schweden größtenteils in Unternehmen statt. Mit 74 Prozent aller FuE-Aktivitäten in Unternehmen hält Schweden den europäischen Spitzenwert. Einen vergleichsweise niedrigen Wert verzeichneten hingegen die Forschungseinrichtungen (4,4 Prozent im Jahr 2008).¹⁵⁵

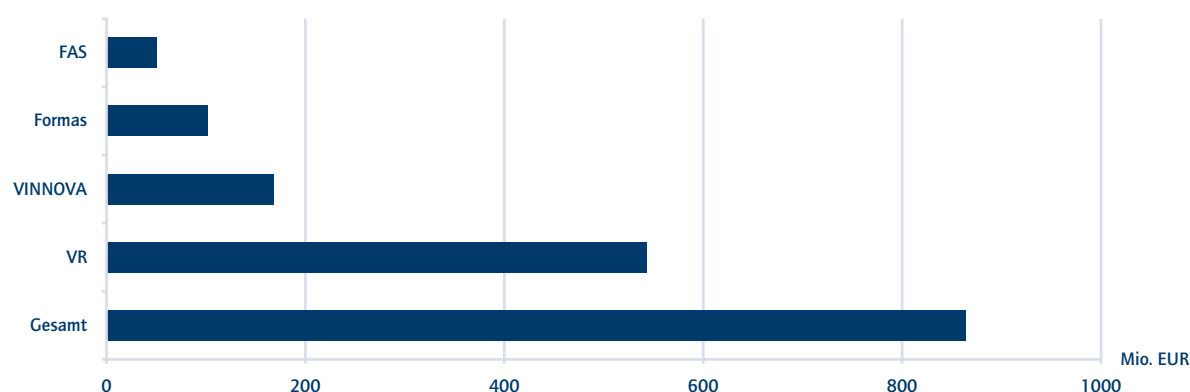
Die Verteilung der Mittel an den Universitäten wird von den staatlichen Organisationen übernommen. In Schweden gibt es vier große Forschungsförderagenturen: Wissenschaftsrat (VR), Schwedischer Forschungsrat für Umwelt, Agrarwissenschaften und Raumplanung (Formas), Schwedischer Forschungsrat für Arbeits- und Sozialwissenschaften (FAS) und Schwedische Agentur für Innovationssysteme (VINNOVA). Abbildung 34 zeigt die Verteilung der Mittel durch die Agenturen und die Gesamtsumme.¹⁵⁶

Den größten Anteil der Fördermittel bewilligt der Wissenschaftsrat. „Der VR unterstützt primär Grundlagenforschung

sowohl in den Natur- und Technikwissenschaften als auch in den Sozial- und Geisteswissenschaften. Etwa ein Drittel des Budgets des Wissenschaftsrates entfiel 2009 auf die Natur- und Ingenieurwissenschaften, an zweiter Stelle mit circa einem Viertel rangierte die Gesundheitsforschung. Etwa ein Fünftel der Mittel floss in den Aufbau von Forschungsinfrastrukturen.“¹⁵⁷

Außer den vier Agenturen gibt es etwa 20 Behörden, die Forschung nach thematischer Ausrichtung fördern und strukturieren. Die wichtigsten sind SIDA (Behörde für internationale Entwicklungszusammenarbeit), Schwedische Behörde für Umweltschutz (Naturvårdsverket), SNSB (Schwedische Nationale Raumfahrtagentur), Swedish Energy Agency (Schwedische Energieagentur) und EPA (Schwedische Umweltschutzagentur). Abbildung 35 zeigt die Verteilung der Mittel durch die Behörden.

Abbildung 34: Verteilung der Fördermittel von Forschungsförderagenturen in Schweden



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁵⁸

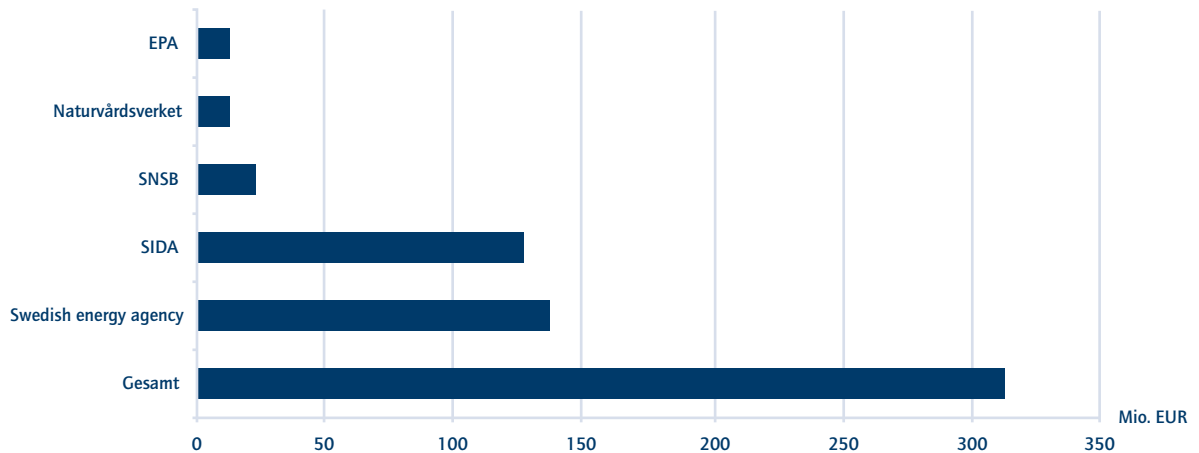
¹⁵⁵ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/laenderbericht.html#countryHeader-2> [Stand: 12.06.2013].

¹⁵⁶ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#c7593> [Stand: 13.06.2013].

¹⁵⁷ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#c7593> [Stand: 13.06.2013].

¹⁵⁸ Nach <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#c7593> [Stand: 12.05.2013].

Abbildung 35: Verteilung der Fördermittel von Behörden



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁵⁹

Auffällig ist, dass bei einem Unternehmensanteil von 74 Prozent an den FuE-Aktivitäten alleine vom Telekommunikationsunternehmen Ericsson 24 Prozent der gesamten privaten Förderung stammen: Mit drei Milliarden Euro ist Ericsson der größte Investor in Schweden bei der Förderung von FuE.¹⁶⁰ Insgesamt tragen die 20 größten schwedischen Unternehmen circa 70 Prozent der privaten FuE-Förderung.¹⁶¹ Trotz des im europäischen Vergleich forschungsintensiven privaten Sektors beteiligen sich viele schwedische Unternehmen nicht intensiv an FuE – die meisten FuE-Aktivitäten werden von wenigen internationalen Unternehmen wie zum Beispiel Ericsson, AstraZeneca, ABB und Saab durchgeführt.¹⁶²

Den Hauptteil der staatlichen Förderung erhalten die schwedische Energieagentur SIDA und der Wissenschaftsrat.

Diese sind zuständig für Energieforschung, internationale Entwicklungszusammenarbeit und Grundlagenforschung in den Natur- und Technikwissenschaften sowie Sozial- und Geisteswissenschaften.

Cloud-Strategie und -Projekte

In Schweden ist keine gesonderte Strategie für den Ausbau von Cloud Computing erkennbar. Es kann vermutet werden, dass der in Schweden generell festgestellte Widerspruch zwischen dem hohen Anteil der FuE-Ausgaben am BIP und der geringen Ausbeute in Innovationen auch hier zum Tragen kommt.¹⁶³ Es wird umfangreiches Wissen produziert, das in der schwedischen Industrie jedoch häufig nicht umgesetzt werden kann.

¹⁵⁹ Nach <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#c7593> [Stand: 12.06.2013].

¹⁶⁰ EC 2011.

¹⁶¹ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 02.08.2013].

¹⁶² <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 19.08.2013].

¹⁶³ Bitard et al. 2008.

Bezüglich Cloud Computing bringt sich Schweden eher in europäische Projekte ein. Die Art der Forschung erfolgt dabei hauptsächlich über Universitäten. Im Bereich der KMU konnten bei der Recherche ebenfalls keine konkreten Bemühungen und Projekte bezüglich Cloud Computing festgestellt werden.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

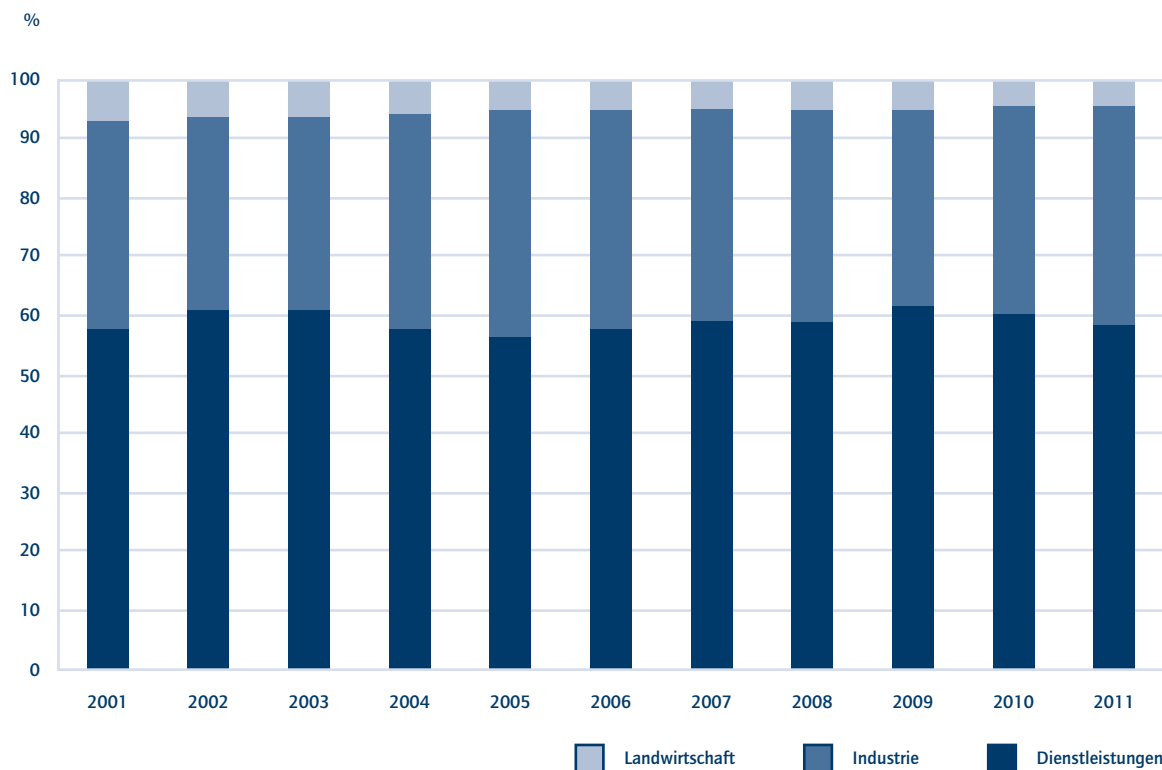
In der aktuellen Cloud-Anbieterstudie aus dem Jahr 2013 gehören schwedische Cloud-Dienstanbieter nicht zu den führenden Cloud-Anbietern in Deutschland.¹⁶⁴

3.2.5 RUSSLAND

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Die Ausgaben für FuE von Russland im Vergleich zu den wichtigsten Mitgliedern der G8-Staaten und den wichtigsten asiatischen Staaten sind mit 1,12 Prozent des BIP im Jahr 2007 verhältnismäßig gering. Russland liegt in diesem Vergleich auf dem letzten Rang hinter Italien und China. Gemessen am BIP fällt es um 2,6 Prozent hinter Südkorea und um 1,7 Prozent hinter Deutschland zurück. Auch der Rückstand auf die EU-27-Länder ist mit 0,9 Prozent relativ hoch.

Abbildung 36: Anteile der Sektoren Russlands am BIP in den Jahren 2001 bis 2011



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁶⁵

¹⁶⁴ Velten et al. 2013.

¹⁶⁵ Nach <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/171870/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-russlands/> [Stand: 20.05.2013].

Im Vergleich zu vielen der anderen betrachteten Länder stützt sich die russische Wirtschaft weniger auf den Dienstleistungssektor, sondern auf einen starken sekundären und primären Sektor. Zwar sank auch in Russland der Anteil am BIP des primären Sektors, jedoch gewann der sekundäre hinzu. Bemerkenswert ist allerdings die im internationalen Vergleich geringe Wachstumsrate des Dienstleistungssektors. Nur um 1,04 Prozent stieg der Anteil des tertiären Sektors in den Jahren 2001 bis 2011, deutlich unterdurchschnittlich im Vergleich zu den übrigen in dieser Studie betrachteten Staaten.

Abbildung 36 zeigt die Schwankungen in allen Sektoren, wobei diese sich am auffälligsten im Bereich des sekundären Sektors zeigen. Bezüglich der Wirtschaftskraft des Dienstleistungssektors hat Russland einen Rückstand gegenüber anderen europäischen Ländern (siehe Abbildung 28).

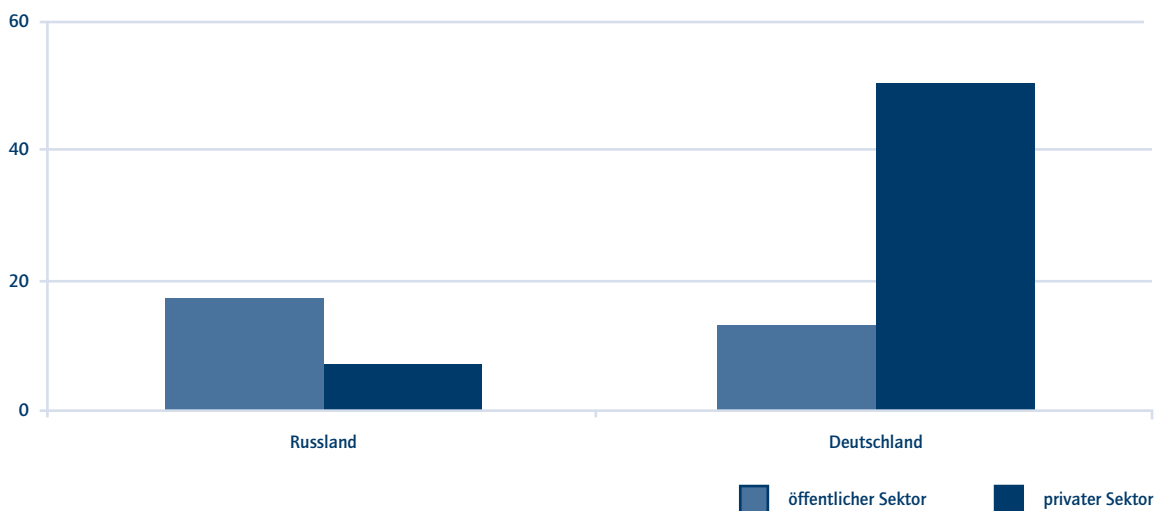
Förderstruktur

Der Anteil der Fördersummen für FuE am russischen BIP betrug im Jahr 2011 1,12 Prozent, in absoluten Zahlen eine Gesamtsumme von 25,97 Milliarden Euro. Dabei stammen 17,42 Milliarden Euro aus der öffentlichen Hand und 7,19 Milliarden Euro aus der Wirtschaft (siehe Abbildung 37). 1,12 Milliarden Euro beträgt der Anteil der ausländischen Investoren am Gesamtfördervolumen.

Russland liegt gegenüber Deutschland damit deutlich zurück. Besonders der Anteil der Wirtschaft am Gesamtfördervolumen Russlands ist gering. Die stärksten FuE-Aktivitäten Russlands finden sich in den Bereichen Nanotechnologie und Nanomaterialien, Lebenswissenschaften und internationale Zusammenarbeit. Die für diese Studie relevanten Informations- und Kommunikationstechnologien spielen eine untergeordnete Bedeutung (siehe Abbildung 38).

Abbildung 37: Fördersummen aus öffentlichen und privaten Sektoren für FuE in Russland und Deutschland im Jahr 2011

Mrd. EUR

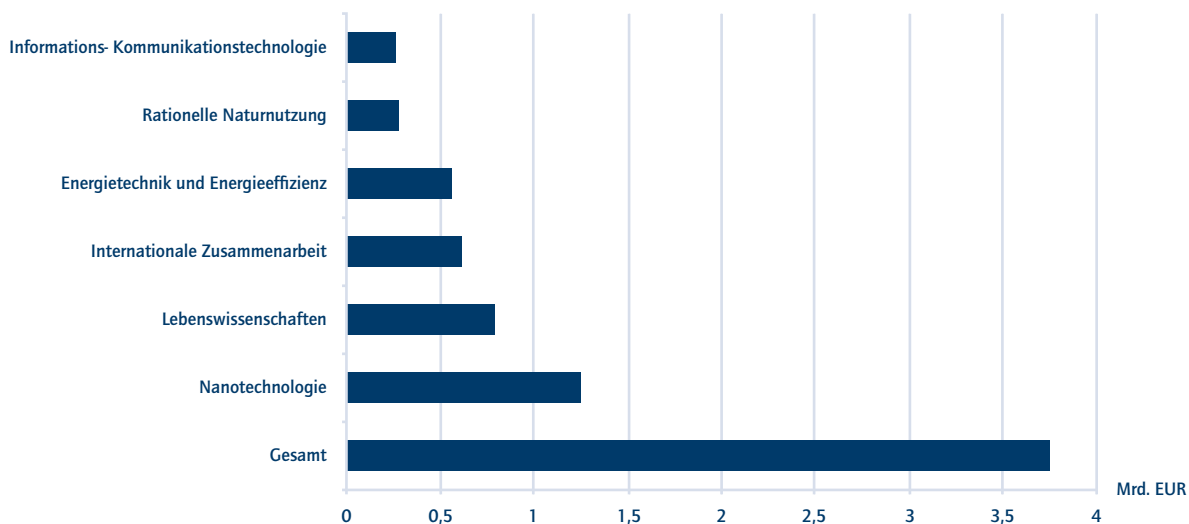


Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁶⁶

¹⁶⁶ Nach <http://www.kooperation-international.de/buf/russland/laenderbericht.html#countryHeader-2.2> [Stand: 20.05.2013].



Abbildung 38: Öffentliche Fördervolumen der wichtigsten thematischen Bereiche in Russland



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁶⁷

Russland versucht in den letzten Jahren, die Ausgaben für FuE deutlich zu erhöhen. So gibt es mehrere staatliche Programme und Initiativen, die sukzessive die Ausgaben für FuE steigern sollen, wie zum Beispiel das 2006 veröffentlichte Programm der russischen Regierung zur Forschungsentwicklung, das den Anteil der Ausgaben für FuE am BIP bis 2015 auf zwei Prozent und bis 2020 sogar auf 2,5 bis drei Prozent erhöhen soll. Dieses wird erweitert durch ein Programm der Regierung von 2012, das auf die Stärkung internationaler Großforschungsprojekte sowie die Erhöhung der internationalen Mobilität russischer Wissenschaftler und damit verbunden auf den Ausbau der internationalen wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit abzielt. Zusätzlich sollen hochqualifizierte Arbeitskräfte und notwendige Spitzentechnologien ins Land geholt werden.

Die Regierungsstrategie „Innovatives Russland – 2020“ soll ebenfalls dazu beitragen, FuE und Innovationsfähigkeit zu

stärken. Dieses Strategiepapier beinhaltet 55 sogenannte Föderale Zielprogramme (FZP), die die Zielsetzungen der russischen Regierung formulieren.¹⁶⁸

Die wichtigsten Programme sind dabei das föderale Raumfahrtprogramm, das Programm der wissenschaftlich-technologischen Entwicklung und Modernisierung der Wirtschaft, das föderale Programm „Wissenschaftliches und wissenschaftlich-pädagogisches Personal des innovativen Russland“ sowie „Forschung und Entwicklung in den vorrangigen Entwicklungsrichtungen des wissenschafts-technologischen Komplexes Russland 2007 – 2013“.¹⁶⁹

Ausbau der Infrastruktur

In Russland scheint es keinen übergreifenden nationalen Breitbandplan zu geben. Die aktuellen Pläne der Regierung besagen, dass bis 2015 35 Prozent der Bevölkerung mit Zugang zu Breitband-Internet und 75 Prozent der Haushalte

¹⁶⁷ Nach <http://www.kooperation-international.de/buf/russland/laenderbericht.html#countryHeader-3> [Stand: 20.05.2013].

¹⁶⁸ <http://www.kooperation-international.de/buf/russland/laenderbericht.html#countryHeader-3> [Stand: 20.05.2013]; http://минобрнауки.рф/static/ministry_eng.html [Stand: 20.05.2013].

¹⁶⁹ <http://www.kooperation-international.de/buf/russland/laenderbericht.html#countryHeader-3> [Stand: 20.05.2013].

mit Zugang zum Internet ausgestattet werden sollen,¹⁷⁰ was angesichts der insgesamt mangelnden Infrastruktur schwierig umzusetzen scheint. Im Jahr 2011 verfügten in Russland 49 Prozent der Bevölkerung über Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Geschwindigkeit lag bei 31,16 kbit/s.

Institutionen

Wichtigste staatliche Institution zur FuE-Förderung ist das Ministerium für Bildung und Wissenschaft der russischen Föderation (MON). Hauptaufgaben sind die politische Beratung der Regierung und die Ausarbeitung von Förderprogrammen. Das MON war ebenfalls an der Entwicklung des Strategiepapiers „Innovatives Russland – 2020“ beteiligt. Besonders die universitäre Forschung wurde durch das MON gefördert. In den Jahren 2010 bis 2011 führte das MON einen Förderwettbewerb durch, investierte aber mit 258 Millionen Euro relativ wenig Mittel in die russischen Universitäten. Ziel dieser Förderung sollte es sein, international renommierte Wissenschaftler ins Land zu holen.

Neben dieser Institution gibt es in Russland noch sogenannte Präsidialräte und Präsidialkommissionen, die eine beratende Funktion innerhalb des russischen Bildungssystems einnehmen.

Cloud-Strategie und -Projekte

Das Hauptaugenmerk der russischen Cloud Computing-Strategie ist klar auf KMU ausgerichtet. Insgesamt fließen fünf Prozent der öffentlichen Forschungsgelder (11,97 Millionen Euro) für Informations- und Kommunikationstechnologie in das Projekt 07, das Cloud Computing-Lösungen für KMU adressiert.¹⁷¹ Insgesamt besitzt dieses Projekt ein Volumen von 23,95 Millionen Euro und ist damit das größte und wichtigste Cloud Computing-Projekt Russlands.¹⁷² Dessen Relevanz wird durch die Kooperations-

partner aus der Industrie (Microsoft, 1C und Rostelecom) unterstrichen.

Dennoch mangelt es in Russland an einer geeigneten Basisinfrastruktur, um weitere umfassendere Cloud-Projekte rechtfertigen und initiieren zu können. Dieses Defizit lässt sich anhand der hohen Summe zeigen, die nach wie vor in Russland aufgewendet wird, um eine Internetinfrastruktur aufzubauen. So investierte das größte russische staatliche Telekommunikationsunternehmen Rostelecom im Jahr 2009 noch 200 Millionen Euro in den Ausbau der Netze.¹⁷³ Dies ergibt in der Summe exakt den Anteil der FuE-Aufwendungen Russlands für Informations- und Telekommunikationstechnologie und zeigt die bestehenden Prioritäten einer möglichen russischen Cloud Computing-Strategie. Das Projekt 07 lässt vermuten, dass die russische Regierung in der Ausrichtung ihrer zukünftigen Cloud Computing-Aktivitäten weiterhin einen starken Fokus auf die Belange der KMU legen wird.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Die Cloud-Anbieterstudie zeigt, dass russische Cloud-Dienstanbieter nicht zu den führenden Cloud-Anbietern in Deutschland gehören.¹⁷⁴

3.2.6 ITALIEN

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Die Ausgaben Italiens für FuE – gemessen am BIP im Jahr 2010 – zeigen im Vergleich zu vielen anderen europäischen Staaten relativ geringe FuE-Investitionen. Rund 0,7 Prozent liegt Italien hinter dem Durchschnitt der EU-27-Länder und etwa 1,7 Prozent hinter der zu erreichenden 3,0 Prozent-Marke aus der EU-Wachstumsstrategie „Europe 2020“.¹⁷⁵

¹⁷⁰ BSA Country Report Russia 2013.

¹⁷¹ http://www.software-russia.com/news/industry_news/government-sponsored-cloud-platform-offers-software-infrastructure-and [Stand: 01.08.2013].

¹⁷² http://www.software-russia.com/news/industry_news/government-sponsored-cloud-platform-offers-software-infrastructure-and [Stand: 01.08.2013].

¹⁷³ <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2009/04/g2,hauptbeitrag%3D154808,layoutVariant%3DStandard,sourcetype%3DSE,templateId%3Drender.html> [Stand: 01.08.2013].

¹⁷⁴ Velten et al. 2013.

¹⁷⁵ http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm [Stand 19.10.2013].

Dementsprechend schwach ist seine Position auch im Vergleich mit den G8-Staaten und einigen relevanten asiatischen Ländern. Auch hier fällt Italien deutlich zurück.

Die Ausgaben für FuE stiegen allerdings von 1999 bis 2010 um 0,24 Prozent, die generelle Entwicklung ist also positiv zu bewerten. Der Kurvenverlauf in Abbildung 39 zeigt, dass sich das relative Wachstum der FuE-Ausgaben von Italien und Deutschland nicht so stark unterscheidet wie die jeweils absoluten Ausgaben. Italiens FuE-Ausgabenwachstum entspricht dem durchschnittlichen Wachstum der EU-27-Länder.

In Italien gibt es wie in vielen anderen europäischen Ländern auch einen starken Zuwachs im Dienstleistungssektor. Hier stieg der Anteil am Bruttoinlandsprodukt von 68,9 Prozent im Jahr 2000 auf 72,87 Prozent im

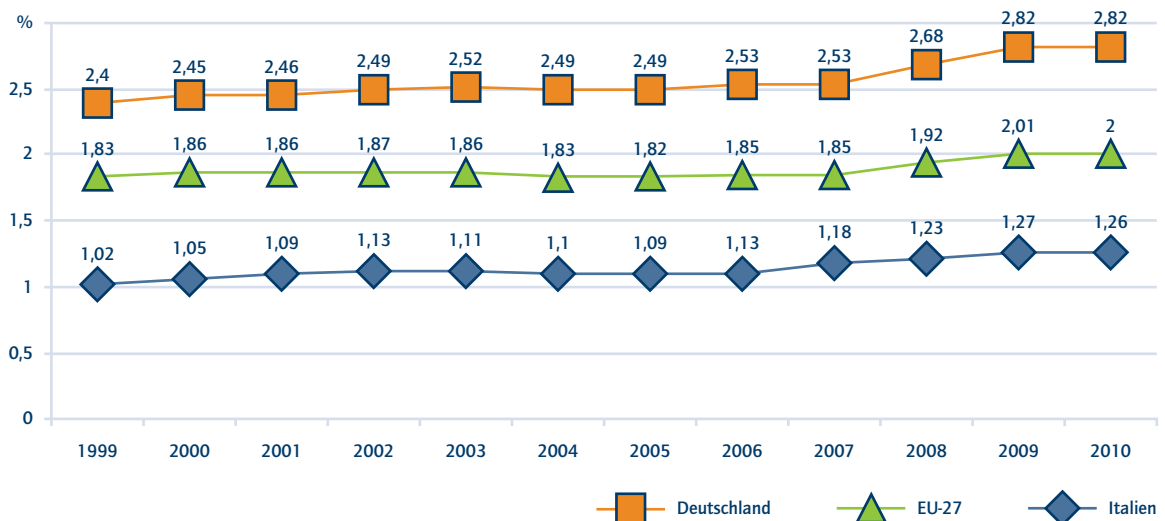
Jahr 2010. Die Anteile des primären und sekundären Sektors verringerten sich zwangsläufig, wobei der Verlust im sekundären Sektor stärker ist. So fiel der primäre Sektor von 2,78 Prozent um 0,89 Prozent und sank damit auf ein Niveau von 1,89 Prozent im Jahr 2010. Der sekundäre Sektor sank in zehn Jahren um 3,01 Prozent und fiel damit auf 25,23 Prozent zurück.¹⁷⁶

Italien hat mit 72,87 Prozent Anteil des Dienstleistungssektors am BIP im Jahr 2010 einen höheren Wert erreicht als Deutschland, das 2012 einen Anteil des Dienstleistungssektors von 71,1 Prozent aufweist. Hier liegt Italien auch im internationalen Vergleich weit vorne.

Förderstruktur

Insgesamt beliefen sich die Ausgaben für FuE in Italien auf 17,9 Milliarden Euro im Jahr 2005, wobei ein Anteil

Abbildung 39: Entwicklung der FuE-Ausgaben Italiens, Deutschlands und der EU-27



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁷⁷

¹⁷⁶ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167727/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-italiens/> [Stand: 20.05.2013].

¹⁷⁷ Nach http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Gross_domestic_expenditure_on_R%26D,_1999-2009_%28%25_share_of_GDP%29-de.png&filetimestamp=20120918145139 [Stand: 20.05.2013].

von knapp 51 Prozent aus staatlichen Quellen stammte. Dies war, vergleicht man die Zahlen der hier betrachteten Länder, ein absoluter europäischer Spitzenwert. Im Vergleich dazu stammten im Jahr 2005 in Deutschland circa 30,4 Prozent der FuE-Ausgaben aus staatlichen Institutionen. Interessant ist auch, dass 2005 etwa 47,8 Prozent dieser Ausgaben in den Unternehmenssektor investiert wurden und nur circa 17,8 Prozent in öffentliche Forschungseinrichtungen. 33 Prozent entfielen auf die Universitäten in Italien.¹⁷⁸

Industrielle FuE findet in Italien hauptsächlich innerhalb der Unternehmen statt, wobei der Technologietransfer über Unternehmenskooperationen wie zum Beispiel zwischen Produzenten und ihren Zulieferern erfolgt.¹⁷⁹ Der Transfer von staatlichen Forschungseinrichtungen und Universitäten in die Industrie spielt dagegen kaum eine Rolle.

Italienische Unternehmen gaben im Jahr 2003 circa 6,9 Milliarden Euro für FuE aus. Mit diesem Wert lag Italien in einem europäischen Vergleich auf dem elften Platz. Die Unternehmen investierten davon 5,3 Prozent in die Grundlagenforschung, 48,5 Prozent in die angewandte Forschung und 46,2 Prozent in die experimentelle Forschung.¹⁸⁰

Ausbau der Infrastruktur

In Italien sieht der im Jahre 2010 verabschiedete Breitbandplan vor, 100 Prozent der Haushalte mit Breitbandinternet zu versorgen.¹⁸¹ Damit sollte die Hälfte der Bevölkerung bis 2020 mit einer Mindestgeschwindigkeit von 100 Mbit/s ausgestattet sein. Im Jahr 2011 verfügten 57 Prozent der italienischen Bevölkerung über Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Bandbreite lag bei 59,39 kbit/s.

Institutionen

Staatliche Institution zur FuE-Förderung ist das Ministerium für Hochschulen und Forschung (MIUR) und auch das politische Bindeglied zum nationalen Forschungsrat CNR. Dieser ist zuständig für die Organisation der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung in den einzelnen Disziplinen und verteilt dementsprechend die durch das MIUR zur Verfügung gestellten Mittel. Unter dem CNR sind viele kleinere Förderorganisationen vereinigt und organisiert. Dennoch gibt es auch eigenständig operierende Organisationen wie beispielsweise die Italienische Agentur für neue Technologien, Energie und Umwelt (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente – ENEA) oder das Italienische Institut für Technologie (Istituto Italiano di Tecnologia – IIT).

Als ungünstig hinsichtlich der italienischen FuE-Aktivitäten wird die mangelnde Zusammenarbeit von Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen wahrgenommen: „Ein strukturelles Problem zeigt sich in der Kooperation zwischen den verschiedenen Institutionen des Forschungssektors. Man stellt in Italien eine zu geringe Einbeziehung von Universitäten und öffentlichen Forschungsinstituten in die industrielle FuE-Sparte fest, was zu mangelnder Kompatibilität zwischen öffentlicher Forschung und dem Bedarf der Unternehmen führt. Die Ergebnisse sind ein verbesserungsfähiger Technologietransfer und eine eingeschränkte Wettbewerbsfähigkeit der KMU.“¹⁸² Seit 2004 ist die spanische Fundación Cotec auch in Italien aktiv und unterstützt das Land bei der Verbesserung der Effektivität von technologischen Innovationen.¹⁸³

Cloud-Strategie und -Projekte

In Italien werden die insgesamt geringen Bemühungen im Bereich Cloud Computing hauptsächlich durch den Staat

¹⁷⁸ <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20.05.2013].

¹⁷⁹ <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html#c22786> [Stand: 13.10.2013].

¹⁸⁰ <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 30.07.2013].

¹⁸¹ BSA Country Report Italy 2013.

¹⁸² <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20.05.2013].

¹⁸³ <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20.05.2013].

getrieben. Die mangelnde Kooperation der verschiedenen Institutionen des Forschungssektors wird dabei als strukturelles Problem gesehen.¹⁸⁴ Universitäten und öffentliche Forschungsinstitute sind zu gering in die industrielle FuE einbezogen, was zu einer mangelnden Kompatibilität zwischen der öffentlichen Forschung und dem Bedarf der Unternehmen führt.

Italien scheint bisher kein ernsthaftes Interesse an Investitionen in Cloud-Projekte zu besitzen. Es wird jedoch über die Nutzung von Cloud Computing für die öffentliche Verwaltung nachgedacht.¹⁸⁵ Insgesamt sind die Ausgaben der italienischen Regierung im europäischen Vergleich sehr gering.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Italienische Cloud-Dienstanbieter gehören nicht zu den führenden Cloud-Anbietern auf dem deutschen Markt.¹⁸⁶

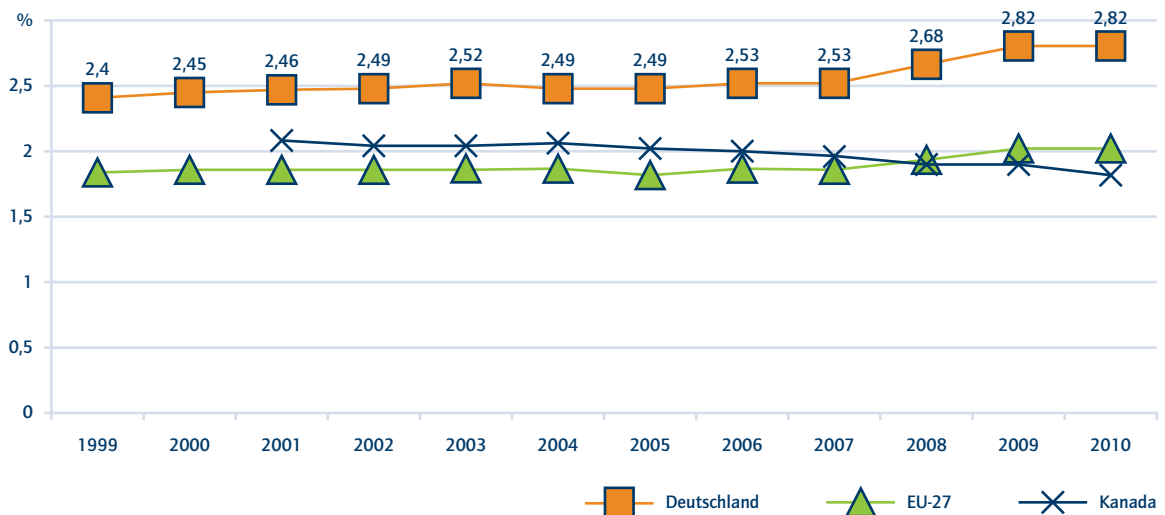
3.2.7 KANADA

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Wie Abbildung 40 zeigt, sind die Ausgaben für FuE in Kanada inzwischen unter dem Niveau der EU-27-Staaten gefallen. Mit 1,82 Prozent gemessen am BIP liegt das Land unter dem europäischen Sollwert von drei Prozent, der 2020 von den meisten europäischen Staaten erreicht werden soll.¹⁸⁷ Damit liegt Kanada auch im unteren Drittel der G8-Staaten.

Die Schwankungen innerhalb der kanadischen Wirtschaftssektoren sind bemerkenswert, insbesondere der Anstieg innerhalb der Landwirtschaft und der übermäßig große Sprung des Wertschöpfungsanteils des Dienstleistungssektors mit fünf Prozent des Dienstleistungssektors innerhalb von fünf Jahren (siehe Abbildung 41).

Abbildung 40: Entwicklung der FuE-Ausgaben in Kanada, Deutschland sowie den EU-27-Ländern



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁸⁸

¹⁸⁴ <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20.05.2013].

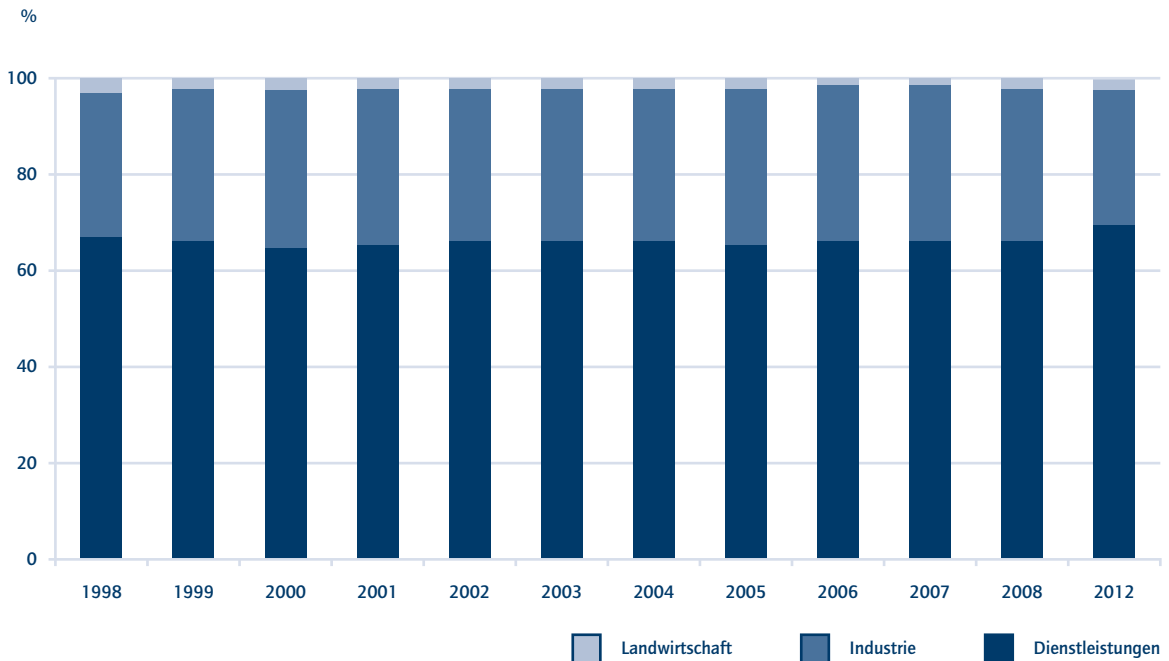
¹⁸⁵ Agenzia per l'Italia Digitale 2012.

¹⁸⁶ Velten et al. 2013.

¹⁸⁷ http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm [Stand 19.10.2013].

¹⁸⁸ Statistics Canada 2011.

Abbildung 41: Anteil der Wirtschaftssektoren am BIP Kanadas zwischen 1998 und 2012



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁸⁹

Förderstruktur

Die FuE-Gesamtfördersumme in Kanada beläuft sich auf 18,68 Milliarden Euro, wobei 6,74 Milliarden Euro auf die öffentliche Hand entfallen und 8,69 Milliarden Euro aus der Wirtschaft stammen. Ausländische Investoren investieren dabei 1,2 Milliarden Euro in das FuE-System Kanadas. Von den insgesamt 1,74 Prozent der FuE-Ausgaben am BIP entfallen im Jahr 2011 0,66 Prozent auf die Universitäten. Die restlichen 0,67 Prozent sind Investitionen in nicht staatliche FuE-Einrichtungen. Vergleicht man den privaten Anteil kanadischer Unternehmen an der Gesamtfördersumme, ist dieser Anteil deutlich geringer als beispielsweise in Deutschland oder den USA.¹⁹⁰

2011 liegt der Anteil der Wirtschaft gemessen am BIP zwar wieder bei 1,74 Prozent, was eine positive Entwicklung der letzten Jahre beschreibt, dennoch fiel der Anteil innerhalb von zehn Jahren um 0,18 Prozentpunkte.

Ausbau der Infrastruktur

Kanada verfügt zwar laut der BSA Scorecard noch über keinen ganzheitlichen und konsolidierten nationalen Breitbandplan.¹⁹¹ Bis 2016 sollen jedoch allen Kanadiern eine Bandbreite von fünf Mbit/s als Download- und ein Mbit/s als Upload-Geschwindigkeit zur Verfügung stehen. Im Jahr 2011 verfügten in Kanada 83 Prozent der Bevölkerung über Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Bandbreite lag bei 68,51 kbit/s.

¹⁸⁹ Nach <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/170385/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-kanadas/> und http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Kanada/Wirtschaft_node.html [Stand: 13.06.2013].

¹⁹⁰ <http://www.kooperation-international.de/buf/kanada/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 25.07.2013].

¹⁹¹ BSA Country Report Canada 2013.

Institutionen

Innerhalb des universitären Rahmens gibt es sogenannte Councils, welche die Mittel nach Themengebieten verwalten. Über diesen Councils steht die „Association of Universities and Colleges of Canada“ (AUCC), unter der mehr als 100 Universitäten und Colleges zusammengeschlossen sind. Die relevantesten Councils sind: „Natural Sciences and Engineering Research Council“ (NSERC), „Social Sciences and Humanities Research Council“ (SSHRC) und in der Medizin „Canadian Institutes of Health Research“ (CIHR).

Die öffentlichen außeruniversitär operierenden FuE-Einrichtungen werden durch das „National Research Council Canada“ (NRC) geprägt. Dieses verwaltet mehr als 20 außeruniversitäre Einrichtungen.

Um die FuE-Förderung aus dem privaten Sektor anzuheben, wurde in Kanada eine Steuererleichterungsinitiative ähnlich der französischen gestartet. Das „Scientific Research and Experimental Development Tax Incentive Program“ bietet verschiedene Möglichkeiten für Steuererleichterungen der Unternehmen bei einer entsprechenden Intensivierung der FuE-Aktivitäten.

In Kanada wird von Regierungsseite hauptsächlich auf den Aufbau von Netzwerken und regionalen Clustern gesetzt, um die Zusammenarbeit von Wirtschaftsunternehmen und öffentlichen Einrichtungen zu fördern.

Cloud-Strategie und -Projekte

In Kanada scheint es keinen besonderen Fokus auf Cloud-Services zu geben. Zu sehr blockieren nach wie vor mit geringen Höchstbandbreiten angebotene Internetanschlüsse und die staatlich stark kontrollierte Telekomindustrie die Nutzung und den Aufbau von relevanten Internetdiensten.¹⁹²

Hinzu kommen Schwierigkeiten bei der Kooperation zwischen Staat und Unternehmen. Hier versucht die

kanadische Regierung durch Steuererleichterungsprogramme die Aktivierung der Unternehmenseite voranzutreiben, jedoch ist weiterhin ein Defizit der FuE-Förderung aus Unternehmen zu erkennen. Dies hat zur Folge, dass sich die relevanten Cloud Computing-Projekte in Kanada überwiegend mit infrastrukturellen Fragen beschäftigen und kaum mit Interessen von KMU. Angewandte Dienste scheint es bisher nur in sehr spezifischen Feldern, wie beispielsweise der Raumfahrt, zu geben. Sie dienen dort hauptsächlich der besseren Zugänglichkeit zu Forschungsergebnissen.

Zusammenfassend scheint es keine erkennbare Cloud Computing-Strategie in Kanada zu geben. In den wenigen sichtbaren Cloud-Projekten Kanadas spielen KMU keine relevante Rolle.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Kanada besitzt keine führenden Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt.¹⁹³

3.2.8 VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

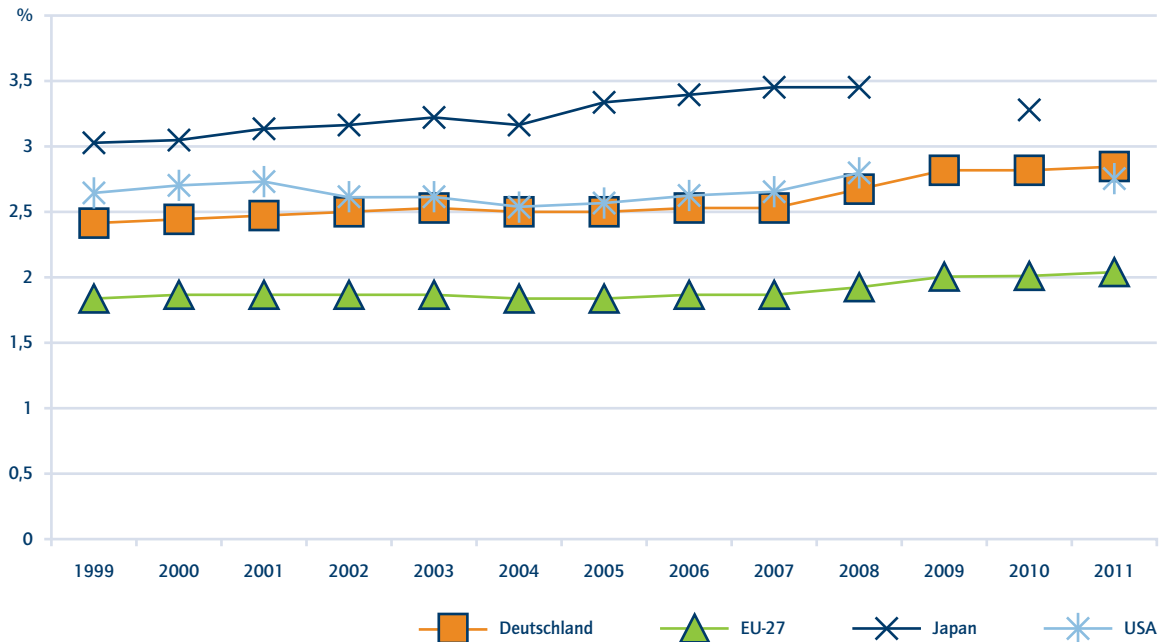
Im Vergleich der G8-Staaten und der stärksten asiatischen Länder belegten die USA im Jahr 2011 mit einem Anteil der FuE-Ausgaben am BIP von 2,75 Prozent den vierten Rang hinter Deutschland (siehe Abbildung 26). Die Entwicklung der FuE-Ausgaben in Deutschland und den USA verlief im Zeitraum von 1999 bis 2010 nahezu parallel, wie Abbildung 42 zeigt.

Wie Abbildung 43 zeigt, ist in den USA über die Jahre 2000 bis 2010 eine geringe Abnahme des Industriesektors und eine geringe Zunahme des Dienstleistungssektors zu beobachten.

¹⁹² <http://www.forbes.com/sites/reuvencohen/2012/10/24/the-sorry-state-of-cloud-computing-in-canada/> [Stand: 17.07.2013].

¹⁹³ Velten et al. 2013.

Abbildung 42: Entwicklung der Ausgaben für FuE in den USA, Deutschland, Japan und den EU-27 im Vergleich



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁹⁴

Förderstruktur

Die Gesamtfördersumme für FuE in den USA belief sich auf 322,32 Milliarden Euro im Jahr 2011. Das entspricht einem Wachstum von 1,6 Prozent zum Vorjahr. Hierbei stammen 107,65 Milliarden Euro aus der öffentlichen Hand und 193,39 Milliarden Euro aus der privaten Wirtschaft. 49 Milliarden Euro werden davon alleine in universitäre FuE-Aktivitäten investiert.

Die Entwicklung der FuE-Intensität der Wirtschaft wird in Abbildung 44 gezeigt. Zum Verlauf der Kurve hat der Wirtschaftsboom in den 90er-Jahren beigetragen. Insgesamt lässt sich aber sagen, dass die USA von Japan bei der FuE-

Intensität der Wirtschaft überholt wurde. Festzuhalten ist allerdings, dass die USA seit nunmehr 20 Jahren mit einer Gesamtsumme von über 400 Milliarden Euro für FuE-Ausgaben an der Spitze aller Nationen liegen.¹⁹⁵

Ausbau der Infrastruktur

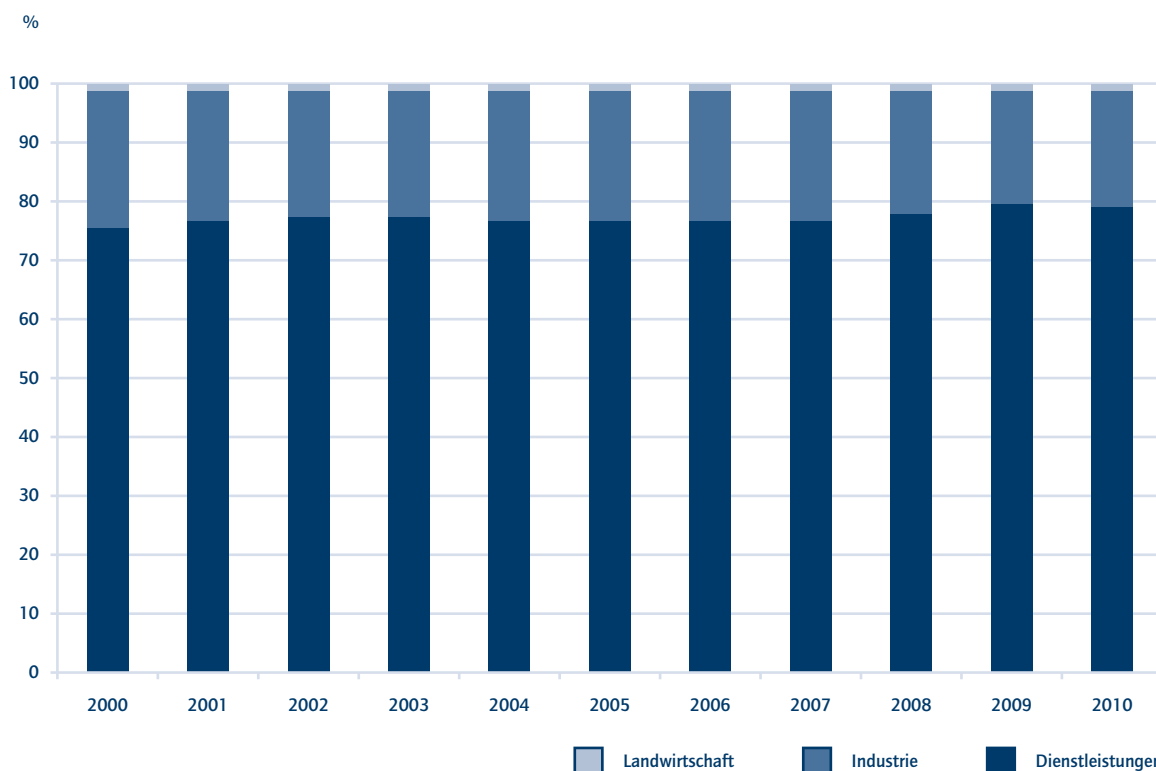
In 2010 hat die USA einen nationalen Breitbandplan beschlossen.¹⁹⁶ Dieser sieht vor bis 2020 100 Millionen Haushalte mit einer Download-Geschwindigkeit von 100 Mbit/s und einer Upload-Geschwindigkeit von 50 Mbit/s, mindestens aber alle Haushalte mit vier Mbit/s Download- und ein Mbit/s an das Internet anzuschließen. Öffentliche Gebäude wie Schulen, Krankenhäuser und Verwaltungseinrichtungen

¹⁹⁴ http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/themes/15_research_development.pdf [Stand: 20.05.2013] und http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Gross_domestic_expenditure_on_R%26D_2000-2010_%28%25_share_of_GDP%29.png (Fehlende Werte in der Reihe für USA und Japan in 2009/2010) [Stand: 13.06.2013].

¹⁹⁵ <http://www.kooperation-international.de/buf/usa/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 13.06.2013].

¹⁹⁶ BSA Country Report USA 2013.

Abbildung 43: Anteil der Wirtschaftssektoren am BIP der USA zwischen 2000 und 2012



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁹⁷

sollen bis 2020 sogar mit mindestens 1024 Mbit/s angeschlossen sein. Im Jahr 2011 verfügten 78 Prozent der US-amerikanischen Bevölkerung über einen Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Geschwindigkeit lag bei 46,07 kbit/s.

Institutionen

Eine der wichtigsten Institutionen in der US-amerikanischen Förderlandschaft ist die National Academy of Sciences (NAS) – eine private, nicht profitorientierte

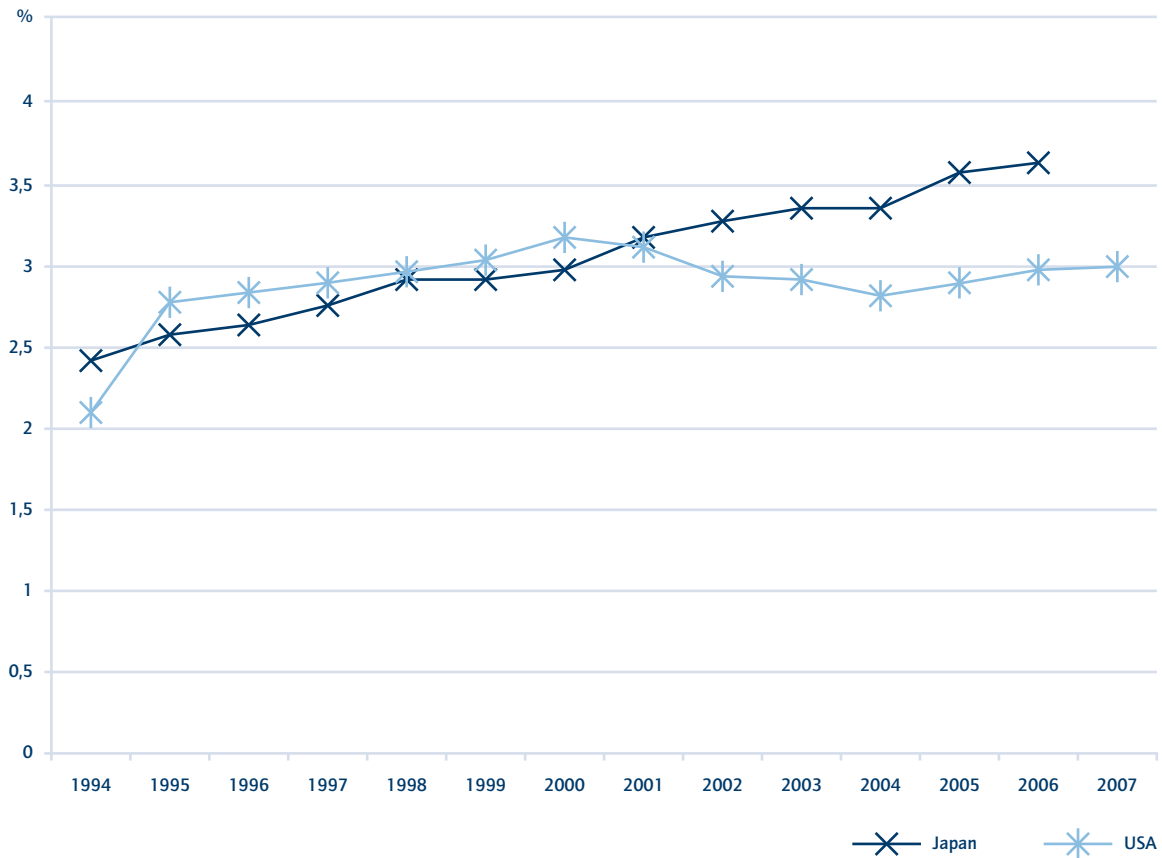
Einrichtung zur Forschungsförderung. Die NAS wurde 1863 gegründet und nimmt eine wichtige Funktion ein, wenn es um die Ausrichtung der amerikanischen Forschungsprioritäten geht. Sie besitzt eine beratende Funktion innerhalb des Kongresses.

Eine weitere Förderinstanz ist das National Institute of Health (NIH), das ein Budget von 30,8 Milliarden Euro hat, zurzeit aber hauptsächlich für die Ausarbeitung eines neuen amerikanischen Gesundheitssystems eingesetzt wird.¹⁹⁸

¹⁹⁷ Nach <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/165838/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-der-usa/> [Stand: 13.06.2013].

¹⁹⁸ <http://www.kooperation-international.de/buf/usa/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 30.07.2013].

Abbildung 44: FuE-Intensität der Wirtschaft am BIP in USA und Japan 1994 – 2007



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.¹⁹⁹

Für die vorliegende Studie von größerem Interesse ist die National Science Foundation (NSF). Hier sind mehrere thematische Forschungsrichtungen in einem Institut vereint, das als die größte nichtmedizinische Forschungsförderungsorganisation in den USA bezeichnet wird.²⁰⁰ Mit einem jährlichen Budget von 5,93 Milliarden US-Dollar werden in der NSF sieben Direktorate verwaltet.²⁰¹ Diese

beschäftigen sich mit Biotechnologie, Computer- und Informationstechnik, die Ingenieurwissenschaften im Allgemeinen, Geowissenschaften, Mathematik und Physik sowie Bildungs- und Personalwesen.

Um die Zusammenarbeit von öffentlichen und privaten FuE-Einrichtungen verbessern zu können, wurde in den USA

¹⁹⁹ Legler et al. 2009.

²⁰⁰ <http://www.kooperation-international.de/buf/usa/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 30.07.2013].

²⁰¹ <http://www.kooperation-international.de/buf/usa/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 30.07.2013].

die U.S. Economic Development Administration gegründet. Diese soll das Wachstum regionaler Innovationscluster wie zum Beispiel das Silicon Valley stärken.²⁰²

Cloud-Strategie und -Projekte

Die Cloud-Strategie der US-Bundesregierung wurde am 8. Februar 2011 durch Vivek Kundra, damaliger U.S. Chief Information Officer, veröffentlicht.²⁰³ Die Strategie zielt darauf, dass alle Bundesbehörden und Bundesagenturen die Rolle von Cloud Computing in den eigenen IT-Umgebungen vorrangig beachten müssen. Vor Investitionen müssen informationssichere (Security) und betriebssichere (Safety) sowohl behördliche als auch privatwirtschaftliche Cloud Computing-Optionen evaluiert werden, um den Nutzen von Cloud Computing für das jeweilige Projekt zu erfassen. Jede Behörde soll entsprechend dieser „Cloud First Policy“ ihr IT-Portfolio überarbeiten, um mittels Cloud Computing die Kapazitätsauslastung der IT zu erhöhen, die IT-Flexibilität zu steigern und Kosten zu minimieren. Schwerpunkte liegen hierbei auf der Beschleunigung von Evaluierungsprozessen, der Gewährleistung sicherer, vertrauenswürdiger IT-Ökosysteme, der Rationalisierung von Beschaffungsprozessen, der Etablierung von Standards, der Einbeziehung internationaler Dimensionen sowie der Zuordnung behördlicher Verantwortlichkeiten für verschiedene Bereiche des Cloud Computings. KMU werden in der Strategie weder besonders berücksichtigt noch ausgeschlossen.

In den USA gibt es eine Vielzahl an Cloud-Projekten, darunter die von einzelnen Ministerien auf Landesebene. Es werden aber auch Projekte auf Bundesebene durchgeführt. Die Finanzierung ist häufig undurchsichtig. Im Gegensatz zu europäischen oder deutschen Projekten gibt es oft ein Sponsoring der Forschung durch Sach- und Geldmittel.

Beispielsweise werden durch die Defense Information System Agency (DISA), eine dem Verteidigungsministerium unterstehende Behörde, mehrere Cloud-Projekte durchgeführt, die öffentlich gefördert, aber nicht transparent kommuniziert werden.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Fast die Hälfte aller in Deutschland relevanten, führenden Angebote der Wirtschaft im Cloud-Umfeld kommt aus den USA.²⁰⁴ Bedeutende Anbieter sind hier Amazon, Google, Hewlett Packard (HP), IBM und Microsoft.²⁰⁵ Diese stellen ein breitgefächertes Angebot an Cloud-Diensten und -Dienstleistungen zur Verfügung, die auf eigenen, öffentlich zur Verfügung gestellten Infrastruktur (public IaaS) und Plattformdiensten (PaaS) basieren. Besondere Bedeutung hat dabei deren aktuelle Weiterentwicklung. Beispielsweise entwickelt sich das Angebot von Amazon, Google und Microsoft eher in Richtung Marktplätze weiter, während sich das Angebot von HP und IBM zu Managed Clouds, also sowohl zu dedizierten als auch zu multimandantenfähigen IaaS-Diensten, inklusive der begleitenden Integrations- und Beratungsdienstleistungen (Cloud Transformation) wandelt. Bei public sowie Managed Cloud-IaaS und bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen ist auch das Unternehmen CSC in Deutschland führend. Die typischen Kernprozesse für den Mittelstand werden von Google, HP, IBM und Microsoft in Deutschland marktführend bedient.²⁰⁶

Dominierende US-amerikanische Anbieter von grundlegenden integrierten Systemen für den Auf- und Ausbau von Cloud-Rechenzentren sind neben HP und IBM auch EMC, Netapp sowie VCE.²⁰⁷ Im Segment Cloud Management-Werkzeuge gehören als US-amerikanische Firmen BMC,

²⁰² <http://www.kooperation-international.de/buf/usa/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 30.07.2013].

²⁰³ Kundra 2011.

²⁰⁴ Velten et al. 2013.

²⁰⁵ FT 2013.

²⁰⁶ Velten et al. 2013.

²⁰⁷ VCE ist eine Allianz der Unternehmen VMware, Cisco und EMC.

CA, Cisco, Citrix, HP, IBM, Oracle, Redhat und vor allem VMWare gefolgt von Microsoft zu den auf dem deutschen Markt führenden Unternehmen.

PaaS-Dienste bieten neben Salesforce auch Citrix und VMWare an. Während Salesforce sich darüber hinaus in Richtung Marktplätze positioniert, erarbeitet VMWare neben Cisco, EMC, HP, IBM, McAfee, Microsoft, NetIQ und Symantec Cloud-Dienste im Bereich Security. Als bekannter SaaS-Anbieter erhält Salesforce in Deutschland im Bereich Customer Relationship Management (CRM) Konkurrenz durch Microsoft und Oracle. Plex Systems fokussiert Angebote bezüglich SaaS für Enterprise Resource Planning (ERP). Im Bereich der Kollaboration bieten neben Microsoft, Salesforce und Google auch Cisco, Citrix und IBM Cloud-Dienste als führende Dienstleister aus den USA auf dem deutschen Markt an.

Die Distribution von Cloud-Diensten wird in Deutschland maßgeblich durch zwei US-amerikanische Firmen, Arrow ECS und vor allem Tech Data, vorangetrieben.

3.2.9 CHINA

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Mit 1,77 Prozent der Ausgaben für FuE – gemessen am BIP im Jahr 2011 – liegt China im Vergleich zu den europäischen Staaten im Mittelfeld²⁰⁸ (siehe Abbildung 25), weist aber China im Vergleich zu den EU-27-Staaten noch ein Defizit von 0,23 Prozent auf. Bei den G8-Staaten liegt China im hinteren Drittel und investiert im Vergleich zum Spitzenreiter Japan gemessen am BIP lediglich die Hälfte in FuE (siehe Abbildung 26).

Gleichwohl verläuft die Entwicklung der FuE-Förderung in China positiv (siehe Abbildung 45), da ein kontinuier-

liches, relativ starkes und das der EU-Staaten übertreffendes Wachstum der FuE-Ausgaben vorliegt. Es wird aber auch deutlich, dass der Rückstand zu den Spitzenreitern Deutschland und Japan noch relativ groß ist.

Dieses Wachstum korreliert mit dem Wachstum des Dienstleistungssektors (siehe Abbildung 46). Dessen Wachstum ist sehr hoch, jedoch ist der Industriesektor nach wie vor der stärkste Sektor. China ist daher immer noch ein industriell geprägter Staat und nimmt im Vergleich zu den hier betrachteten Staaten eine Sonderrolle ein.

Förderstruktur

Das FuE-Gesamtfördervolumen Chinas beläuft sich auf eine Summe von 137,97 Milliarden Euro, wobei 33,11 Milliarden Euro aus der öffentlichen Hand stammen und 98,92 Milliarden Euro von privaten Investoren aus der Wirtschaft. Dies entspricht einer prozentualen Verteilung von 24 Prozent zu 71,7 Prozent. Insgesamt ist die Fördersumme von 1995 bis 2009 jährlich um 21 Prozent gestiegen, im gleichen Zeitraum wuchsen die FuE-Ausgaben der OECD-Staaten jährlich um sechs Prozent, in Deutschland um fünf Prozent.²⁰⁹ Ein ähnliches Verteilungsverhältnis zwischen öffentlichem und privatem Sektor ist in Japan und Deutschland zu finden. In einigen anderen Staaten, wie beispielsweise Frankreich (37 Prozent), Großbritannien (32,2 Prozent) und insbesondere Italien (41,6 Prozent), entstammen prozentual mehr Mittel aus öffentlichen Haushalten.

Ausbau der Infrastruktur

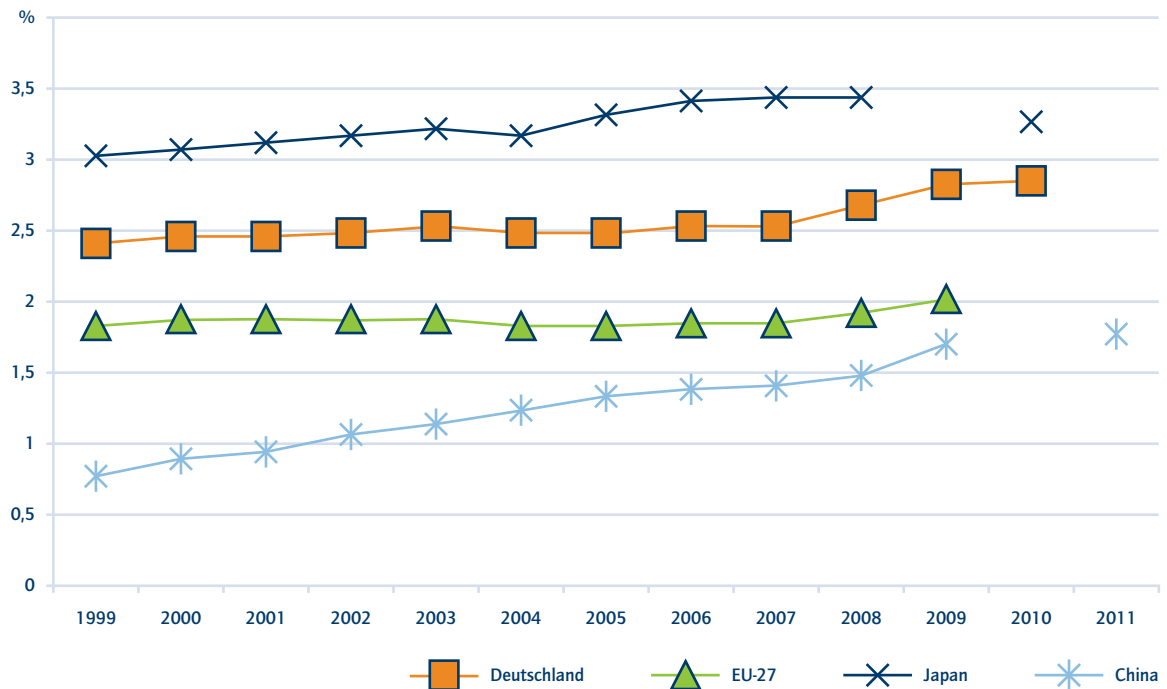
Der 2012 beschlossene Breitbandplan sieht vor, ab dem Jahr 2015 die urbanen Haushalte mit mindestens 20 Mbit/s und die nichturbanen Haushalte mit mindestens vier Mbit/s zu versorgen.²¹⁰ Im Jahr 2011 verfügten 38 Prozent der Bevölkerung in China über einen Zugang zum Internet. Die durchschnittliche Bandbreite lag bei 2,63 kbit/s.

²⁰⁸ <http://www.kooperation-international.de/buf/china/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 01.08.2013].

²⁰⁹ EFI 2012.

²¹⁰ BSA Country Report China 2013.

Abbildung 45: Entwicklung der FuE-Ausgaben Chinas, Deutschlands, Japans und der EU-27



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.²¹¹

Institutionen

Die Forschungslandschaft in China kann man in fünf institutionelle Typen einteilen: staatliche Akademien, FuE-Einrichtungen staatlicher und privater Unternehmen, Universitäten und FuE-Institute einzelner Provinzen. Die wichtigste Institution für die Verteilung der Mittel ist die staatliche Chinese Academy of Sciences (CAS). Sie verwaltet und verteilt 70 Prozent der zur Verfügung stehenden Mittel direkt an 108 Forschungsinstitute, 30 Prozent werden für

institutionsübergreifende Forschungen aufgewendet. Das Jahreshaushaltsbudget der CAS beträgt circa 1,2 Milliarden Euro.²¹² Der CAS sind sechs akademische Forschungszweige zugeordnet: Mathematik und Physik, Chemie, Lebenswissenschaften und Medizin, Geowissenschaften, Informations-technologie und Technologiewissenschaften.²¹³

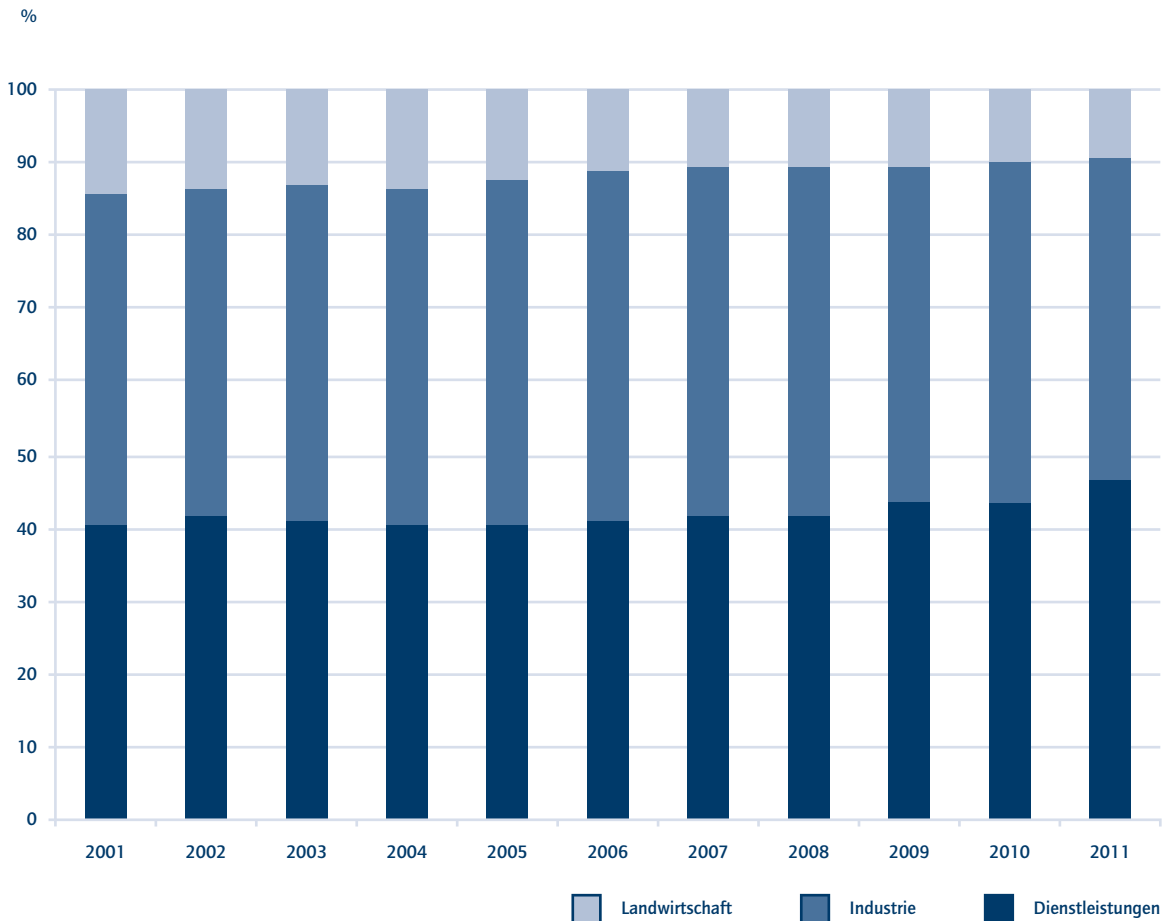
Die CAS ist die wichtigste beratende Instanz in China in Bezug auf die Ausrichtung der chinesischen

²¹¹ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Gross_domestic_expenditure_on_R%26D,_1999-2009_%28%25_share_of_GDP%29-de.png&filetimestamp=20120918145139 [Stand: 23.05.2013] und http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-outlook-2008/china-r-d-intensity-and-gerd-structure-by-funding-1996-2006_sti_outlook-2008-graph142-en [Stand: 01.08.2013].

²¹² <http://www.kooperation-international.de/buf/china/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand: 30.07.2013].

²¹³ <http://www.kooperation-international.de/buf/china/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 30.05.2013].

Abbildung 46: Anteil der Wirtschaftssektoren am BIP in China zwischen 2001 und 2011



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.²¹⁴

Forschungsbemühungen. Mit dem im Jahr 1998 gestarteten Knowledge Innovation Program (KIP) wollte die CAS sich umstrukturieren und neue Forschungsschwerpunkte setzen. Diese sollten sein: Informations- und Kommunikationstechnik, Biotechnologie und Biowissenschaften, neue Materialien,

Umweltforschung und Umwelttechnologie, Meeresforschung und Meerestechnologie, erneuerbare Energien sowie Astronomie und Astrophysik. Ziel des im Jahr 2010 beendeten Programms war es, zu den international wichtigsten Forschungsinstitutionen aufzuschließen oder sogar dazuzugehören.²¹⁵

²¹⁴ Nach <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167156/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-in-china/> [Stand: 23.05.2013].

²¹⁵ <http://www.kooperation-international.de/buf/china/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 30.05.2013].

Weitere Institutionen mit beratender Funktion sind die Chinese Academy of Engineering (CAE) und die Chinese Academy of Social Science (CASS).

In China gibt es außerdem sogenannte Laboratories. Diese FuE-Einrichtungen sind nach unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten unterteilt und in den verschiedensten regionalen Clustern verankert. In Bezug auf die Laboratories setzt China auf Regionen mit entsprechenden Technologie-Clustern und regionale Innovationssysteme.

Cloud-Strategie und -Projekte

In China gibt es derzeit mehr als 30 lokale Regierungen, die Cloud Computing-Projekte planen, durchführen oder durchgeführt haben. Das Ministerium für Industrie und die National Development and Reform Commission hat die fünf wichtigsten Zentren für Cloud Computing in China bestimmt und diesen ermöglicht, rasch Cloud Computing-Projekte durchzuführen. Daraufhin haben viele der lokalen Regierungen beziehungsweise Unternehmen in Cloud Computing-Projekte investiert und einige bereits durchgeführt. Hier ist also eine Strategie für Cloud Computing erkennbar.

Diese Förderstrategie hat den Vorteil, dass sie umfassend alle Aspekte von Cloud Computing berücksichtigt und eine ausgewogene Vielfalt von Projekttypen gewährleistet, wobei der Staat nach wie vor der Förderer mit dem anteilig größten Volumen ist. Sowohl rein staatliche Programme als auch kooperative Programme mit der Wirtschaft werden in China gefördert. Hierbei werden nicht gezielt strategisch, aber dennoch die Interessen von KMU gewahrt und durch Kooperationen zwischen Staat und Unternehmen gefördert. Bei der Analyse der betrachteten Cloud-Projekte ist auffällig, dass es bei den Entwicklungen häufig um die Entwicklung von radikalen Produktinnovationen geht und

somit um die Schaffung neuer Märkte. Dies scheint bei chinesischen Förderaufträgen Priorität zu besitzen.

Allerdings gibt es Bedenken, dass dieses Vorgehen zu teilweise ineffektiven Investitionen führen kann, da es noch an Anwendungen fehlt und einige lokale Regierungen nur nach vorgegebenem Schema und ohne größere Projektvielfalt investiert haben.²¹⁶

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Chinesische Cloud-Dienstanbieter gehören zwar nicht zu den führenden Cloud-Anbietern auf dem deutschen Markt,²¹⁷ vorstellbar ist jedoch, dass sich chinesische IT-Giganten zukünftig in den internationalen Cloud-Markt drängen.²¹⁸ Infrage kommende Unternehmen sind zum Beispiel die Alibaba Group, zu der unter anderem die chinesischen Pendanten zu Ebay und Paypal, Taobao und Alipay, gehören, Baidu, der Anbieter der größten chinesischen Internet-Suchmaschine, sowie Tencent und Weibo, die chinesischen Pendanten zu Facebook und Twitter.²¹⁹

3.2.10 JAPAN

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

Mit einem Wert von 3,26 Prozent für FuE-Ausgaben gemessen am BIP lag Japan im Jahr 2010 deutlich vor Deutschland und dem Durchschnitt der EU-27-Staaten²²⁰ (siehe Abbildung 26). Auch im Vergleich der G8-Staaten liegt Japan deutlich an der Spitze und nahezu einen halben Prozentpunkt vor Deutschland und den USA.

Innerhalb der letzten Jahre lag das Wachstum der japanischen FuE-Ausgaben über dem der EU-27-Staaten und dem

²¹⁶ <http://chinaic.user.d-jet.com/Article/20535> [Stand: 08.02.2013].

²¹⁷ Velten et al. 2013.

²¹⁸ <http://gigaom.com/2013/09/17/structure-europe-2013-is-absence-of-web-scale-giants-a-problem-for-europes-cloud-ambitions/> [Stand 27.09.2013].

²¹⁹ <http://gigaom.com/2013/01/09/a-peek-inside-chinas-internet-giants-and-their-massive-scale/> [Stand 27.09.2013].

²²⁰ <http://www.kooperation-international.de/buf/japan/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/forschungs-und-innovationslandschaft.html> [Stand 13.09.2013].

der Bundesrepublik Deutschland (siehe Abbildung 47). Dabei ist zwischen 2008 und 2010 ein prozentualer Rückgang der japanischen FuE-Ausgaben zu beobachten.

Wie Abbildung 47 zeigt, waren in den Jahren des Rückgangs der FuE-Ausgaben starke Verluste im Industriesektor zu beobachten. Zwischen 2007 und 2009 fiel der Anteil des Industriesektors am BIP um fast 2,5 Prozentpunkte.

Förderstruktur

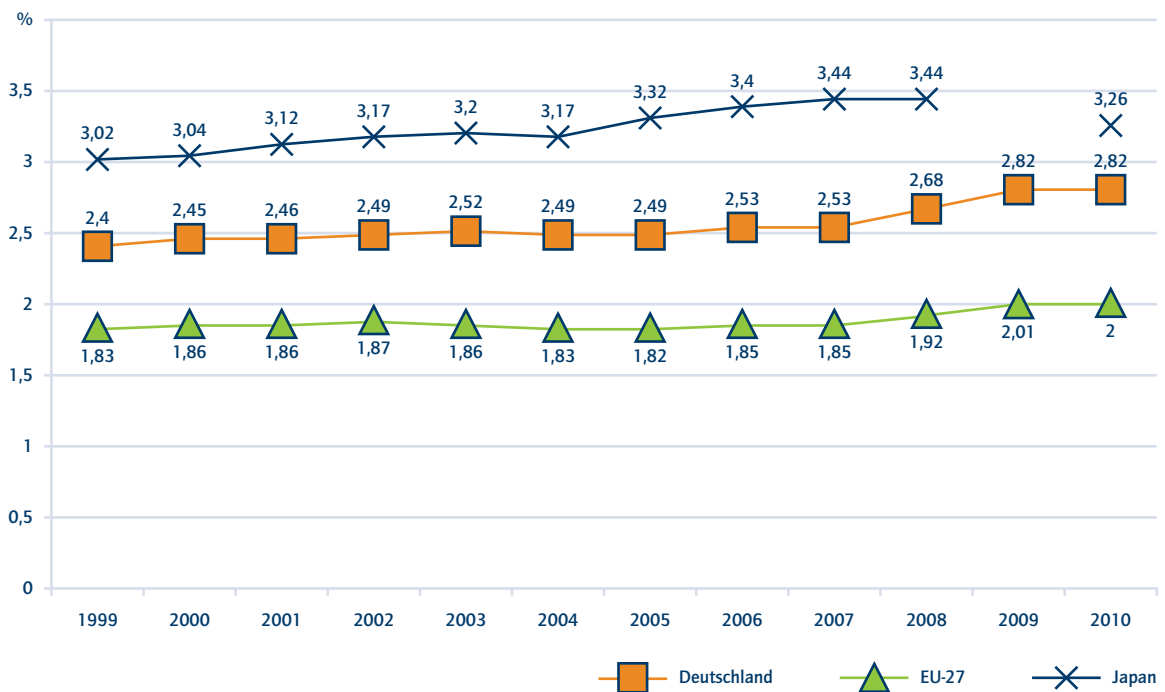
Insgesamt beläuft sich die Fördersumme Japans für FuE in 2010 auf 106,23 Milliarden Euro. Hierbei entfallen

18,27 Milliarden Euro auf die öffentliche Hand und 80,63 Milliarden Euro auf die private Wirtschaft. Lediglich 0,42 Milliarden Euro werden durch ausländische Investoren beigesteuert. Hier scheint sich der japanische Markt nicht zu öffnen.²²¹ Der Anteil privatwirtschaftlicher Ausgaben für FuE ist damit besonders hoch. In den letzten Jahren stieg die Fördersumme der japanischen Wirtschaft stark an. Das enorme Wachstum wird in Abbildung 49 verdeutlicht.

Ausbau der Infrastruktur

Japan hat eine gute Breitbandinfrastruktur und besitzt im internationalen Vergleich die größte Zahl an Nutzern von

Abbildung 47: Entwicklung der Ausgaben für FuE in Japan, Deutschland und den EU-27 zwischen 1999 und 2009



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.²²²

²²¹ <http://www.kooperation-international.de/buf/japan/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 13.06.2013].

²²² Nach http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Gross_domestic_expenditure_on_R%26D,_1999-2009_%28%25_share_of_GDP%29-de.png&filetimestamp=20120918145139, http://ec.europa.eu/Europe2020/pdf/themes/12_research_development.pdf und <http://www.nsf.gov/statistics/digest10/global.cfm#1> [Stand: 13.06.2013].

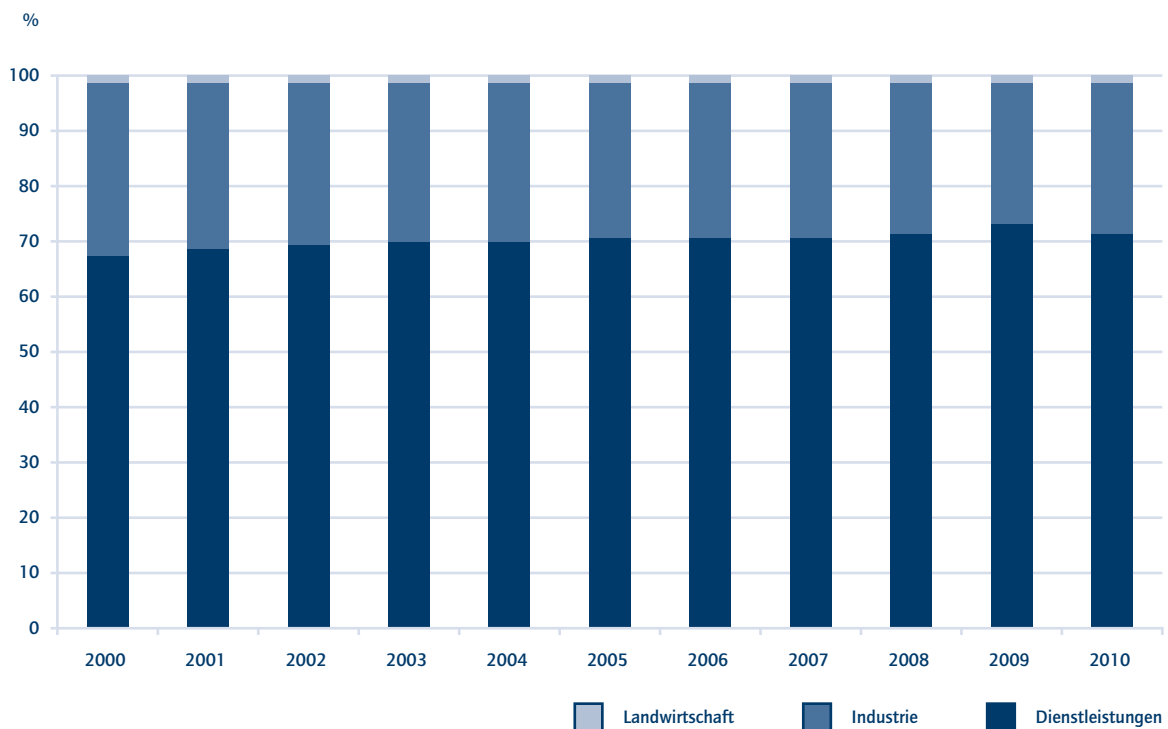
Glasfaser-Anschlüssen.²²³ Die japanische Regierung hat sich vorgenommen, bis 2015 alle Haushalte mit Glasfaser-Anschlüssen und mit einer Mindestgeschwindigkeit von 100 Mbit/s auszustatten. Über einen Zugang zum Internet verfügten im Jahre 2011 80 Prozent der Bevölkerung in Japan. Die durchschnittliche Bandbreite lag bei 22,57 kbit/s.

Institutionen

In Japan liegt das Hauptaugenmerk der öffentlichen FuE-Förderung auf der universitären Forschung. Gleichwohl

arbeiteten im Jahr 2007 mit 58,5 Prozent mehr Wissenschaftler in FuE-Einrichtungen der Industrie als mit 36,4 Prozent an den Universitäten.²²⁴ Hinzu kommen 5,1 Prozent in öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen und 1,3 Prozent in privaten FuE-Organisationen. Der Wert von 36,4 Prozent für universitäre Wissenschaftler ist zwar international nicht der höchste, vergleicht man ihn aber mit beispielsweise Deutschland (26,8 Prozent) oder Schweden (21 Prozent), dem Paradebeispiel in Europa, so ist der Wert deutlich höher.²²⁵

Abbildung 48: Anteil der Wirtschaftssektoren am BIP Japans zwischen 2000 und 2010



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.²²⁶

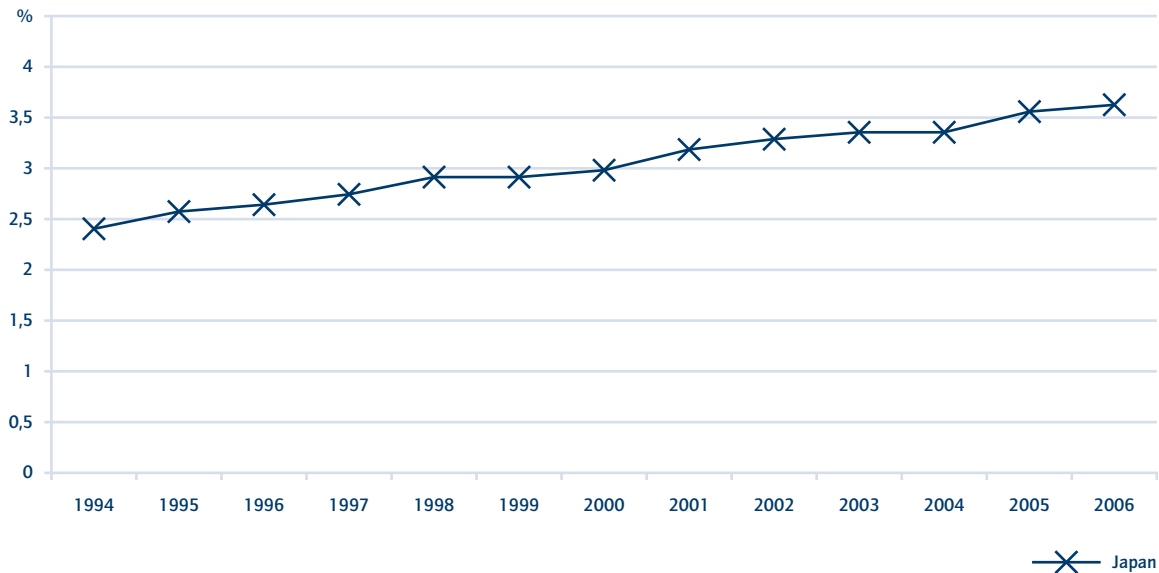
²²³ BSA Country Report Japan 2013.

²²⁴ <http://www.kooperation-international.de/buf/japan/laenderbericht.html> [Stand: 19. 10. 2013].

²²⁵ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/laenderbericht.html> [Stand: 19. 10. 2013].

²²⁶ Nach <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/166015/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bruttoinlandsprodukt-japans/> [Stand: 13. 06. 2013].

Abbildung 49: Entwicklung der FuE-Intensität der Wirtschaft am BIP in Japan zwischen 1994 und 2006



Quelle: eigene Darstellung OFFIS nach Legler et. al. 2009.

Die wichtigste Instanz im japanischen Forschungssystem ist das Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). Dieses übernimmt im Wesentlichen die Außendarstellung des japanischen Forschungssystems und stellt die Mittel zur Förderung von Bildung, Wissenschaft und Technologie, Sport und Kultur zur Verfügung.²²⁷ Die Forschungspolitik orientiert sich seit 2006 an zwei Leitlinien, der Förderung des wissenschaftlichen Humankapitals und der Schaffung eines konkurrenzfähigen nationalen Wirtschaftsraums.²²⁸ Da es in der japanischen Forschungslandschaft keine mit den deutschen Forschungsorganisationen vergleichbaren Dach- und Trägerorganisationen gibt,²²⁹ fasst das MEXT die nationalen Forschungseinrichtungen zusammen.²³⁰

Ein weitreichender Schritt war 2004 die Transformation der japanischen Universitäten zu Selbstverwaltungskörperschaften, um unabhängig eine eigene Richtung der FuE bestimmen zu können. Hiermit wollte man den Universitäten mehr Selbständigkeit ermöglichen, aber auch den Wettbewerb verstärken.²³¹

Cloud-Strategie und -Projekte

Obwohl in Japan die Industrie der größte Fördergeber für FuE ist, gibt es kaum relevante Cloud Computing-Projekte, die auf einer Kooperation von Staat und Unternehmen fußen. Die Cloud Computing-Projekte sind zumeist von der japanischen Regierung initiiert und dem Auf und Ausbau einer Cloud-Infrastruktur gewidmet. Das staatliche Interesse

²²⁷ <http://www.kooperation-international.de/buf/japan/laenderbericht.html> [Stand: 19. 10. 2013].

²²⁸ Ebenda.

²²⁹ <http://www.kooperation-international.de/buf/japan/laenderbericht.html> [Stand: 19. 10. 2013].

²³⁰ <http://www.mext.go.jp/english/relatedsites/1303445.htm> [Stand: 19. 10. 2013].

²³¹ <http://www.kooperation-international.de/buf/japan/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 13. 06. 2013].

liegt dabei auf dem Abbau von Verwaltung durch Umstrukturierungen, die durch Cloud-Dienste möglich gemacht werden. Von staatlicher Seite ist keine konkrete Strategie zur Vertretung der Interessen von KMU ersichtlich, ein weiteres deutliches Indiz für die mangelnde Kooperation zwischen Staat und Unternehmen in Cloud Computing-Projekten.

Die Erdbebenkatastrophe 2011 hatte Japan infrastrukturell deutlich zurückgeworfen. Dies wirkt sich auch auf die Verbreitung von Cloud Computing aus: Die damals geltende Energienutzungssperre veranlasste den Telekommunikations- und Medienkonzern Softbank Corp., mit 49 Prozent in das „Cloud K“-Projekt des südkoreanischen Telekommunikationsunternehmens KT Corp. einzusteigen und somit japanische Cloud-Dienste über südkoreanische Server anzubieten.²³² So soll japanischen Unternehmen auch während Naturkatastrophen und Stromausfällen eine verlässliche Datenspeicherung zur Verfügung stehen.²³³

Zusammenfassend lässt sich in Japan keine klare Cloud-Strategie feststellen. Ähnlich zu den Prozessen in China bewegen sich die Aktivitäten Japans hauptsächlich auf der infrastrukturellen Ebene, verstärkt jedoch auf der Ebene inkrementeller Produkt- und Prozessinnovationen. Die Berücksichtigung von KMU-Interessen spielt keine zentrale Rolle.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Die japanische Fujitsu-Gruppe, insbesondere die deutsche Tochter Fujitsu Technologie Solutions, nimmt eine führende Position in Deutschlands Cloud-Markt ein. Neben öffentlich zugänglichen Infrastrukturdiensten (Public Cloud, IaaS) werden auch Managed Clouds angeboten – sowohl

dediziert als auch mehrmandantenfähig. Fujitsu Technologie Solutions bietet ebenfalls PaaS-Dienste an, die durch einen Marktplatz ergänzt werden. Damit wird insbesondere der Mittelstand angesprochen.

Das japanische Unternehmen Trend Micro gehört bezüglich Cloud-basierter Sicherheits-Technologien und Dienstleistungen zu den in Deutschland führenden Anbietern.

3.2.11 SINGAPUR

Wirtschaftsleistung und Ausgaben für FuE

In Singapur wurden im Jahr 2011 2,3 Prozent des BIP für FuE aufgewendet.²³⁴ Damit stieg der Wert der Ausgaben von 2010 (2,14 Prozent) leicht an und zeigte einen leichten Aufwärtstrend,²³⁵ nachdem er von 2008 bis 2010 gesunken war (2008 2,6 Prozent und 2009 2,3 Prozent).²³⁶ Die scheinbar zurückgehenden Ausgaben für FuE gemessen am BIP sind aber zum starken Wachstum des BIP in Singapur (13,9 Prozent in 2010) in Bezug zu setzen.²³⁷

Das BIP-Wachstum lag wie in Abbildung 50 verdeutlicht im Zeitraum von 1999 bis 2012 mit allerdings starken Schwankungen bei durchschnittlich über fünf Prozent. Die Werte der FuE-Ausgaben entwickelten sich jedoch parallel zum allgemeinen Wirtschaftswachstum in Singapur.

In Relation zu den G8-Staaten und den wichtigsten asiatischen Nationen liegen die Aufwendungen Singapurs für FuE gemessen am BIP im Mittelfeld, jedoch ist eine positive Entwicklung der FuE-Förderung in Singapur zu erkennen.

²³² <http://www.4-traders.com/KT-CORPORATION-6494921/news/KT-Corporation-KT-Opens-Gimhae-Global-Data-Center-with-Soft-Bank-Telecom-13933106/> [Stand: 29.07.2013]; <http://www.reuters.com/article/2011/05/30/kt-softbank-idUSL3E7GU0BU20110530> [Stand: 29.07.2013].

²³³ <http://www.zdnet.com/kt-to-launch-cloud-services-in-japan-7000016093/> [Stand: 19.10.2013].

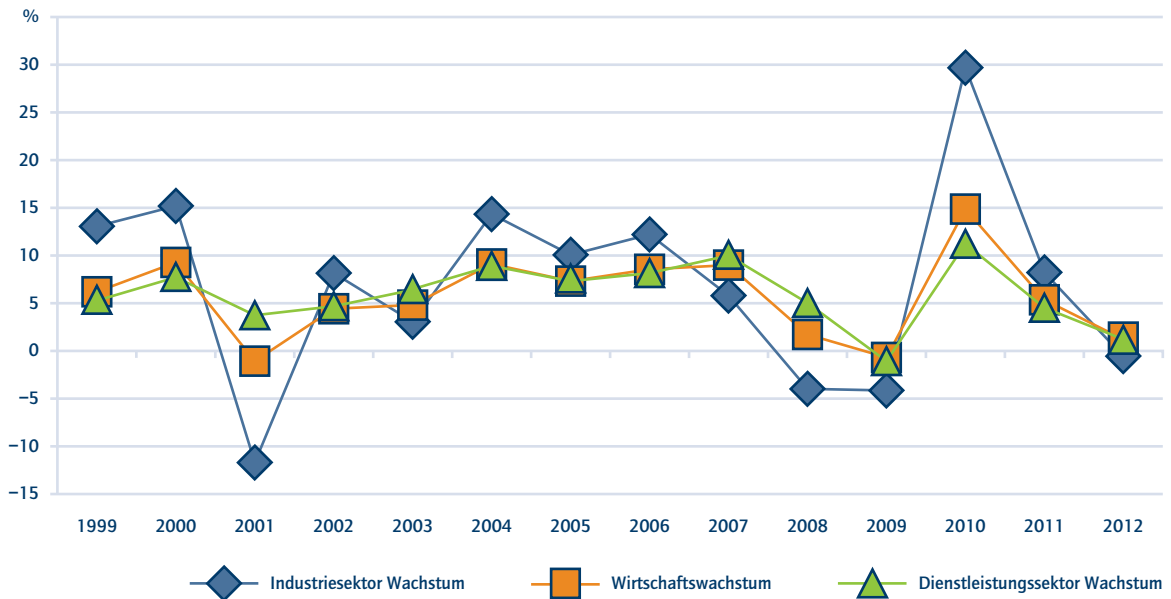
²³⁴ <http://www.guidemesingapore.com/blog-post/entrepreneurship/rd-spending-singapore> [Stand: 30.05.2013].

²³⁵ <http://www.asiaone.com/Business/News/Story/A1Story20111227-318460.html> [Stand: 30.05.2013].

²³⁶ <http://www.unescap.org/stat/data/syb2011/I-People/Research-and-development.asp> [Stand: 30.05.2013]; <http://www.asiaone.com/Business/News/Story/A1Story20111227-318460.html> [Stand: 30.05.2013].

²³⁷ <http://www.asiaone.com/Business/News/Story/A1Story20111227-318460.html> [Stand: 30.05.2013].

Abbildung 50: Wirtschaftswachstum und sektorales Wachstum in Singapur



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.²³⁸

Die Wirtschaftsleistung Singapurs beruht überwiegend auf dem Dienstleistungssektor, der mit einer Bruttowertschöpfung von 73,4 Prozent gemessen am BIP den deutlich größten Anteil beiträgt. Weiterhin entstammen 26,57 Prozent aus dem Industriesektor und nur noch 0,03 Prozent aus dem Landwirtschaftssektor (2011).²³⁹ Damit weist Singapur den viertstärksten Dienstleistungssektoranteil im Vergleich zu den wichtigsten Industrie- und Schwellenländern auf.

Förderstruktur

Insgesamt belief sich die Gesamtfördersumme in Singapur auf 4,74 Milliarden Euro im Jahr 2010. Davon entfielen 1,91 Milliarden Euro auf die öffentliche Hand und 2,52 Mil-

liarden Euro auf die private Wirtschaft. Dies entspricht einem prozentualen Verhältnis von 40,2 Prozent öffentlicher und 53,1 Prozent privater Mittel. 4,9 Prozent, absolut 0,23 Milliarden Euro, werden durch ausländische Investoren beigesteuert.²⁴⁰

Der Anteil der öffentlichen Ausgaben für FuE gemessen am BIP stieg von 2010 (0,82 Prozent) bis 2011 (0,84 Prozent) um 0,02 Prozentpunkte an. Nach Angaben der Agency for Science, Technology and Research of Singapore, sollte die absolute Summe um insgesamt 22 Prozent gesteigert werden.²⁴¹ Dies zeigt die deutlichen Bemühungen Singapurs, die nationalen FuE-Aktivitäten voranzutreiben.

²³⁸ Nach http://www.singstat.gov.sg/statistics/visualising_data/chart/Real_Economic_Growth.html [Stand: 30.05.2013].

²³⁹ <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Internationales/Land/Asien/Singapur.html> [Stand: 30.05.2013].

²⁴⁰ <http://www.kooperation-international.de/buf/singapur/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 30.05.2013].

²⁴¹ http://www.a-star.edu.sg/Portals/0/media/RnD_Survey/RnD_2011.pdf [Stand: 30.05.2013].

Um die FuE-Förderungen aus dem privaten Sektor weiter zu stärken, gibt es in Singapur Steuererleichterungen für entsprechend investierende Unternehmen.²⁴²

Ausbau der Infrastruktur

Der ehrgeizige Breitbandplan Singapurs sieht vor, bis zum Jahr 2015 jedem Nutzer in Singapur eine schnelle Bandbreite zur Verfügung zu stellen.²⁴³ Im gesamten Land soll Glasfaser-Technik verwendet werden, um Geschwindigkeiten von bis zu 1024 Mbit/s als Downloadgeschwindigkeit gewährleisten zu können. Im Jahr 2011 verfügten 80 Prozent der Bevölkerung in Singapur über einen Zugang zum Internet. Die Bandbreite lag im Durchschnitt bei 534,24 kbit/s.

Institutionen

Die wichtigste Institution für FuE ist in Singapur die sogenannte A*Star, die Agency for Science, Technology and Research of Singapore. Ihre Aufgabe ist das konkrete Fördern von Wissensakkumulation und die Verbesserung der dafür notwendigen Netzwerke. A*Star soll FuE-Exzellenzen schaffen und den Forschungsstandort Singapur zur Marktführerschaft tragen. Die A*Star Agency ist zuständig für fünf verschiedene Sektoren: den biomedizinischen Forschungssektor (Biomedical Research Council, BMRC), den naturwissenschaftlich-technischen Forschungssektor (Science and Engineering Research Council, SERC), den technologischen Forschungssektor (Technologies Pte Ltd., ETPL), die A*Star-Hochschulakademie (A*STAR Graduate Academy, A*GA) und die Planungs- und Verwaltungsabteilung (Corporate Planning and Administration Division, CPAD).

Der Academic Research Fund (AcRF) ist für die Unterstützung der Grundlagenforschung an den Universitäten zuständig. Das Jahresbudget des AcRF beträgt 590 Millionen Euro und wird hauptsächlich dafür aufgewendet, Aufenthalte hochqualifizierter Forschungskräfte in Singapur zu finanzieren. Ein weiteres Indiz dafür, dass Singapur versucht, die Wissensakkumulation im Lande zu verstärken.

Die wichtigsten Institutionen bezüglich Cloud Computing sind das IDA (The Infocomm Development Authority of Singapore) und das NG Singapore, das National Grid Singapore. IDA ist zuständig für die Verwaltung und Organisation des Intelligent Nation Plan 2015, der allgemein den Infocomm-Sektor stärken und Singapur zum Marktführer aufsteigen lassen soll mit dem formulierten Ziel: „Entwicklung zu einer globalen Stadt mit einer allgemeinen, beneidenswerten und anerkannten Synthese aus Technology, Infrastruktur, Unternehmen und Arbeitskräften.“²⁴⁴

Das National Grid Singapore (NGP), gegründet 2003, unterstand zunächst der Agency for Science, Technology and Research (A*STAR). Es soll die Verbreitung von Grid Computing in Singapur vorantreiben. Geleitet wurde es zunächst vom National Grid Steering Committee (NGSC). Anfangs standen lediglich Grid-Services zu Forschungszwecken im Vordergrund, doch als die Nachfrage auch in Industrie und Wirtschaft stieg, wurde das NGP im Jahr 2007 der Infocomm Development Authority of Singapore (IDA) unterstellt.

Cloud-Strategie und -Projekte

In Singapur ist eine klare und deutliche Cloud Computing-Strategie zu erkennen. Diese basiert auf einer sehr guten Kooperation von staatlichen FuE-Einrichtungen und privaten Unternehmen. Hierbei wird der Fokus nicht nur auf radikale oder inkrementelle Produkt- oder Prozessinnovationen gelegt, sondern ein breiter Mix an FuE-Projekten auch im Cloud Computing angestrebt. Singapur besitzt augenscheinlich die umfassendste und am weitesten fortgeschrittene Cloud Computing-Strategie der hier betrachteten Nationen.

Im Juni 2011 führt die Asia Cloud Computing Association einen Cloud Readiness Index (CRI) ein, um den Cloud-Einführungsprozess im asiatischen Raum zu verfolgen. Dabei wurden zehn Schlüsselattribute analysiert, die sich

²⁴² <http://www.kpmg.com/sg/en/IssuesAndInsights/tax/TaxAlert-201120.pdf> [Stand: 30.05.2013].

²⁴³ BSA Country Report Singapore 2013.

²⁴⁴ Übersetzt nach <http://www.ida.gov.sg/About-Us> [Stand: 30.05.2013].

auf Cloud Computing-basierte Infrastrukturen und -Dienste bezogen. Im Jahr 2012 wurde Japan der erste Platz zugesprochen, gefolgt von Korea, Hongkong und Singapur.²⁴⁵

Im jährlichen Ranking der BSA Global Cloud Scorecard 2013 bezüglich des politischen und regulatorischen Umfelds für Cloud Computing springt Singapur um fünf Plätze auf Platz fünf. Die deutliche Cloud-Strategie scheint Singapur im Vergleich zu anderen Ländern schneller voranzubringen.²⁴⁶

Um die Entwicklung und Nutzung von Cloud Computing in Singapur weiter voranzutreiben, ist es das Ziel der Regierung, ein Cloud-Ökosystem zu entwickeln. Dies soll durch folgende Schritte erreicht werden:²⁴⁷

- Unterstützung von Flaggschiff-Nutzern
- Einführung in kleinen und mittleren Betrieben
- Einführung in Konzernen
- Einführung durch die Regierung

Besonders interessant ist das Ziel, eine Cloud-Infrastruktur für den „gesamten Regierungsapparat“ und die damit verbundenen Ministerien und Organisationen bereitzustellen. Da die verschiedenen Cloud Computing-Modelle unterschiedliche Vorteile und Sicherheitsniveaus besitzen, ist die Strategie, jeweils passende Clouds für die entsprechenden Ansprüche einzusetzen.²⁴⁸

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Es gibt keine führenden singapurischen Cloud-Dienstangebote auf dem deutschen Markt.²⁴⁹

3.2.12 EUROPÄISCHE UNION

Förderstruktur

In der Europäischen Union, gibt es differenzierte Förderprogramme für FuE sowohl auf Länder- als auch auf EU-Ebene, mitunter auch in gemeinsamer Verantwortung. Die meisten der hier betrachteten EU-Projekte werden im Rahmen des siebten Rahmenprogramms (FP7) gefördert, das mit 50,52 Milliarden Euro unterstützt wird.²⁵⁰ In den vorangegangenen fünften und sechsten Rahmenprogrammen war Cloud Computing als eigenständiges Thema weniger ausgeprägt präsent. Jedoch gab es einige Projekte, die sich mit verwandten Themen befassten, wie etwa Grid Computing, Unternehmensprozesse, Marktplätze und Basisinfrastrukturen.

Das FP7-Programm wird weitergeführt in der europäischen Initiative Horizon 2020, welche mit einem Gesamtbudget von 74,28 Milliarden Euro ausgestattet ist und sich auf folgende drei Bereiche konzentriert:

- Stärkung der Position der EU in der Wissenschaft
- Förderung von Unternehmen und deren Innovationsfähigkeit mit besonderem Fokus auf KMU
- Vorantreiben gesamteuropäischer Interessen

Bisher wurde im Bereich Cloud Computing durch die EU ein breites Spektrum an Projekten gefördert. Die zukünftige Förderung wird sich an der nachfolgend beschriebenen Cloud-Strategie der EU ausrichten.

Ausbau der Infrastruktur

Zusätzlich zur Cloud-Strategie hat sich die Europäische Kommission in ihrer Digitalen Agenda bezüglich des Ausbaus von Breitbandnetzen das Ziel gesetzt, dass alle

²⁴⁵ <http://www.asiacloud.org/index.php/2012-07-17-08-33-19/press-release-2012/press-release-cloud-readiness-index-2012> [Stand: 01.08.2013].

²⁴⁶ BSA 2013.

²⁴⁷ IDA 2013.

²⁴⁸ <http://www.egov.gov.sg/egov-programmes/programmes-by-government/cloud-computing-for-government> [Stand: 04.06.2013].

²⁴⁹ Velten et al. 2013.

²⁵⁰ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Science_and_technology_introduced/de [Stand: 12.06.2013].

europäischen Haushalte bis 2020 mit einer Mindestgeschwindigkeit von 30 Mbit/s und bis 2025 50 Prozent aller Haushalte mit 100 Mbit/s ausgestattet sind. Die Europäische Kommission will Anhaltspunkte dafür liefern, wie die Förderung von Glasfasernetzen konkret gestaltet werden könnte. Dabei gehe es nach Ansicht der Kommission eher um einen Bewusstseinswandel, um Kooperation und Entschlossenheit, und weniger um Finanzmittel.²⁵¹

Cloud-Strategie

Die Europäische Kommission beschloss im September 2012 im Rahmen der Digitalen Agenda eine Strategie zur Steigerung der Produktivität europäischer Unternehmen und Verwaltungen durch Cloud Computing.²⁵² Diese Strategie soll den Einsatz von Cloud Computing in allen Bereichen der Wirtschaft beschleunigen und verstärken. Das Ziel ist dabei die Ausschöpfung der Cloud Computing-Potenziale in Europa. Bis 2020 sollen für Cloud Computing insgesamt 2,5 Millionen neue Arbeitsplätze geschaffen werden und damit ein jährlicher Anstieg des BIP um 160 Millionen Euro erreicht sein.

Die Schlüsselemente dieser Strategie lauten wie folgt:

- Schaffung von Klarheit im Bereich der technischen Normen, damit die Vorteile von Interoperabilität, Datenübertragbarkeit und -unumkehrbarkeit von den Cloud-Anwendern genutzt werden können
- Förderung von Zertifizierungsprogrammen mit EU-weiter Gültigkeit für Cloud-Anbieter
- Konzeption sicherer Vorlagen für Verträge, Vertragsbedingungen und Leistungsvereinbarungen
- Etablierung einer europäischen Cloud-Partnerschaft mit den Mitgliedsstaaten und den Branchen

Dabei soll die Nachfragemacht des öffentlichen Sektors – 20 Prozent aller IT-Ausgaben²⁵³ – nutzbar gemacht werden. Angestrebt wird die Bildung eines europäischen Cloud-Marktes zur Schaffung besserer Chancen für Cloud-Anbieter sowie die Verfügbarmachung preiswerter elektronischer Behördendienste.

Führende Cloud-Dienstanbieter auf dem deutschen Markt

Aus der EU sind neben den bereits in den länderspezifischen Darstellungen genannten Unternehmen mit führendem Cloud-Angebot auf dem deutschen Markt im Wesentlichen noch zwei weitere Unternehmen als führende Cloud-Dienstanbieter zu nennen: die spanische Telefónica und die aus Irland stammende Accenture.²⁵⁴ Telefónica gehört zu den führenden Anbietern von Managed Clouds in Deutschland, sowohl bei dedizierten als auch mehrmandantenfähigen Clouds. Die in Irland beheimatete Firma Accenture besitzt dagegen eine führende Position bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen für Cloud-Dienste.

3.3 AUSWERTUNG UND ZUSAMMENFASSUNG DES LÄNDERVERGLEICHS

Gegenstand dieses Abschnitts ist der Vergleich der im vorigen Abschnitt einzeln betrachteten Staaten (plus EU) unter Berücksichtigung der auf dem deutschen Markt führenden nationalen und internationalen Cloud-Dienstanbieter. Die erhobenen Informationen werden anhand folgender Leitfragen verglichen:

- Wie stark sind die FuE-Aktivitäten (Fördermittel) der einzelnen Länder einzuschätzen, gemessen am prozentualen Anteil von FuE am BIP?

²⁵¹ <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/about-broadband>, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/EU-Kommission-praesentiert-digitale-Agenda-1003476.html> [Stand: 10. 10. 2013].

²⁵² http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1025_de.htm [Stand: 27. 08. 2013]; EC 2012.

²⁵³ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1025_de.htm [Stand: 05. 10. 2013].

²⁵⁴ Velten et al. 2013.

- Sind die Cloud-Aktivitäten der einzelnen Länder als inkrementelle oder radikale Innovationsprozesse zu verstehen?²⁵⁵
- Werden überwiegend Produkt- oder Prozessinnovationen gefördert?²⁵⁶
- Gibt es eine besondere Förderung von KMU oder stehen die Interessen von KMU in besonderem Fokus der Cloud-Aktivitäten?
- Ist eine Cloud-Strategie klar erkennbar?
- Ist ein nationaler Breitbandplan zum Ausbau der Infrastruktur vorhanden und wie ist der aktuelle Stand des Ausbaus?
- Wie stark ist das Cloud-Angebot aus der Wirtschaft des jeweiligen Landes in einzelnen Marktkategorien bezogen auf den deutschen Markt?

Die Ergebnisse des Vergleichs finden sich in Tabelle 9 und Tabelle 10. Nachfolgend werden die einzelnen Teilergebnisse je Land erläutert.

In Deutschland werden Cloud-Projekte maßgeblich im Rahmen des Technologieprogramms „Trusted Cloud“ gefördert. Schwerpunkt ist hierbei die Erarbeitung von sicheren und rechtskonformen Cloud-Lösungen, die insbesondere auch von KMU verwendbar sind. Der Innovationsprozess ist inkrementell und betrifft gleichermaßen Produkte und Prozesse. Im Bereich des Infrastrukturausbaus liegt Deutschland im Mittelfeld. Ein Breitbandausbauplan liegt zwar vor, ist im Vergleich zu anderen Ländern aber eher allgemein gehalten und in Bezug auf das zu erreichende Ziel durchschnittlich. Beim aktuellen Ausbau der Infrastruktur sticht Deutschland nicht hervor.

Tabelle 9: Zusammenfassung des Ländervergleichs

LEITFRAGEN	DE	FR	UK	SE	RU	IT	CA	US	CN	JP	SG	EU
FuE-Förderung in Prozent des BIP 2011	2,84	2,25	1,8	3,42*	1,12**	1,25	1,82**	2,75	1,77	3,26*	2,3	2,03
Art der Cloud-Aktivitäten	In	In+	In+	In+	In+	In+	In+	In	Ra	In+	Ra+	In+
Ergebnis der Cloud-Aktivitäten	Pd/Pz	Pd	Pd	Pz	Pd	Pd	Pd	Pd/Pz	Pd/Pz	Pd/Pz	Pd/Pz	
Gezielte Förderung von KMU	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	++	+
Cloud-Strategie	+	+	+	–	+	–	–	+	+	–	++	+
Breitbandausbau und -planung	+	–	+	o	–	+	–	+	+	+	++	o

Art der Cloud-Aktivitäten: In+ stark inkrementell, In inkrementell, Ra radikal, Ra+ stark radikal;

Ergebnis der Cloud-Aktivitäten: Pd Produkt, Pz Prozess, Pd/Pz Produkt und Prozess;

Gezielte Förderung von KMU: – nicht erkennbar, + erkennbar, ++ detailliert;

Cloud-Strategie: – nicht erkennbar, + erkennbar, ++ erkennbar und detailliert;

Breitbandausbau und -planung: – weniger stark, o unklar, + stark, ++ sehr stark;

* aus 2010, ** aus 2007.

²⁵⁵ Edquist nennt zwei unterschiedliche Formen von Innovationen: Eine Produktinnovation bezeichnet ein Produkt, das neuer oder besser ist als vorhergehende, wobei der Begriff „Produkt“ sowohl materielle Gegenstände als auch immaterielle Dienstleistungen bezeichnen kann. Eine Prozessinnovation bezeichnet dagegen einen neuen Prozess zur Herstellung eines produzierten Gegenstands oder Durchführung einer Dienstleistung (vergleiche Edquist 2006).

²⁵⁶ Bei inkrementellen Innovationen liegt der Fokus auf der Beobachtung des Marktes und der Kommerzialisierung, bei radikalen Innovationen auf der technischen Entwicklung. Das Ergebnis einer radikalen Innovation soll ein neues Produkt sein, während inkrementelle Innovationen bestehende Produkte oder Dienste erweitern oder verbessern.

Tabelle 10: Führende Dienstleister auf dem deutschen Markt

MARKTKATEGORIE	DE	FR	UK	SE	RU	IT	CA	US	CN	JP	SG	EU
Managed Clouds (IaaS) ²⁵⁷	++	+	++					++		+		+
Public Clouds (IaaS)	+							++		+		
Marktplätze	+							++		+		
Cloud Management-Werkzeuge	+							++				
Cloud-Infrastrukturen ²⁵⁸								++				
PaaS	+							++		+		
Cloud Security								++		+		
Kollaboration, ERP und CRM (SaaS) ²⁵⁹	++							++				
Integration und Beratung ²⁶⁰	++	+	+					++				+
Cloud Services für den Mittelstand ²⁶¹	++		++					++		+		
Distribution	+							+				
+ Marktführerschaft (ein oder zwei führende Anbieter), ++ starke Marktführerschaft (drei oder mehr führende Anbieter)												

Ein Großteil der für deutsche Unternehmen interessanten Cloud-Distanbieter kommt aus den USA. Nur wenige weitere kommen aus Großbritannien, Frankreich und Japan. Ungefähr ein Drittel der Anbieter mit auf dem deutschen Markt führenden Cloud-Diensten beziehungsweise Dienstleistungen kommen aus Deutschland selbst. Schwergewichte aus Deutschland sind die Deutsche Telekom/T-Systems und SAP.²⁶² Besonderes Augenmerk liegt auf der Zurverfügungstellung von gemanagter Cloud-Infrastruktur, weshalb in dieser Kategorie eine starke Marktführerschaft festzustellen ist. In diesem umkämpften Marktsegment gibt es aber große internationale Konkurrenz. Gleiches gilt für das Querschnittssegment „Cloud Services für den Mittelstand“. Auch im Bereich der Kollaborations-, CRM- und vor allem der ERP-SaaS-Dienste sowie Dienstleistungen bezüglich der Integration und dem Consulting von Cloud-Diensten

stellen sich deutsche Anbieter stark auf. Im Bereiche der Marktplätze gibt es zwar führende deutsche Anbieter wie die Deutsche Telekom, der Markt wird aber hier stark von internationalen Wettbewerbern, vor allem aus den USA dominiert. Gleiches gilt für die Kategorien Public IaaS-Dienste, Cloud Management-Werkzeuge und PaaS-Dienste. Im noch jungen Bereich der Distribution von Cloud-Dienstleistungen sind nur wenige Anbieter gut positioniert. Hier ergibt sich die Chance, eine starke Marktführerschaft ohne übermäßige ausländische Konkurrenz aufzubauen. Bezüglich integrierter Systeme oder validierter Architekturen (Cloud-Infrastrukturen) zum Aufbau von Rechenzentren sind deutsche Unternehmen nicht relevant. Verwunderlich ist, dass trotz der hohen Förderung deutsche Unternehmen bisher in der Kategorie der Sicherheitstechnologien und -dienste keine führende Rolle spielen.

²⁵⁷ Zusammenfassung dedizierter und multimandantenfähiger Managed Clouds.

²⁵⁸ Integrierte, konfigurierte und konfektionierte Systeme oder validierte Architekturen zum Aufbau von Rechenzentren.

²⁵⁹ Zusammenfassung der evaluierten SaaS-Dienste bezüglich sozialer Kollaboration, Enterprise Resource Planning (ERP) und Customer Relationship Management (CRM).

²⁶⁰ Entspricht der Marktkategorie „Cloud-Transformation“ aus Velten et al. 2013.

²⁶¹ Velten et al. 2013, Marktkategorie zur Abdeckung typischer Kernprozesse des Mittelstands: CRM, Kollaboration und Kommunikation, Test und Entwicklung, Betrieb von Unternehmensapplikationen.

²⁶² FT 2013.

Die internationale Nachfrage nach deutschen Cloud-Diensten scheint gering zu sein. Einzig SAP findet sich als deutscher Anbieter unter den ersten 100 Unternehmen auf der jährlich aktualisierten Liste der Cloud-Diensteanbieter, die sich bei der entsprechenden Erhebung beteiligten.²⁶³

Im Zentrum der französischen Cloud-Aktivitäten steht das Großprojekt „Andromède“ mit dem Ziel, eine französische beziehungsweise europäische Alternative zu international agierenden Cloud-Providern zu schaffen. Die Art des Innovationsprozesses kann dabei als inkrementell bezeichnet werden. Des Weiteren liegt das Hauptaugenmerk auf Produktinnovationen, da das vordergründige Ziel ein vermarktbare Produkt sein soll. Die französische Regierung selbst ist gewillt, die eigene Nutzung von IT-Ressourcen an die neu zu entwickelnden Gegebenheiten anzupassen. Die aufgefundenen französischen Projekte und Förderstrategien enthalten kaum KMU-Beteiligung, ein Umstand, der auch von kleineren französischen Unternehmen angemerkt wird.²⁶⁴ Hinzu kommen die Steuererleichterungsprogramme der französischen Regierung zur Verbesserung der Innovationsaktivitäten der Unternehmen, die aber überwiegend eine bessere Positionierung von großen Unternehmen hervorufen. Im Bereich des Infrastrukturausbaus liegt Frankreich im unteren Feld. Ein umfangreicher Breitbandausbauplan scheint nicht vorhanden. Der aktuelle Ausbau ist eher allgemein gehalten und ein anvisiertes Ausbauziel ist nicht erkennbar. Französische Cloud-Anbieter sind in Deutschland nur in den Marktkategorien Managed Cloud sowie Integration und Beratung im Zusammenhang mit Cloud-Diensten relevant.

Wie im Ländersteckbrief Großbritannien in Abschnitt 3.2.3 beschrieben, sind die dortigen Cloud-Aktivitäten an einer zentralen IKT-Strategie ausgerichtet. Neben einigen kleineren Projekten ist das größte Projekt das „G-Cloud“-Projekt, dessen Ziel die Schaffung einer zentralen Government

Cloud-Lösung ist. Auch hier kann der Innovationprozess als inkrementelle Produktinnovation eingeschätzt werden und auch die Entwicklung von Produktinnovationen ist vordergründig. Bezüglich der Beteiligung von KMU sind zwar einige kleinere Projekte in Großbritannien zu finden, eine klare Strategie scheint diesbezüglich aber nicht erkennbar. Großbritannien liegt im Bereich des Infrastrukturausbaus im Mittelfeld. Zwar ist der aktuelle Ausbau der Infrastruktur laut BSA Scorecard besser als zum Beispiel in Deutschland und Frankreich, dennoch erscheint der nationale Breitbandausbauplan eher allgemein. Das darin anvisierte Ausbauziel liegt unter dem Durchschnitt. Nur einige wenige Anbieter für Cloud-Dienstleistungen aus Großbritannien sind in Deutschland relevant. Hierzu gehören insbesondere die Telekommunikationsanbieter, die ihr Angebot um managed Cloud-Infrastruktur erweitert haben und mit ihrem Angebot auch speziell den Mittelstand ansprechen können.

In Schweden ist keine klare Strategie der Cloud Computing-Förderung erkennbar. Erkenntnisse des staatlichen geförderten Wissenschaftssektors sind aufgrund der thematischen Ausrichtung selten in der schwedischen Industrie anwendbar. So forschen staatliche FuE-Einrichtungen überwiegend in Natur- und Technikwissenschaften.²⁶⁵ Im Bereich der KMU konnten bei der Recherche ebenfalls keine konkreten Bemühungen und Projekte bezüglich Cloud Computing festgestellt werden. Ein nationaler Breitbandausbauplan existiert zwar in Schweden und das darin festgeschriebene Ausbauziel liegt im Mittelfeld. Eine BSA Scorecard für Schweden existiert hingegen nicht, weshalb Schweden an dieser Stelle als „unklar“ bewertet wurde. Schwedische Cloud-Dienstleister treten in Deutschland in den genannten Kategorien nicht als Marktführer auf.

Die russische Situation ist insofern eine besondere, als zwar eine Cloud-Strategie mit einem klaren KMU-Bezug beobachtet werden kann (siehe Projekt 07 in Abschnitt 3.2.5), aber

²⁶³ <http://talkincloud.com/tc100> [Stand: 30.09.2013].

²⁶⁴ <http://www.rudebague.com/2012/05/30/jolicloud/> [Stand: 18.07.2013].

²⁶⁵ <http://www.kooperation-international.de/buf/schweden/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html#c7593> [Stand: 13.06.2013].

die aufgewendeten Mittel für FuE in Russland gemessen am BIP sehr gering sind. Mit nur 1,12 Prozent liegt Russland bezüglich der investierten Mittel am unteren Ende der hier betrachteten Länder. Cloud-Technologien sollen zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung des Verwaltungsapparats beitragen. Gleichwohl mangelt es in Russland an einer geeigneten Infrastruktur, auch um weiterführende Cloud-Aktivitäten rechtfertigen und initiieren zu können. Es scheint hier angebracht, von einer „eventuellen Strategie“ zu sprechen, da in Anbetracht der infrastrukturellen Mängel die Cloud Computing-Ambitionen Russlands nicht sonderlich weit fortgeschritten sein können.²⁶⁶ Russische Cloud-Dienstleister treten in Deutschland in den genannten Kategorien nicht als Marktführer auf.

In Italien hat die DigitPa Empfehlungen und Vorschläge für die Nutzung von Cloud Computing in der öffentlichen Verwaltung erarbeitet. Zusätzlich sind italienische Einrichtungen in europäischen Projekten, wie zum Beispiel MODACloud, vertreten. Es ist aber weder eine eindeutige Strategie noch eine KMU-Beteiligung erkennbar. Analog zu Russland scheinen die aufgewendeten Mittel für FuE im Vergleich zu den hier betrachteten Ländern relativ gering. Insgesamt scheinen sämtliche Cloud-Aktivitäten in Italien von staatlicher Seite initiiert zu sein, was auf ein Defizit der Kooperation zwischen öffentlichen und privaten FuE-Einrichtungen schließen lässt.²⁶⁷ Diese Beobachtung und die geringen aufgewendeten Fördersummen lassen auf infrastrukturelle Mängel in Italien schließen. Die italienische Regierung und die italienischen Unternehmen scheinen bisher kein explizites und gesondertes Interesse an Cloud Computing-Projekten zu haben. Der Breitbandausbauplan und der Stand des Infrastrukturausbaus sind durchschnittlich. Italienische Cloud-Dienstleister treten in Deutschland in den genannten Kategorien nicht als Marktführer auf.

In Kanada gibt es keine klar erkennbare Strategie für Cloud Computing. Demzufolge ist die Förderung unspezifisch und ohne klaren Bezug. Auch eine eindeutige Einbeziehung von KMU ist nicht zu erkennen. Zwar gibt es Initiativen wie das Canada Cloud Network (CCN), diese sind jedoch industriegesteuert und arbeiten ohne staatliche Unterstützung und Förderung. Immer noch blockieren volumenbasierte Internetpakete einen Ausbau von relevanten Internetdiensten. So bleiben das Angebot und die Forschung in Kanada vergleichsweise rudimentär.²⁶⁸ Im Bereich Infrastrukturausbau liegt Canada im unteren Feld. Ein umfangreicher Breitbandausbauplan ist nicht erkennbar und ein dennoch anvisiertes Ausbauziel mutet vergleichsweise gering an. Der aktuelle Infrastrukturausbau ist als durchschnittlich zu bezeichnen. Kanadische Cloud-Dienstleister treten in Deutschland in den genannten Kategorien nicht als Marktführer auf.

In den Vereinigten Staaten von Amerika gibt es eine durch die Regierung festgelegte und beständig aktualisierte Cloud-Strategie. Diese beruht darauf, dass alle Bundesbehörden und Bundesagenturen die Rolle von Cloud Computing in den eigenen IT-Umgebungen vorrangig beachten müssen. Jede Behörde soll entsprechend dieser „Cloud First Policy“ ihr IT-Portfolio überarbeiten, um die Kapazitätsauslastung der IT zu erhöhen, die Flexibilität zu steigern und Kosten zu reduzieren. Durch die NSF werden dabei auch explizit Projekte gefördert, die ohne ein klar definiertes Ziel als radikale Innovationsprozesse gesehen werden können. Die Interessen der KMU spielen dagegen in den USA keine übergeordnete Rolle. Neben der generellen Cloud First-Strategie der US-Regierung zur Etablierung von Infrastrukturen für das Datenmanagement sollen darauf abgestimmte Datendienste im Vordergrund stehen. Open Source-Plattformen dazu werden ausdrücklich unterstützt. Dabei scheint eine Zentralisierung der jeweiligen Daten und Datendienste favorisiert zu werden, wie etwa in der Open Science Data Cloud für

²⁶⁶ <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2009/04/g52,hauptbeitrag%3D154808,layoutVariant%3DStandard,sourcetype%3DSE,templateId%3Drender.html> [Stand: 30. 07. 2013].

²⁶⁷ <http://www.kooperation-international.de/buf/italien/bildungs-forschungslandschaft/forschungslandschaft.html> [Stand: 20. 05. 2013].

²⁶⁸ <http://www.forbes.com/sites/reuencohen/2012/10/24/the-sorry-state-of-cloud-computing-in-canada/> [Stand: 17. 07. 2013].

wissenschaftliche Forschungsdaten. Die USA verfügen über einen umfangreichen Breitbandausbauplan. Hinsichtlich des Ausbaus unterscheidet dieser zwischen dem Ausbau für private Haushalte und öffentliche Einrichtungen. Die anvisierten Ausbauziele liegen im Durchschnitt. Der aktuelle Stand des Ausbaus ist allerdings im unteren Mittelfeld angesiedelt, weshalb die USA insgesamt im Bereich des Infrastrukturausbaus im Mittelfeld liegt.

Fast die Hälfte aller in Deutschland relevanten Cloud-Anbieter kommt aus den USA. Damit nehmen US-amerikanische Firmen eine dominante Stellung auch auf dem deutschen Markt ein. Dabei gibt es Unternehmen, die ganzheitliche Lösungen aus eigenem Hause anbieten können. Traditionelle Hardwarehersteller wie IBM und HP bieten eine Palette an, die von der Hardware für Rechenzentren bis zum fertigen, eventuell dem Kundenwunsch angepassten Cloud-Dienst reicht. Amazon, Google und Microsoft vermarkten ungenutzte Kapazitäten ihrer eigenen Rechenzentren von der Bereitstellung infrastruktureller Ressourcen bis zum Marktplatz vorgefertigter SaaS-Dienste. Andere Anbieter bieten für einzelne oder mehrere Aspekte eventuell aufeinander aufbauende Lösungen für verschiedenste Branchen und Bereiche an. In fast allen Marktkategorien ist deshalb eine starke Marktführerschaft US-amerikanischer Unternehmen festzustellen.

Die chinesische Regierung verfolgt eine nur bedingt einsehbare Strategie bezüglich Cloud Computing. Zudem wird diese durch die eigenen Strategien der 30 Provinzen ergänzt.²⁶⁹ Neben inkrementellen Innovationsprozessen werden dabei auch radikale Innovationsprozesse gefördert. Es gibt außerdem verschiedene Bestrebungen, Cloud Computing auch für die Regierung nutzbar zu machen. China forciert die Schaffung grundlegender Cloud-Infrastrukturen mit großem Aufwand und hohem Anspruch an eine beschleunigte Nutzung. Die Ausrichtung auf den Auf- und Ausbau grund-

legender Cloud-Infrastrukturen kann einerseits darauf hindeuten, dass China sich als weltweiter Infrastrukturanbieter für digitale Güter etablieren möchte, oder aber, dass es noch an Voraussetzungen für höherwertige und differenziertere Cloud-Dienstangebote mangelt, aber die Plattformen und Kundenbindungen dafür aufgebaut sowie Abhängigkeiten geschaffen werden sollen. Die chinesische Regierung fördert gemeinsam mit großen Unternehmen sehr große Projekte, deren Ergebnisse zwar auch von KMU genutzt werden können, eine explizite Förderung von KMU ist aber nicht erkennbar. Insgesamt ist auch in China eine sehr umfassende Projektförderung zu erkennen, die aber diffus ist. Es existieren daher Bedenken hinsichtlich der Effektivität des Vorgehens.²⁷⁰ Der nationale Breitbandausbauplan Chinas erscheint umfangreich. So unterscheidet dieser beispielsweise zwischen dem Ausbau im urbanen und nichturbanen Umfeld. Die anvisierten Ausbauziele sind im Vergleich als eher unterdurchschnittlich zu bezeichnen. Der aktuelle Stand des Ausbaus ist jedoch eher unterdurchschnittlich, weshalb China insgesamt im Bereich Infrastrukturausbau im Mittelfeld liegt. Chinesische Cloud-Dienste treten in Deutschland in den genannten Kategorien derzeit nicht als Marktführer auf. Aufgrund der genannten hohen Investitionen in Cloud-Computing und der Marktmacht chinesischer IT-Anbieter im eigenen Markt kann aber mittelfristig auf infrastruktureller Ebene mit Konkurrenzprodukten beispielsweise zu Amazon oder Google gerechnet werden.

Japan nimmt derzeit eine Sonderrolle ein, da es zwar ein hohes Maß an Forschungsaktivitäten gibt, auch im Bereich des Cloud Computing, diese jedoch durch die Katastrophen im Jahr 2011 zugunsten von Wiederaufbaumaßnahmen größtenteils zurückgestellt wurden. Momentan ist keine klare Cloud-Strategie zu erkennen, es werden lediglich lang laufende, größere Projekte wie die Kasumigaseki Cloud weitergeführt, deren Hauptaugenmerk auf infrastrukturellen Projekten liegt. Die Berücksichtigung der Interessen von

²⁶⁹ Die Forschungslandschaft in China kann in fünf Typen eingeteilt werden: staatliche Akademien, FuE-Einrichtungen staatlicher und privater Unternehmen, Universitäten, FuE-Institute eigenständiger (in Bezug auf Bildungsförderung) Provinzen.

²⁷⁰ <http://chinaic.user.d-jet.com/Article/20535> [Stand: 08.02.2013].

KMU spielt in den Bemühungen Japans scheinbar keine zentrale Rolle. Im Bereich Infrastrukturausbau liegt Japan im Mittelfeld. Der Breitbandausbauplan ist ambitioniert, die Infrastruktur gut ausgebaut. Mit einem breiten Produktangebot von IaaS-Diensten, gemanagten Infrastrukturen und Plattformen sowie einem Marktplatz für Dienste ist Fujitsu neben Trend Micro – einem Anbieter für Sicherheits-Technologie – in Deutschland relevant.

Singapur besitzt im Vergleich die umfassendste und detaillierteste Cloud-Strategie, die zudem gut dokumentiert ist und jährlich aktualisiert wird. Hierbei werden ausdrücklich KMU mit dem Ziel, langfristig neue Märkte zu schaffen, gefördert. Im Bereich des Infrastrukturausbaus ist Singapur als sehr gut zu bezeichnen. Der Breitbandausbauplan ist umfangreich, das anvisierte Ausbauziel ist mit 128 MB/s als durchschnittliche Bandbreite für jeden Internetuser das höchste Ziel. Der aktuelle Ausbau der Infrastruktur ist im Vergleich zu den anderen Ländern sehr gut. Singapurs Cloud-Dienstleister treten in Deutschland in den genannten Kategorien nicht als Marktführer auf.

Die Cloud Computing-Strategie der Europäischen Union findet sich im Programm FP7 und dessen Folgeprogramm Horizon2020. Diese stellen das finanzielle Instrument der EU zur Steuerung der Forschung dar. Ein erheblicher Teil der Mittel soll dabei für die Förderung von KMU – auch im Hinblick auf eine stärkere Cloud-Nutzung – aufgewendet werden. Des Weiteren werden Mittel vergeben, um radikale Innovationsprozesse zu ermöglichen, beispielsweise durch das Programm RELATE ITN. Für die EU liegt dem Wesen entsprechend keine BSA Scorecard vor, weshalb die EU bezüglich des Breitbandnetzausbaus als „unklar“ gewertet wurde. Die europäische Kommission schreibt in der Digitalen Agenda Ausbauziele für die Mitgliedsstaaten vor. Ob jedoch alle Mitgliedsstaaten diese Ziele erreichen werden, bleibt abzuwarten. Neben den genannten Cloud-Dienstleistern aus der G8 sind andere europäische Unternehmen in den genannten Marktkategorien bis auf Accenture (Irland – Beratungs- und Integrationsdienstleistungen) und Telefónica (Spanien – Managed Cloud IaaS) wenig relevant in Deutschland.

4 IDENTIFIKATION DER POTENZIALE EINES DEUTSCHEN CLOUD-PORTFOLIOS

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vorhergehenden Kapitel zusammengeführt und um Experteneinschätzungen ergänzt, um so einen fundierten Diskussionsbeitrag zur weiteren Förderung von Cloud Computing und der angrenzenden Technologiefelder zu schaffen.

In Abschnitt 4.1 wird das methodische Vorgehen eingeführt. Anschließend werden in Abschnitt 4.2 das nationale Cloud-Portfolio sowie die Abdeckung der Anforderungen der Nutzungsszenarien im folgenden Abschnitt 4.3 vorgestellt. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der identifizierten Potenziale.

4.1 METHODISCHES VORGEHEN

Das Vorgehen zur Bestimmung der Potenziale des deutschen Cloud-Portfolios besteht aus zwei Phasen (siehe Abbildung 51). Zunächst wird das nationale Cloud-Technologieportfolio abgebildet (Phase 1) und anschließend die Abdeckung der Anforderungen aus den Nutzungsszenarien dargestellt (Phase 2).

4.1.1 VORGEHEN ZUM NATIONALEN CLOUD-TECHNOLOGIEPORTFOLIO

Die Analyse des Technologieportfolios dient einer systematischen Bewertung, um strategische Investitionsentscheidungen für erfolversprechende Technologien treffen zu können. Die Technologieportfolioanalyse ist als Instrument des strategischen Technologiemanagements als eine grafische Darstellung einer zweidimensionalen Matrix umgesetzt, in der Technologieattraktivität und Ressourcenstärke erfasst werden.²⁷¹

Die Technologieportfolioanalyse wird aus folgenden Gründen als geeignetes Werkzeug angesehen:

- Die nationale Situation und die eigenen Technologiefelder werden in Relation zum Wettbewerb gesetzt.
- Es werden sowohl interne (direkt beeinflussbare) als auch externe Informationen berücksichtigt.
- Es wird eine langfristige und geschäftsfeldübergreifende Sicht auf Technologien erstellt. Das heißt, Technologien können unabhängig von den gegebenen Organisationsstrukturen bewertet werden.

Abbildung 51: Vorgehen zur Identifikation der nationalen Potenziale im Cloud Computing



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

²⁷¹ Pfeiffer et al. 1991.

Die Technologieportfolioanalyse stellt eine Gesamtsicht als Grundlage zur Diskussion strategischer Fragen zur Verfügung, die sich vor allem für schlecht strukturierte Entscheidungsprobleme eignet.²⁷²

Die Betrachtung des nationalen Cloud-Portfolios besteht aus mehreren Ebenen. Zunächst werden die im Kontext von Cloud Computing relevanten Technologiefelder identifiziert. Hierzu wurden öffentlich zugängliche Informationen der Cloud-Projekte aus dem Betrachtungsraum gesichtet und von den Autoren als Cloud-relevant erachtete Technologiefelder gesammelt.²⁷³ Bei den Projekten des Technologieprogramms Trusted Cloud wurden jeweils die Webseiten der Projekte sowie die dort verfügbaren Gesamtpräsentationen ausgewertet.²⁷⁴ Bei der Logistics Mall und InDiNet wurden die verfügbaren Webseiten gesichtet,²⁷⁵ bei green2store hingegen lediglich die zur Zeit verfügbaren Pressemeldungen,²⁷⁶ da das Projekt zur Zeit der Erhebung erst kürzlich gestartet war und noch keine eigene Webpräsenz existierte. Bei den Projekten der übrigen Nationen wurden generell die jeweils zugehörigen Projektseiten gesichtet. Die Liste der Technologiefelder wurde anschließend in der Autorengruppe diskutiert und konsolidiert.

Der zweite Schritt bestand aus der Zuordnung von Projekten zu den wesentlichen Technologiefeldern.

Im dritten Schritt wurde die Menge der Technologiefelder der Projektgruppe des Projekts „Future Business Clouds“ zur Diskussion und Bewertung der Attraktivität vorgelegt. Die Bewertung erfolgte nach folgendem Schema:

Technologiefeld (Projekt 1, Projekt 2): (1 = hochattraktiv | 2 = attraktiv | 3 = weniger attraktiv | 4 = unattraktiv)

Unter Technologieattraktivität wurde dabei eine unternehmensexterne (nicht direkt beeinflussbare) Größe verstanden, die sich aus mehreren Aspekten zusammensetzt:

- Die persönliche Einschätzung des Potenzials zur Weiterentwicklung (zur Leistungssteigerung oder Kostenreduktion)
- Die persönliche Einschätzung der Anwendungsbreite (Anzahl der Einsatzgebiete und Menge der Einsatzmöglichkeiten)
- Die persönliche Einschätzung der Kompatibilität (positive Auswirkungen auf das Cloud-Umfeld)

Grundlage der Bewertung bildet der in Kapitel 3 gezeigte und der Projektgruppe bereits bekannte Betrachtungsraum. Die Autoren beteiligten sich ebenfalls an der Bewertung der Technologieattraktivität, ihre Bewertung floss aber als gemeinsame Stimme in die Auswertung ein. Aus allen Stimmen wurde der Mittelwert als Maß der Technologieattraktivität gebildet. Insgesamt wurden sieben Experteneinschätzungen berücksichtigt, drei aus der Projektgruppe und vier aus der Autorengruppe.

Im nächsten Schritt wurde die Ressourcenstärke der Technologiefelder betrachtet. Um ein einfaches Maß zur Bestimmung der Ressourcenstärke zu erhalten, wurden einerseits die Summe der öffentlichen Fördermittel der einzelnen Projekte je Technologiefeld sowie andererseits die wahrgenommene Projektunterstützung (Anzahl der wahrgenommenen Projekte je Technologiefeld) betrachtet. Das Technologieportfolio ist somit projektzentriert aufgestellt.

Pfeiffer et al. betonen die Bedeutung der übergeordneten System- und Umfeldperspektive.²⁷⁷ Hierzu wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

²⁷² Pfeiffer et al. 1991.

²⁷³ Eine Übersicht der gesichteten Projekte findet sich auf <http://fbc.offis.de/> [Stand: 15. 10. 2013].

²⁷⁴ <http://trusted-cloud.de/de/1474.php> [Stand: 27.08.2013].

²⁷⁵ <http://www.logistics-mall.com> und <http://www.ccl.fraunhofer.de/de/faq.html> [Stand: 27.08.2013].

²⁷⁶ <http://www.btc-ag.com/de/6000.htm> und http://www.offis.de/aktuelles_presse/pressemittelungen/detailansicht/article/strom-speichern-in-der-cloud.html [Stand: 27.08.2013].

²⁷⁷ Pfeiffer et al. 1991.

- Technologieattraktivität und Ressourcenstärke der Technologiefelder in europäischen Projekten, insbesondere der Europäischen Union.
- Wahrgenommene Unterstützung der Technologiefelder im gesamten Betrachtungsraum, basierend auf der Identifikation der relevanten Technologiefelder und der wahrgenommenen Projektunterstützung.

Der Ansatz des Technologieportfolios hat jedoch auch Schwächen. Diese sind auf folgende Punkte zurückzuführen:

- Die Auswahl der Technologiefelder ist abhängig von dem zugrunde gelegten Sichtungsmaterial und der Interpretation der Autoren. Die Vollständigkeit der Technologiefelder im Sinne einer konsistenten Taxonomie ist nicht gegeben.
- Um die Ressourcenstärke zu bestimmen, wurde die Adressierung der Technologiefelder durch Projekte untersucht. Die Zuordnung von Projekten zu den jeweiligen Technologiefeldern erfolgte auf Basis der Außendarstellung der Projekte. Weitere, innerhalb der jeweiligen Projekte adressierte Technologiefelder werden nicht berücksichtigt.
- Die Bewertung der Ressourcenstärke erfolgt auf Basis der öffentlichen Fördergelder der Projekte. Die Auswirkungen von gering ausgestatteten Projekten und zusätzlichen Aktivitäten werden nicht erfasst.
- Die Bewertung der Technologieattraktivität basiert auf einer geringen, nicht zwangsläufig repräsentativen Zahl von Expertenmeinungen.

4.1.2 VORGEHEN ZUR ABDECKUNG DER ANFORDERUNGEN

Die Zielsetzungen der verschiedenen Cloud-Projekte in Deutschland sind vielfältig und oftmals domänen-spezifisch.²⁷⁸ In den Projekten werden häufig jeweils Cloud-Dienstangebote für spezielle Fragestellungen erarbeitet.

Zum Erreichen der jeweiligen Projektziele werden unterschiedliche Anforderungen adressiert, entweder als interne Anforderungen (Herausforderungen), die es zu lösen gilt, oder als externe Anforderungen (Rahmenbedingungen). Letztere können nicht durch die Projekte selbst, sondern beispielsweise durch den Gesetzgeber oder eine Regulierungsbehörde wie die Bundesnetzagentur gelöst werden. Insofern werden die in den Projekten adressierten internen und externen Anforderungen entweder durch die Projekte selbst adressiert oder aber zumindest im Lauf des Projekts sichtbar gemacht, um eine externe Lösung anzustoßen.

Infolgedessen werden im weiteren Verlauf die internen und externen Anforderungen zusammengefasst, deren Lösung in den Projekten erarbeitet oder angestoßen wird. Damit können weitere Projekte auf das gewonnene Know-how und auf geklärte Rahmenbedingungen aufbauen.

Die in Abschnitt 2.4 vorgestellten Anforderungen stellen die Grundlage für die weitere Recherche dar. Hierbei wurden einzelne Anforderungen in die Kategorien gemäß Tabelle 11 zusammengefasst.

Um die Adressierung der Anforderungen durch die nationalen Aktivitäten zu untersuchen, wurden zunächst die auf den Webseiten verfügbaren Projektbeschreibungen auf Anforderungen hin geprüft. Danach erfolgte eine Abbildung der genannten Anforderungen auf die in Tabelle 11 aufgelisteten Anforderungen. Die Auswertung wird in Abschnitt 4.3 diskutiert sowie in den Abschnitten 5.7 und 5.8 zusammengefasst.

4.2 CLOUD-TECHNOLOGIEPORTFOLIO

Die Analyse des nationalen Technologieportfolios dient der systematischen Bewertung der im Kontext Cloud Computing relevanten Technologiefelder, um strategische Investitionsentscheidungen für erfolgversprechende Technologien treffen zu können.²⁷⁹ Die Betrachtung des nationalen Cloud-Portfolios

²⁷⁸ Eine Übersicht der gesichteten Projekte findet sich auf <http://fbc.offis.de/> [Stand: 15. 10. 2013].

²⁷⁹ Pfeiffer et al. 1991.

Tabelle 11: Zusammenfassung der durch Anwendungsszenarien und in KMU-Workshops genannten internen und externen Anforderungen

ANFORDERUNGEN
Gewährleistung von Elastizität (Scale-out)
Aufrechterhaltung von Kommunikation (Bandbreite und Latenz)
Bewältigung von Lastmanagement
Verfügbarkeit notwendiger Hardwareressourcen
Gewährleistung von Verfügbarkeit und Verlässlichkeit
Gewährleistung von Sicherheit (zum Beispiel bezüglich Authentifizierung)
Einhaltung des Datenschutzes
Einhaltung/Klärung von Recht und Regeln
Interoperabilität zwischen Diensten
Berechnung von Gesamtkosten der Dienstbringung oder -nutzung
Bewältigung des organisatorischen Wandels
Integration von Inhouse-Lösungen und Cloud
Dienstleistungsmentalität ausbauen
Individuelle Vertragsmöglichkeiten und Service Level Agreements
Steigerung der Anpassbarkeit von Cloud-Diensten
Verlagerung von Unternehmenssitzen
Verlagerung oder Aufbau von Rechenzentren
Verringerung von Datenverlustängsten
Verringerung von Know-how-Verlustängsten
Änderung von Unternehmenskulturen
Steigerung des Informationsangebots
Beseitigung des generellen Zweifels am Nutzen von Cloud Computing
Verringerung des Widerstands in IT-Abteilungen gegenüber Cloud-Lösungen
Dienstmodellierung durch Fachanwender/Endnutzer
Etablierung von Leuchtturmprojekten
Verfügbarkeit ausreichender Netzinfrastruktur
Verringerung von Kontrollverlustängsten
Einfache Lösungen für den Endnutzer
Größeres Bewusstsein für Vorteile (zum Beispiel kollaborativer Arbeit)

basiert dabei auf dem in Kapitel 3 erhobenen Betrachtungsraum und stellt damit die Außenwahrnehmung des nationalen Umfelds dar. Als Hilfsmittel zur Verbesserung komplexer

Entscheidungsprobleme erhebt es keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit, liefert jedoch eine strukturierte Experteneinschätzung, um einen fundierten Diskussionsbeitrag zur

weiteren Förderung von Cloud Computing und der angrenzenden Technologiefelder in Deutschland zu schaffen.

4.2.1 CLOUD-TECHNOLOGIEFELDER IN DER NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FÖRDERLANDSCHAFT

Tabelle 12 und Tabelle 13 zeigen die gesamten erhobenen Technologiefelder des Betrachtungsraums. Da die Sichtung auf der Außendarstellung der Projekte beruht, ist die Voll-

ständigkeit der Technologiefelder im Sinne einer konsistenten Taxonomie nicht gegeben. Dennoch stellen sie eine Übersicht über die jeweils nach außen wahrnehmbaren Cloud-Technologien des gesamten Betrachtungsraums dar.

In Tabelle 12 werden explizit durch nationale Cloud-Projekte adressierte Cloud-Technologiefelder dargestellt. Tabelle 13 hingegen zeigt nicht explizit durch nationale Cloud-Projekte adressierte Cloud-Technologiefelder. Auf dieser Basis erfolgt die Betrachtung der Ressourcenstärke und Technologieattraktivität der nationalen Projektlandschaft im folgenden Abschnitt.

Tabelle 12: Attraktivität explizit durch nationale Cloud-Projekte adressierte Cloud-Technologiefelder

TECHNOLOGIEFELD	ATTRAKTIVITÄT
Algorithmen und Datenstrukturen	–
Big Data und Data Warehousing	++
Business Process as a Service	+
Cloud Brokerage	+
Government Clouds und Public Administration	+
Hardware	–
High Performance Computing	+
Infrastrukturen für Cloud-Ökosysteme	+
Integration mit lokalen Anwendungen*	+
Interoperabilität	++
Marktplätze	++
Mehrwertdienste	+
Middleware	–
Platform as a Service	+
Portable Services	+
Privacy	+
Sensoren und Aktoren*	+
Service Lifecycle Management	–
Sicherheit	+
Simulation*	+
Software as a Service	++
Virtualisierung	+

Legende: ++ hochattraktiv, + attraktiv, – weniger attraktiv, – – unattraktiv; * nachträglich identifiziert und ausschließlich durch die Autorengruppe bewertet

Tabelle 13: Attraktivität nicht explizit durch nationale Cloud-Projekte adressierte Technologiefelder

TECHNOLOGIEFELD	ATTRAKTIVITÄT
Data as a Service	++
Data Center Platforms	+
Elasticity and Scalability Management	++
Grid Computing	-
Infrastructure as a Service	+
Konvergenz Internet der Dinge/Dienste	+
Mobile	+
Model-driven Engineering	-
Open Data	+
Open Source	+
Personal and Consumer-Centric Clouds	+
SaaS-Migration	+
Testen von/für Cloud- Anwendungen	+
Things as a Service/Maschine to Maschine (M2M)	-
Legende: ++ hochattraktiv, + attraktiv, - weniger attraktiv, -- unattraktiv	

Die Tabellen geben ebenfalls die Bewertung der Technologieattraktivität wieder. Der Übersichtlichkeit halber wurde hier die Gesamtbewertung durch Auf- oder Abrunden auf die in Abschnitt 4.1.1 genannte Bewertungsskala abgebildet. Die Betrachtung der Ressourcenstärke und Technologieattraktivität der nationalen Projektlandschaft im folgenden Abschnitt verwendet jedoch die tatsächliche Gesamtbewertung.

Als mit Abstand attraktivste Technologiefelder, von allen Experten als hochattraktiv eingeschätzt, wurden Big Data und Data Warehousing (1,0), Marktplätze für Cloud-Dienste (1,05) und Software as a Service (1,05) identifiziert. Danach folgt zunächst das Thema Interoperabilität (1,2), im Anschluss Elasticity and Scalability Management (1,4) sowie Data as a Service (1,45). Diese werden in der folgenden Infobox „Hochattraktive Handlungs- und Technologiefelder im Cloud Computing“ kurz erklärt.

Die in Tabelle 13 dargestellten Technologiefelder werden nicht explizit durch nationale Cloud-Projekte adressiert. Das bedeutet wiederum nicht, dass sie nicht innerhalb der Projekte bearbeitet werden. Jedoch ist die Sichtbarkeit der Adressierung nach außen eingeschränkt.

Von Interesse sind weiterhin Lücken in der Adressierung der attraktivsten Technologiefelder, da diese nicht in der Betrachtung des Technologieportfolios erscheinen würden. Dies betrifft die Technologiefelder Elasticity und Scalability Management sowie die Dienstart Data as a Service (DaaS). Ein weiterer Vergleich mit dem internationalen Umfeld kann hier Aufschluss darüber geben, ob noch Potenzial bezüglich der Erlangung einer Spitzenposition besteht oder das Feld bereits durch andere Nationen besetzt ist (vergleiche Abschnitt 4.2.3).

Hochattraktive Handlungs- und Technologiefelder im Cloud Computing

Software as a Service: Eine Anwendung, die auf Cloud-Infrastruktur betrieben wird und auf die von verschiedenen Geräten über eine Thin Client-Schnittstelle wie einen Webbrowser oder eine Programmschnittstelle zugegriffen werden kann, wird Software as a Service genannt. Ein Nutzer muss hierbei weder die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur mit Netzwerk, Servern, Betriebssystemen und Speichereinheiten noch individuelle Anwendungseinstellungen (mit der möglichen Ausnahme der eingeschränkten Konfiguration von Nutzereinstellung) kontrollieren.²⁸⁰

Data as a Service: Data as Service ist eine datenbezogene Dienstleistung aus zentralisierten Quellen, die Daten aggregiert, deren Qualität sichert und gegebenenfalls bereinigt sowie anreichert, und diese verschiedenen Systemen, Applikationen oder zur mobilen Nutzung unabhängig vom Standort anbietet.²⁸¹

Elastizität und Skalierbarkeit: Das Laufzeitverhalten bei Veränderungen von Eingabe- oder Problemgrößen wird durch die Skalierbarkeit des Systems charakterisiert. Als skalierbar gilt ein System, falls im Hinblick auf Größe, geografische Verteilung oder die Verwaltung bei Hinzufügen neuer Ressourcen die Leistung nicht signifikant einbricht und administrative Aufgaben nicht überproportional zunehmen. Elastizität wird dadurch beschrieben, dass Ressourcen scheinbar unendlich zur Verfügung stehen und die Zuweisung von Ressourcen entweder manuell oder automatisch, passend zum Bedarf, skaliert wird.²⁸²

Interoperabilität: Interoperabilität ist im Allgemeinen die Fähigkeit zweier oder mehrerer Systeme oder Komponenten, Informationen auszutauschen und ausgetauschte Informationen zu verwenden.²⁸³ Die Bedeutung von Interoperabilität im Cloud Computing wird laut Lewis als die Fähigkeit bezeichnet, in einfacher Weise Anwendungslast und Daten zwischen verschiedenen Clouds zu verschieben, was außerhalb des Cloud Computings oft mit dem Begriff der Portabilität verbunden wird.²⁸⁴

Big Data und Data Warehousing: Unter Big Data wird die Erzeugung von (meist ökonomischem) Nutzen aus der schnellen Analyse großer Datenmengen verschiedener Quellen für Informationen unterschiedlicher Qualität und Struktur verstanden.²⁸⁵ Data Warehousing fokussiert die Speicherung und das Zur-Verfügung-Stellen von Daten für ein zum Beispiel differenziertes Reporting sowie Big Data-Analysen.

Marktplatz: Das Angebot, der Handel, die Abwicklung und die Nutzung von Diensten auf einer zentralen Plattform integrierter, potenziell weltweit verteilt bereitgestellter Dienstleistungen wird Marktplatz oder Dienstemarktplatz genannt.²⁸⁶

Rechtssicherheit: Die Gewissheit über sowie die Klärung von rechtlichen Rahmenbedingungen in einem verlässlichen Zeitraum wird als Rechtssicherheit bezeichnet. Im Cloud Computing werden die Themen Datenschutz, Besonderheiten der Auftragsdatenverarbeitung in Kombination mit Verschlüsselung und Codierung, Telekommunikationsrecht, Abgabenordnung, Versicherungsaufsichtsrecht, Strafrecht, Betriebsverfassungsrecht sowie das Vertragsrecht als besonders beachtenswerte Aspekte einer umfassenden Rechtssicherheit angesehen.²⁸⁷ Ergänzend kann auch das Urheberrecht von Belang sein.²⁸⁸

²⁸⁰ Mell/Grance 2011.

²⁸¹ Vgl. Dan et al. 2007; Truong/Dustdar 2009.

²⁸² Vossen et al. 2012.

²⁸³ IEEE 1990.

²⁸⁴ Lewis 2012.

²⁸⁵ Bartel et al. 2012.

²⁸⁶ Stemmer et al. 2011.

²⁸⁷ Vossen et al. 2012.

²⁸⁸ Glaus et al. 2012.

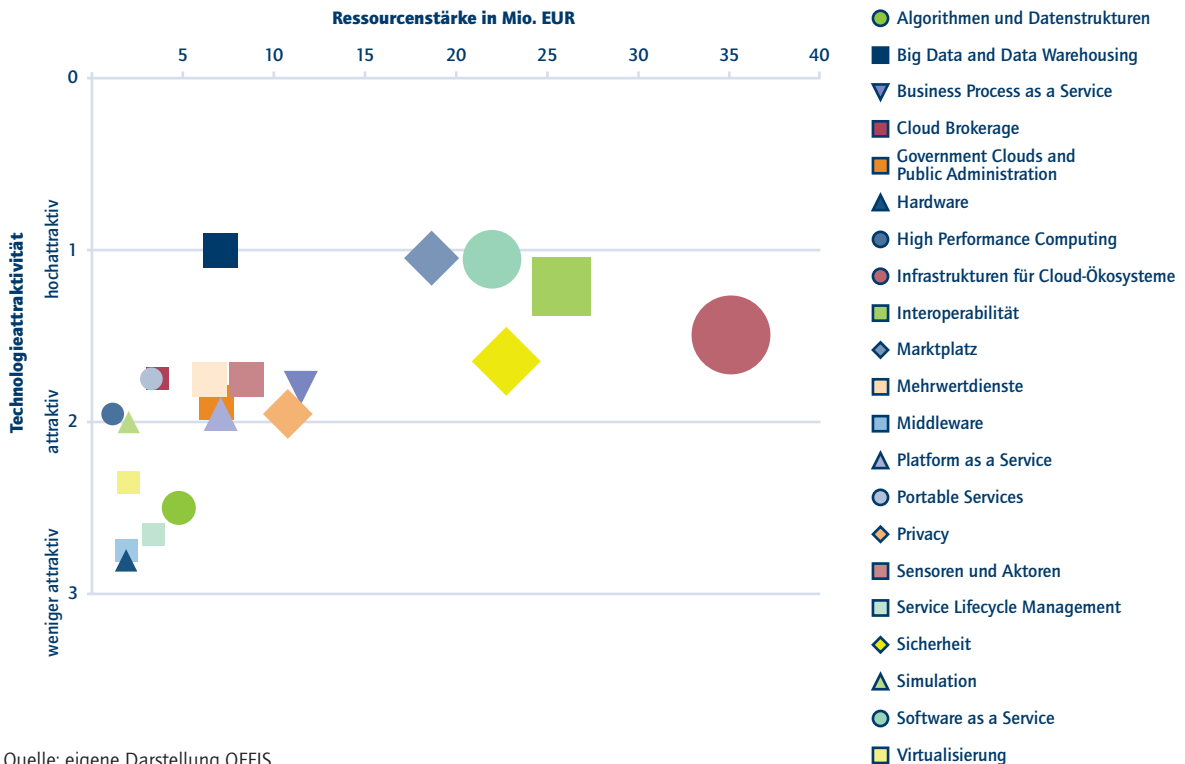
4.2.2 RESSOURCENSTÄRKE UND TECHNOLOGIE-ATTRAKTIVITÄT DER NATIONALEN PROJEKT-LANDSCHAFT

Abbildung 52 zeigt das nationale Technologieportfolio. In der Abbildung werden die zuvor erhobenen Technologiefelder und deren Attraktivität bezüglich Cloud Computing in Beziehung zur Ressourcenstärke gesetzt. Als Maß zur Bestimmung der Technologieattraktivität wurden Expertenmeinungen der Projektgruppe und Autorenschaft herangezogen. Zur Bestimmung der Ressourcenstärke wurden die öffentlichen Fördermittel der einzelnen Projekte je Technologiefeld zusammenaddiert.²⁸⁹ Die Größe

der Technologiefelder gibt relativ die jeweils wahrgenommene Projektunterstützung, das heißt die Anzahl der Projekte, die das betreffende Technologiefeld thematisieren, wieder.

Generell ist eine klare Förderung ausschließlich attraktiver Cloud-Technologiefelder erkennbar. Weniger attraktive Felder werden entsprechend mit geringerem Ressourcenaufwand verfolgt. So werden etwa Virtualisierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Middleware und Service Lifecycle Management als grundlegende Technologiefelder gefördert, aber nicht speziell für Cloud Computing besonders projekt- und ressourcenstark unterstützt.

Abbildung 52: Ressourcenstärke und Attraktivität des nationalen Technologieportfolios



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

²⁸⁹ Das Projekt green2store wurde dabei nicht berücksichtigt, da keine Informationen über die öffentliche Förderung verfügbar waren.

Auffällig ist hingegen die projekt- und ressourcenstarke Unterstützung des Auf- und Ausbaus vollständiger Cloud-Ökosysteme sowie des Themas Sicherheit. Beide können im Einklang mit dem Technologieprogramm Trusted Cloud gedeutet werden. Das in Deutschland traditionell starke Thema Sicherheit als Baustein zur Vertrauensbildung und die Schaffung von Cloud-Ökosystemen als Leuchttürme sind Aspekte, die generelle Zweifel am Nutzen von Cloud Computing ausräumen sollen. Ebenso könnte die Förderung von Ökosystemen auch als Anschubfinanzierung verstanden werden, um Innovationen extrinsisch zu unterstützen.

Passend zu dieser Strategie werden Marktplätze und die Interoperabilität von Diensten als hochattraktive Technologiefelder entsprechend stark gefördert. Danach wird das Angebot konkreter Software Services (im Sinne von Software as a Service) unterstützt. Das ebenfalls als hochattraktiv erkannte Technologiefeld Big Data und Data Warehousing wird jedoch weniger stark gefördert. Ein weiterer Vergleich mit dem internationalen Umfeld kann Aufschluss darüber geben, ob hier noch Potenzial bezüglich der Erlangung einer Spitzenposition besteht oder das Feld als bereits durch andere Nationen besetzt gilt (siehe Abschnitt 4.2.3).

Ähnlich stark wie das Technologiefeld Big Data und Data Warehousing wird die Menge attraktiver Technologiefelder nahezu gleichmäßig stark unterstützt. Hier scheint eine Selektion bezüglich der weiteren Förderung sinnvoll. Beispielsweise könnte den attraktiven Government Clouds eine gewisse politische Vorbildwirkung eingeräumt werden, sodass eine stärkere Unterstützung gerechtfertigt würde. Auch hier scheint ein weiterer Vergleich mit dem internationalen Umfeld sinnvoll, um die Government Cloud-Bestrebungen des internationalen Umfelds in Bezug zu setzen.

4.2.3 SYSTEM- UND UMFELDANALYSE

Pfeiffer et al. betonen die Bedeutung einer übergeordneten System- und Umfeldperspektive.²⁹⁰ Hierzu wird das europäische Technologieportfolio betrachtet.²⁹¹ Verhältnismäßig geringere Ressourcenstärken der öffentlichen Fördergelder können dabei abhängig von Förderschema und wahrgenommener Projektstärke sein, geben aber dennoch ein Maß zur Investition in Technologiefelder und zur Technologiestrategie an.

Zunächst fällt in der Analyse auf, dass die modellgetriebene Softwareentwicklung (Model-driven Engineering, MDE) eine auffällig starke Ressourcenunterstützung in europäischen Projekten aufweist (siehe Abbildung 53). Das europäische Umfeld scheint der Technologie eine größere Attraktivität bezüglich ihrer Anwendung für Cloud Computing zuzuweisen, als dies im Rahmen dieser Studie bewertet wurde. Im Rahmen der Softwaretechnik kann dies als Investition in eine Grundlagentechnologie verstanden werden. Ein weiteres Indiz für die Investition in Grundlagentechnologien kann in der Förderung des ITEA2-Projekts „EASI-Clouds“ gesehen werden. In diesem Projekt soll eine grundlegende Open Source Service-Infrastruktur für Cloud Computing (IaaS, PaaS, SaaS) entwickelt werden, die unter anderem die Portabilität von Diensten gewährleistet.²⁹²

Wird das Feld modellgetriebener Entwicklung ausgeblendet, ergibt sich ein stärker differenziertes Bild (siehe Abbildung 54). Insgesamt hängen die einzelnen Technologiefelder bezüglich der investierten Fördergelder wesentlich homogener zusammen, als dies im nationalen Portfolio der Fall ist.

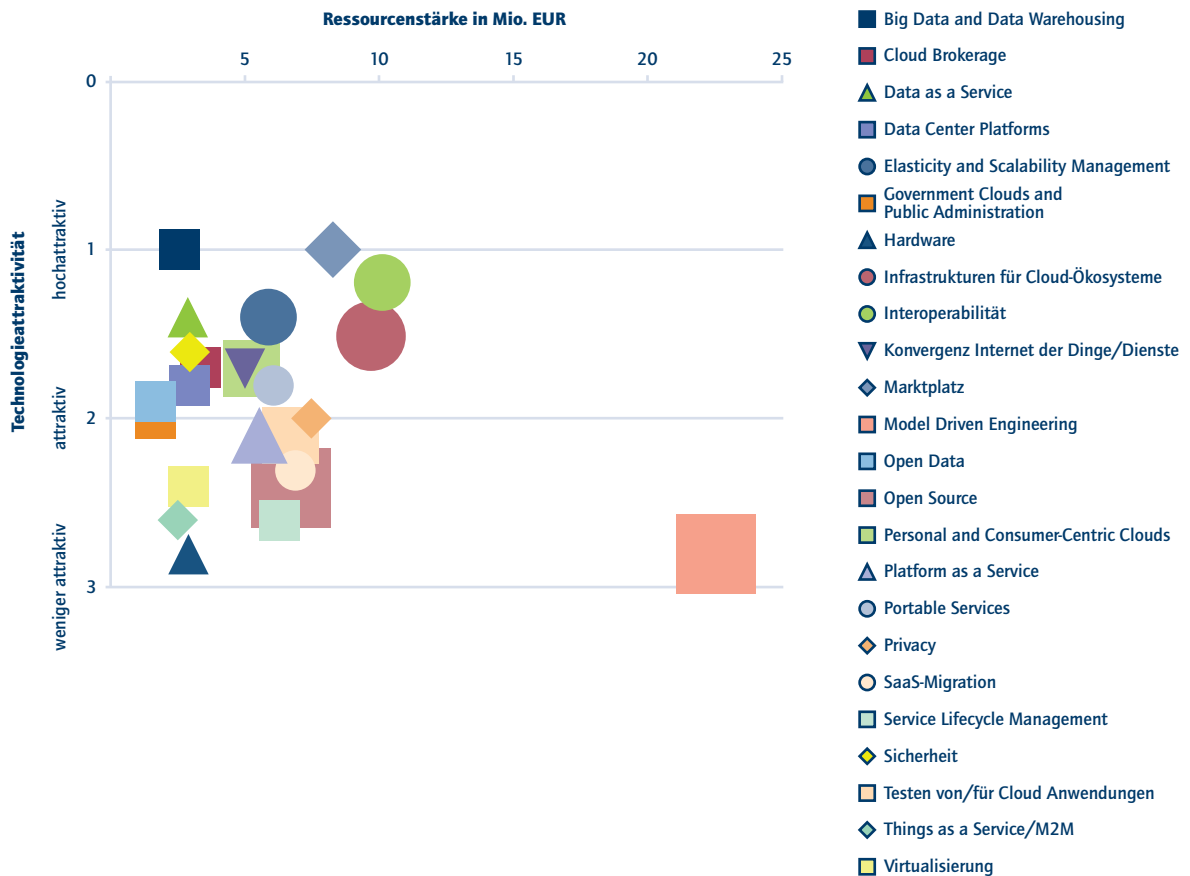
Ähnlich dem nationalen Technologieportfolio werden die hochattraktiven Technologiefelder Interoperabilität und Marktplätze stärker gefördert, zusammen mit der

²⁹⁰ Pfeiffer et al. 1991.

²⁹¹ Das Projekt RELATE ITN wurde als Ausbildungsnetzwerk (Initial Training Network) nicht im europäischen Cloud-Portfolio berücksichtigt.

²⁹² Trotz der sehr hohen Kosten von 23,13 Millionen Euro wurde das Projekt EASI-Clouds neben der gerade durchgeführten Betrachtung nicht weiter in den folgenden Portfolios untersucht, da unklar ist, ob die angegebene Summe die öffentliche Fördersumme oder die Gesamtsumme wiedergibt, vergleiche auch <http://www.itea2.org/project/index/view/?project=10078> [Stand: 01.08.2013].

Abbildung 53: Ressourcenstärke und Attraktivität des europäischen Technologieportfolios



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

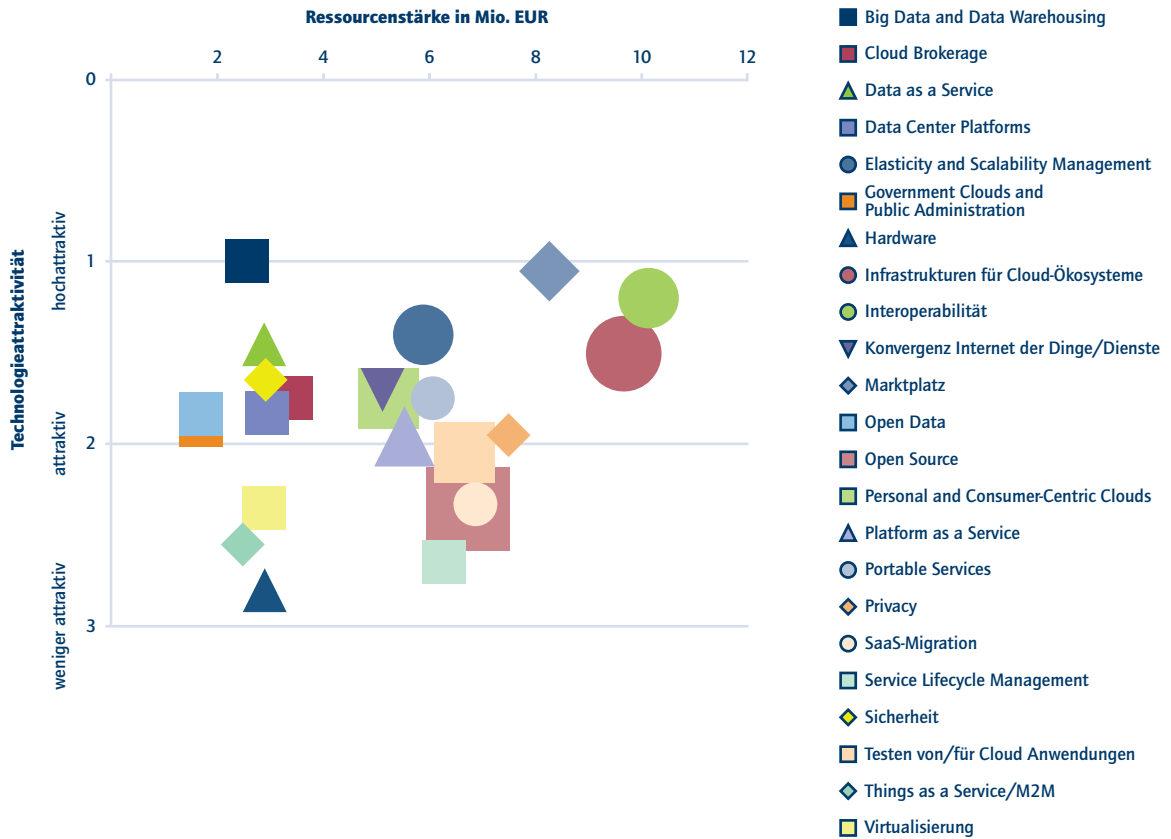
Unterstützung von Cloud-Ökosystemen, während das Technologiefeld Big Data und Data Warehousing eher weniger finanziert wird. Marktplätze werden mit zwei untersuchten Projekten weit weniger stark unterstützt, als dies im nationalen Portfolio mit fünf Projekten der Fall ist.

Im Gegensatz zum nationalen Technologieportfolio werden Data as a Service und Elasticity and Scalability

Management explizit adressiert, jedoch im Fall von Data as a Service wenig ressourcen- und projektstark unterstützt. Konkrete Software-Services (im Sinne von Software as a Service) scheinen durch Projekte nicht ausdrücklich betrachtet zu werden.

Auffällig ist, dass einige im Rahmen dieser Studie als weniger attraktiv bewertete Technologiefelder stärker

Abbildung 54: Ressourcenstärke und Attraktivität des europäischen Technologieportfolios ohne Betrachtung von Model-driven Engineering



Quelle: eigene Darstellung OFFIS.

gefördert werden, zum Beispiel Open Source und Service Lifecycle Management. Open Source wird dabei explizit durch eine größere Zahl von Projekten unterstützt, als dies die Ressourcenstärke des Feldes vermuten ließe.

Government Clouds werden augenscheinlich nur wenig fokussiert, können aber in Zusammenhang mit dem Feld Open Data gesehen werden, das sich im Kontext der

öffentlichen Verwaltung befindet. Jedoch ist die gesamte Ressourcenstärke der beiden Felder im Vergleich zu den anderen Technologiefeldern gering. Ebenfalls gering wird das in Deutschland traditionell wichtige Technologiefeld Sicherheit unterstützt. Allerdings wird dies durch die stärkere Förderung von Privacy als sicherheitsverwandtes Technologiefeld relativiert.

4.3 AUSWERTUNG DES DEUTSCHEN CLOUD-PORTFOLIOS

Um die Adressierung der Anforderungen durch die nationalen Aktivitäten zu untersuchen, wurde die auf den jeweiligen Webseiten der gesichteten Cloud-Projekte verfügbaren Projektbeschreibungen betrachtet. Anschließend erfolgte eine Abbildung der genannten Anforderungen auf die gelisteten Anforderungen.

Die Identifikation der adressierten Anforderungen durch nationale Cloud-Projekte befindet sich in Anhang III. Anhang IV fasst die Abdeckung der nach Abschnitt 2.4 identifizierten Anforderungen durch nationale Cloud-Projekte zusammen. Hierbei wird nicht zwischen einer vollen Abdeckung

eines Themenbereichs und einer Teilabdeckung beispielsweise durch die Fokussierung auf branchenspezifische Aspekte unterschieden. Die Häufigkeit der Adressierung der Anforderungen gibt dabei Rückschlüsse auf die tatsächliche Abdeckung. Es wird nicht zwischen nichtadressierten Anforderungen und trivialen Anforderungen, die der Nennung der Adressierung nicht bedürfen, unterschieden. Anhang V zeigt abschließend die Abdeckung der Technologiefelder durch die gesichteten Cloud-Projekte nach Staaten. Hierzu wurden erneut die öffentlich zugänglichen Informationen der Cloud-Projekte des Betrachtungsraums herangezogen.

Eine Zusammenfassung des deutschen Cloud-Portfolios wird in den Abschnitten 5.7 und 5.8 der Zusammenfassung präsentiert.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Studie *Future Business Clouds – Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft* präsentiert eine Bestandsaufnahme laufender Aktivitäten zum Thema Cloud Computing. Dabei wird das Spannungsfeld zwischen dem Bedarf der heimischen Wirtschaft, den aktuell laufenden nationalen Aktivitäten sowie dem internationalen Wettbewerb gesichtet und bewertet, um Spitzenfelder des nationalen Angebots zu identifizieren und mögliche Lücken aufzuzeigen.

Aus diesem Spannungsfeld von Anforderungen, nationalen Aktivitäten und internationalem Wettbewerb ergeben sich für die Studie folgende Fragestellungen:

- Angebot und Nachfrage: Wie lassen sich Cloud-Dienstleistungen unter unterschiedlichen Blickwinkeln von Anbietern und Nutzern möglichst einheitlich beschreiben und vergleichen?
- Szenarien: Wie sehen erfolgreiche Cloud-Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Branchen aus? Welche Vorteile bieten sie und mit welchen Anforderungen haben sie sich auseinanderzusetzen?
- Betrachtungsraum: Welche nationalen und internationalen Initiativen und Projekte werden wahrgenommen? Wo liegen ihre jeweiligen Schwerpunkte?
- Nationale Portfolioanalyse: Wo liegen die nationalen Stärken und Schwächen im Cloud Computing? Wo ist eine Orientierung am internationalen Wettbewerb sinnvoll?

5.1 ANGEBOT UND NACHFRAGE – VERGLEICH-BARKEIT VON DIENSTBESCHREIBUNGEN

Um Cloud-Dienstangebote wirtschaftlich und nachhaltig umsetzen zu können, müssen zugrunde liegende Cloud-Dienste bestimmte Anforderungen erfüllen wie etwa Sicherheit, Verfügbarkeit, Interoperabilität mit Diensten Dritter und Integrierbarkeit mit klassischen betrieblichen

IT-Systemen. In dieser Studie werden verschiedene Referenzkontexte zur Beschreibung von Cloud-Diensten gesichtet, analysiert und zu einer eigenen Taxonomie zusammengeführt, die die spezifischen Ausprägungen der jeweiligen Aspekte von Cloud-Diensten integriert beschreiben kann.

Die resultierende Taxonomie beziehungsweise der ihr zugrunde liegende Referenzkontext ist ein deklaratives Modell, das die Beschreibung von Cloud-Diensten strukturiert. Rechtliche Aspekte des Cloud Computings werden nicht direkt im Referenzmodell adressiert, aber Gesichtspunkte wie zum Beispiel SLA, die für rechtliche Fragestellungen relevant sind, werden berücksichtigt.

Im Referenzkontext werden folgende Dienstaspekte beschrieben: Diensttyp, Bereitstellungsmodell, Ertragsmodell, Rolle, Integration, Sourcing, SLA, dienstbringende Organisation und Cloud-Dienstcharakteristik. Die Darstellung von anhand des Referenzkontexts beschriebenen Cloud-Diensten kann mittels eigens entwickelter Cloud Service-Navigatoren erfolgen.

5.2 SZENARIEN – AUSGEWÄHLTE NUTZUNGS- BEISPIELE

Innerhalb der Studie wurden repräsentative Anwendungsbeispiele für Cloud Computing aus den Fachdomänen Energie, Logistik, Betriebliche IT, öffentliche Verwaltung und Gesundheit beschrieben und ihre internen und externen Anforderungen sowie die erwarteten Vorteile bei der Nutzung festgehalten. Die beschriebenen Anwendungsbeispiele lauten:

- Effektiv – Business Process Management as a Service
- goBerlin – Vertrauenswürdiger Dienstemarktplatz zur Vermittlung kommerzieller und behördlicher Dienstleistungen
- Logistics Mall – Marktplatz für Logistikdienstleistungen

- SEEBURGER – WiM (Wechselprozesse im Messwesen) Cloud-Services
- cloud4health – Cloud-Infrastruktur für Big-Data-Analyse in der Medizin
- TRESOR – Trusted Ecosystem for Standardized and Open Cloud-based Resources
- Accenture Cloud Platform – Cloud-Broker zur einfachen Integration von Cloud-Diensten in die Unternehmens-IT

5.3 SZENARIEN – VORTEILE UND ANFORDERUNGEN AUS SICHT VON KMU

Cloud Computing verspricht eine Reihe von Vorteilen für Nutzer und Anbieter. Im Rahmen der Studie werden bereits bekannte und neu identifizierte Vorteile von Cloud Computing in mit KMU durchgeführten Workshops und in den zuvor genannten Nutzungsszenarien diskutiert und bewertet.

Von Cloud-Anwendern wird dabei am häufigsten als Vorteil genannt, dass neue Anwendungen schneller implementiert werden können und kein Kapital des Nutzers durch das Vorhalten von Rechen- und Speicherressourcen gebunden ist. Dies spiegelt sich auch im Modell der nutzungsbasierten Abrechnung wider. Oft werden eine Reduzierung der IT-Gesamtkosten, eine bessere Verfügbarkeit, eine höhere Performance sowie erhöhte Datensicherheit als Stärken des Cloud Computings gesehen. Die Vereinfachung der gemeinsamen Nutzung von Systemen mit Partnern und die bessere Skalierbarkeit von IT-Diensten bei wechselndem Bedarf werden ebenfalls häufig positiv bewertet.

Interessant ist, dass die bei der Verwendung von Cloud Computing in Aussicht stehende erhöhte organisatorische Flexibilität und die verringerten Aufwände zur IT-Administration in den durchgeführten Workshops als Chancen identifiziert wurden. Die befragten Unternehmen erwarten bei der Nutzung spezifische individuelle Vorteile, die im Rahmen der Workshops differenziert erhoben werden konnten.

Vor allem begrüßen die KMU-Vertreter die Erschließung neuer Märkte beziehungsweise einen verbesserten Marktzugang für Dienstanbieter. Durch Marktplätze können die Dienstanbieter ihre Sichtbarkeit erhöhen und durch die im Cloud Computing propagierte „unbegrenzte“ Verfügbarkeit von Ressourcen eine breitere Nutzerbasis ansprechen. Ferner erwarten KMU durch den Wandel von anfänglichen Kapitalkaufwendungen zur nutzungsbasierten Abrechnung, dass sie unabhängig von ihrer Ertragslage relativ kostengünstig verlässliche Dienste einkaufen können und es nicht zu einem „Investitionsstau“ bei selbst entwickelten Lösungen kommt. Relevant für die Endkunden ist die Frage, ob durch einen größer werdenden Kundenkreis entstehende niedrigere Betriebskosten beanspruchter Cloud-Dienste vom Anbieter an die Nutzer weitergegeben werden.

Die Erfüllung rechtlicher und regulatorischer Anforderungen mit Gewährleistung des Datenschutzes wurde sowohl in den erhobenen Nutzungsszenarien als auch in den KMU-Workshops als wichtigste Anforderung bezeichnet. Zusätzlich wurde mehrfach die Erfüllung von Sicherheitsgarantien als wichtiger Faktor genannt. Ausreichende technische Funktionalität und prinzipielle technische Umsetzbarkeit sind nur als erste Schritte auf dem Weg zu echten Marktplätzen zu sehen. Die technische Umsetzung von Cloud-Diensten scheint für die meisten Befragten insofern keine besondere Anforderung darzustellen. So werden weder die Gewährleistung von Elastizität noch die Aufrechterhaltung der Kommunikation, die Verfügbarkeit notwendiger Hardwareressourcen oder die Bewältigung des Lastmanagements als besondere Anforderungen genannt, offenbar weil diese Eigenschaften wie selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Während die Berechnung der Gesamtkosten zur Dienstleistung oder -nutzung den Anbietern technisch und organisatorisch meist keine Probleme zu bereiten scheint, ist sie für KMU eine elementare Anforderung, die aufgrund mangelnder Transparenz und Kalkulierbarkeit oftmals zur

Zurückhaltung bei der Einführung von Cloud-Diensten führt. Darüber hinaus sind vor allem Widerstände in IT-Abteilungen, Datenverlustängste und generelle Zweifel am Mehrwert von Cloud Computing zu berücksichtigen, um Cloud Computing besser als bislang zu etablieren.

Zudem müssen die Nutzer ihre Ängste vor dem Verlust von eigenem Know-how abbauen können. In den Nutzungsszenarien der Studie wurden weitere Hürden genannt: die Verringerung der Angst vor dem Kontrollverlust über Daten, die Einführung von Richtlinien zur datenschutzkonformen Anonymisierung von Daten sowie generell die Steigerung des Bewusstseins für die Vorteile neuer Technologien und das Überwinden des Vorurteils, Cloud Computing sei prinzipiell unsicher. Diese Anforderungen wurden insgesamt als „weiche“, nichttechnische Faktoren definiert.

Die Integration von Inhouse-Lösungen und die Interoperabilität mit Diensten Dritter müssen gewährleistet sein. Dies ist hauptsächlich den KMU wichtig. Die Änderung der eigenen Unternehmenskultur auf Nutzer- und Anbieterseite, etwa durch Veränderungen bei Vertragslaufzeiten und Vergütungsarten, wurden weniger häufig als notwendig erachtet. Ferner wurden in Workshops das Bereitstellen von ausreichenden Bandbreiten und Kapazitäten für Internetanbindungen angemahnt sowie Leuchtturmprojekte mit Vorbildfunktion für die Umsetzung von Cloud-Diensten und deren Verwendung gesucht.

Unternehmensintern wird vor allem die Konformität mit Recht und Regeln insbesondere bezüglich Datenschutz und Sicherheit gefordert und als externe, nicht beeinflussbare Rahmenbedingungen werden in erster Linie Ängste, Widerstände und Zweifel gegenüber Cloud Computing als Hürde betrachtet.

Zusammengefasst spielen für eine dynamischere Entwicklung des Cloud Computings neben technischen Fragen der Integration und Interoperabilität von Diensten auch

„weiche“ Faktoren als Rahmenbedingungen eine bedeutende Rolle. Während Unsicherheiten über Datenschutz, Privacy und Sicherheit durch die Klärung und Einhaltung von Rechtsvorgaben und Regeln aufgelöst werden können, sind generelle Zweifel und allgemeine, oft „diffuse“ Widerstände gegen Cloud Computing weniger greifbar und damit auch schwerer zu überwinden.

5.4 BETRACHTUNGSRAUM – DIE DEUTSCHE FÖRDERLANDSCHAFT

In Deutschland existiert eine sehr breite Förderlandschaft mit zahlreichen anwendungsspezifischen Projekten, die in eine übergeordnete allgemeine Cloud-Strategie eingebettet ist. Im Bereich der KMU-Förderung sind klare Strategien in den großen Cloud Computing-Projekten erkennbar. So fördert zum Beispiel das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie mit Trusted Cloud die Entwicklung und Erprobung von innovativen, sicheren und rechtskonformen Cloud-Diensten mit insgesamt rund 50 Millionen Euro. Hinzu kommen Eigenmittel der Projektbeteiligten in etwa gleicher Höhe. Das BMWi sieht Trusted Cloud als Teil des Aktionsprogramms Cloud Computing, das im Oktober 2010 gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft gestartet wurde.²⁹³

Viele der Ergebnisse aus THESEUS, dem Trusted Cloud vorangegangenen Technologieprogramm, finden in Trusted Cloud eine Weiterverwendung. Wichtige Bestandteile der Anwendungsszenarien in THESEUS waren eine internetbasierte Wissensplattform für die Vernetzung nutzergenerierter Inhalte (Alexandria), die Entwicklung einer Infrastruktur zur Bereitstellung von Medieninhalten (Contentus), die Vereinfachung der Recherche in medizinischen Bilddatenbanken durch die Entwicklung einer universell einsetzbaren semantischen Suchmaschine (Medico), die Entwicklung eines Systems zur semantischen Ordnung und Priorisierung von Informationen (Ordo), die Entwicklung

²⁹³ http://www.pressestelle.tu-berlin.de/medieninformationen/2011/maerz_2011/medieninformation_nr_652011/ [Stand 13. 10. 2013].

einer Infrastruktur zur Komposition von internetbasierten Dienstleistungen (Texo) und die Nutzung der Ergebnisse aus Texo und Ordo, um Prozesswissen in Unternehmen verfügbar zu machen. Die entwickelten Basistechnologien waren dabei unter anderem die automatische Erzeugung von Metadaten, die schnelle Verarbeitung von multimedialen Dokumenten, ein innovatives Ontologiemangement, die situationsbewusste Dialogverarbeitung und zukunftsweisende Benutzeroberflächen.

Eine Orientierung an den Bedürfnissen der KMU wurde häufig öffentlich kommuniziert, doch der überwiegende Teil der Projekte beschäftigt sich nicht mit den KMU-spezifischen Interessen wie Kostenreduktion, Sicherheit und Vertrauen.

Nur wenige der laufenden Cloud-Projekte haben sich vorgenommen, ein größeres Bewusstsein für die Vorteile von Cloud Computing zu schaffen. Gleiches gilt für die Modellierung von eigenen Diensten durch Fachanwender und Endnutzer sowie für die Entwicklung von Cloud-Diensten, die durch unterschiedliche Konfigurationen eine erweiterte Funktionsvielfalt bieten. Die Entwicklung von einfach verwendbaren Diensten wird zwar im Technologieprogramm Trusted Cloud hervorgehoben, fließt aber kaum in öffentlich verfügbare Projektbeschreibungen ein.

5.5 BETRACHTUNGSRAUM – VERGLEICH DER CLOUD-STRATEGIEN

In Deutschland, Europa und weltweit wird der Einsatz von Cloud-Technologien in zahlreichen Initiativen und Förderprogrammen vorangetrieben. Dabei wurden und werden in Projekten mit Pilotcharakter praxisrelevante und überzeugende Ansätze für eine Cloud-Nutzung erarbeitet. Für einen Vergleich wurden in der Studie neben der „Gruppe der Acht“ auch China, Singapur, Schweden und die Europäische Union berücksichtigt. Die wesentlichen Ergebnisse werden nachfolgend zusammengefasst.

Insgesamt sind in den meisten der betrachteten Länder Ansätze zu einer politisch breiter abgestimmten Cloud-Strategie erkennbar. Frankreich versucht mit der Förderung von Großprojekten den nationalen Markt zu stärken, vernachlässigt dabei aber bisher weitgehend die Bedürfnisse der KMU. In Großbritannien zielt die Cloud-Strategie darauf ab, die meisten Cloud-Initiativen an der zentralen IKT-Strategie der Regierung auszurichten, um vor allem die Ressourcen im öffentlichen Sektor stärker zu vereinheitlichen und zu bündeln. Dabei werden die Interessen der KMU kaum berücksichtigt. Die Cloud Computing-Strategie der EU findet sich im 7. Forschungsrahmenprogramm und dessen Folgeprogramm Horizon2020. Diese stellen das finanzielle Instrument der EU zur Steuerung der Forschung dar. Ein erheblicher Teil der Mittel soll dabei für die Förderung von KMU – auch im Hinblick auf eine stärkere Cloud-Nutzung – aufgewendet werden.

Die USA verfolgen ebenfalls eine klare Cloud-Strategie, die darauf beruht, dass alle Bundesbehörden und Bundesagenturen in den eigenen IT-Umgebungen Cloud Computing vorrangig nutzen müssen. Jede Behörde soll entsprechend dieser „Cloud First Policy“ ihr IT-Portfolio überarbeiten, um die Kapazitätsauslastung der IT zu erhöhen, die Flexibilität zu steigern und Kosten zu reduzieren. Die Interessen der KMU spielen dagegen in den USA keine übergeordnete Rolle. Neben der generellen Cloud First-Strategie der US-Regierung zur Etablierung von Infrastrukturen für das Datenmanagement sollen darauf abgestimmte Datendienste im Vordergrund stehen. Open Source-Plattformen dazu werden ausdrücklich unterstützt. Dabei scheint eine Zentralisierung der jeweiligen Daten und Datendienste favorisiert zu werden, wie etwa in der Open Science Data Cloud für wissenschaftliche Forschungsdaten.

China forciert die Schaffung grundlegender Cloud-Infrastrukturen mit großem Aufwand und hohem Anspruch an eine beschleunigte Nutzung. Die Ausrichtung auf den Auf- und Ausbau grundlegender Cloud-Infrastrukturen kann

einerseits darauf hindeuten, dass China sich als weltweiter Infrastrukturanbieter für digitale Güter etablieren möchte, oder aber, dass es noch an Voraussetzungen für höherwertige und differenziertere Cloud-Dienstangebote mangelt, aber die Plattformen und Kundenbindungen dafür aufgebaut sowie Abhängigkeiten geschaffen werden sollen.

In Russland hingegen ist eine stärkere Konzentration auf die Interessen der KMU und damit eine andere Strategie erkennbar. Die Bemühungen Russlands sind aber vor dem Hintergrund der vergleichsweise geringen Fördersummen für FuE – 1,12 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) – und der schwachen Breitband-Netzinfrastruktur zu relativieren.

Singapur besitzt im Vergleich die umfassendste und detaillierteste Cloud-Strategie, die zudem gut dokumentiert ist und jährlich aktualisiert wird. Hierbei werden ausdrücklich KMU mit dem Ziel gefördert, langfristig neue Märkte zu schaffen.

In Japan, Kanada, Italien und Schweden fehlen im Gegensatz dazu allgemeine Cloud-Strategien beziehungsweise deren Umsetzung. Insbesondere für Schweden ist dies überraschend, da Schweden die vergleichsweise höchsten Ausgaben für FuE gemessen am BIP aufweist. In Italien ist die Summe der investierten Mittel (1,25 Prozent des BIP) zu gering, um infrastrukturelle Mängel zu beheben oder neue Forschungsvorhaben zu realisieren. Die italienische Regierung zeigt bisher auch kein ernsthaftes Interesse an Cloud Computing. Kanada investiert ebenfalls nur geringe Summen (1,82 Prozent am BIP) für FuE und lässt keine eigene Cloud-Strategie erkennen. Zu sehr blockieren nach wie vor volumenbasierte Internetpakete einen Ausbau von relevanten Internetdiensten. So bleiben das Angebot und die Forschung in Kanada vergleichsweise rudimentär. Japan ist als Sonderfall zu sehen. Das Erdbeben im Jahre 2011 hatte das Land – auch beim Cloud Computing – zurückgeworfen

und die Planungen der japanischen Regierung und auch der Telekommunikationsunternehmen negativ beeinflusst. Das gestiegene Bewusstsein für Datensicherheit und Verfügbarkeit im Katastrophenfall kann jedoch die Verbreitung von Cloud Computing in Japan in Zukunft beschleunigen.

In Ländern, in denen die wahrgenommene Themenunterstützung für Cloud Computing-Projekte gering ist, werden allerdings häufig Aktivitäten zu Government Clouds und Cloud-Diensten für die öffentliche Verwaltung gefördert. Dies kann als Bestrebung zur Konsolidierung der öffentlichen IT, aber auch als Aufbau einer Vorbildfunktion für die heimische Wirtschaft gesehen werden.

5.6 BETRACHTUNGSRAUM – FÜHRENDE ANBIETER VON CLOUD COMPUTING AUF DEM DEUTSCHEN MARKT

Nachfolgend werden die führenden Anbieter von Cloud Computing auf dem deutschen Markt vorgestellt. Die Erhebung basiert auf der aktuellen Anbieterstudie der Experton Group AG.²⁹⁴ Die betrachteten Cloud-Angebot(styp)e(n) reichen von Managed Clouds, über Public Clouds und Marktplätze bis hin zu Integration/Beratung, Cloud-Dienste für den Mittelstand und Distribution. Dabei werden die Cloud-Anbieter in der Reihenfolge USA, Deutschland, Frankreich, Vereinigtes Königreich, sonstige EU-Staaten und Japan bezüglich dieser Segmente auf Marktführerschaft oder sogar starke Marktführerrolle hin bewertet.

Aus den USA kommt fast die Hälfte aller auf dem deutschen Markt führenden Angebote für Cloud Computing.²⁹⁵ Bedeutende Anbieter sind hier Amazon, Google, HP, IBM und Microsoft.²⁹⁶ Diese stellen ein breitgefächertes Angebot an Cloud-Dienstleistungen zur Verfügung, die auf den eigenen, öffentlich zur Verfügung gestellten Infrastruktur (Public Cloud, IaaS) und Plattformdiensten (PaaS) basieren.

²⁹⁴ Velten et al. 2013.

²⁹⁵ Ebenda.

²⁹⁶ FT 2013.

Besondere Bedeutung besitzt dabei deren aktuelle Weiterentwicklung. Beispielsweise entwickelt sich das Angebot von Amazon, Google und Microsoft eher in Richtung Marktplätze weiter, während sich das Angebot von HP und IBM zu Managed Clouds, also sowohl zu dedizierten als auch zu multimandantenfähigen IaaS-Diensten, inklusive der begleitenden Integrations- und Beratungsdienstleistungen (Cloud Transformation) wandelt. Bei Managed Clouds und bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen gehört auch das Unternehmen CSC zu den in Deutschland führenden Anbietern. Die typischen Kernprozesse für den Mittelstand werden von Google, HP, IBM und Microsoft in Deutschland marktführend bedient.

Dominierende US-amerikanische Anbieter von grundlegenden integrierten Systemen für den Auf- und Ausbau von Cloud-Rechenzentren sind neben HP und IBM auch EMC, Netapp sowie VCE.²⁹⁷ Im Segment Cloud Management-Werkzeuge gehören als US-amerikanische Firmen BMC, CA, Cisco, Citrix, HP, IBM, Oracle, Redhat und vor allem VMWare gefolgt von Microsoft zu den auf dem deutschen Markt führenden Unternehmen.

PaaS-Dienste bieten neben Salesforce auch Citrix und VMWare an. Während Salesforce sich darüber hinaus in Richtung Marktplätze positioniert, erarbeitet VMWare neben Cisco, EMC, HP, IBM, McAfee, Microsoft, Net-IQ und Symantec Cloud-Dienste im Bereich Security.

Als bekannter SaaS-Anbieter erhält Salesforce in Deutschland im Bereich Customer Relationship Management Konkurrenz durch Microsoft und Oracle. Plex Systems fokussiert Angebote bezüglich SaaS für Enterprise Resource Planning. Im Bereich der Kollaboration bieten neben Microsoft, Salesforce und Google auch Cisco, Citrix und IBM Cloud-Dienste als führende Dienstleister aus den USA auf dem deutschen Markt an.

Die Distribution von Cloud-Diensten wird in Deutschland maßgeblich durch zwei US-amerikanische Firmen, Arrow ECS und vor allem Tech Data, vorangetrieben.

Deutsche Anbieter setzen bei Cloud-Dienstleistungen einen Schwerpunkt auf die Bereitstellung von Managed Clouds.²⁹⁸ Hierbei werden nicht nur IT-Infrastrukturdienste wie IaaS angeboten, sondern diese auch um Support und Entwicklungskapazitäten als Dienste ergänzt. Dies zielt darauf ab, die Integration mit der bestehenden IT-Landschaft des Kunden zu verbessern und die Funktionsfähigkeit der Gesamt-IT zu erhalten. Bei dedizierten, physikalisch getrennten Systemen für jeweils einzelne Kunden sind in Deutschland Arvato Systems, Cancom, Host Europe, Pironet, QSC, aber vor allem auch die Deutsche Telekom beziehungsweise T-Systems führend.

T-Systems ist dabei auch beim Thema Managed Clouds als mehrmandantenfähiger Dienstleister ausgewiesen. Für Anbieter ist diese Variante besonders interessant, da für die Gewährleistung der Skalierbarkeit von Diensten keine Hardware speziell für jeden einzelnen Kunden vorgehalten werden muss und der Anbieter sein IT-Know-how über den gesamten Kundenstamm als ergänzende Supportdienste zur Verfügung stellen kann. Die den Kunden entstehende Kostenersparnis gegenüber dedizierten Systemen muss jedoch gegen die höhere Anpassbarkeit dieser Einzelsysteme abgewogen werden. So sind je nach unternehmensspezifischen Anforderungen beide Varianten für KMU interessant.

Typische Kernprozesse für den Mittelstand sind CRM, Kollaborationsanwendungen, Test- und Entwicklungswerkzeuge sowie der Betrieb von Unternehmensapplikationen auf Managed Cloud-IaaS.²⁹⁹ Hier sind Cancom, Host Europe, Pironet, QSC und die Deutsche Telekom führende Cloud-Dienstleister. Host Europe ist auch im Bereich öffentlicher Cloud-Infrastrukturdienste (Public Cloud, IaaS) in Deutschland führend.

²⁹⁷ VCE ist eine Allianz der Unternehmen VMware, Cisco und EMC.

²⁹⁸ Velten et al. 2013.

²⁹⁹ Ebenda.

Als Marktplatz ergänzt der Telekom Business Marketplace das Angebot der Managed Clouds. Er stellt verschiedene konkrete SaaS-Dienste bereit, aus denen der Kunde wählen kann, um Geschäftsanwendungen auszulagern. Dabei wird zwischen Anwendungen unterschieden, die die Deutsche Telekom vollständig in Deutschland betreibt und verwaltet, und solchen, die außerhalb der Landesgrenzen betrieben werden. In letzterem Fall soll die Sicherheit der Dienste über Verträge und Sicherheitsprüfungen garantiert werden.³⁰⁰

Im Bereich der Cloud Management-Werkzeuge zur Administration von Cloud-Infrastrukturen gehören FluidOps und Zimory zu den in Deutschland führenden Unternehmen. Die IaaS-Management-Software von Zimory dient beispielsweise als technische Grundlage für die Einrichtung der Deutsche Börse Cloud Exchange. Deren Ziel ist dabei, den Handel mit Cloud-Infrastrukturkapazitäten in Analogie zum elektronischen Wertpapier- und Energiehandel zu vereinfachen und zu beschleunigen.³⁰¹

Mit dem Angebot der HANA Cloud Plattform ist SAP einer der führenden Anbieter von PaaS-Diensten für Cloud-basierte Unternehmensanwendungen.³⁰² Unterstützt werden hierzu der gesamte Lebenszyklus der Anwendungen, von der Entwicklung über die Bereitstellung bis zum Betrieb, sowie die Integration in eine beim Kunden möglicherweise bereits genutzte SAP- und/oder Nicht-SAP-Anwendungslandschaft. Besondere Merkmale der HANA-Plattform sind dabei die starke Ausrichtung auf sichere Unternehmensanwendungen sowohl auf technischer als auch auf organisatorischer Ebene, die Integrationsfähigkeit und Sicherheit der betriebenen Dienste sowie Geschwindigkeitsvorteile bei komplexeren Transaktionen und bei Analysen durch In-Memory-Persistenzmechanismen. Im Bereich der Kollaborationssoftware gehört SAP zu den führenden Dienstleistern in Deutschland.

Im Bereich der SaaS für ERP und CRM bieten neben SAP auch myfactory, Sage und Scopevisio (jeweils ERP-Dienste) sowie CAS Software (CRM-Dienst) als führende deutsche Unternehmen Cloud-Dienste an. Mit Acmeo gehört auch ein deutscher Anbieter zu den führenden Distributoren für Cloud-Dienste.

Bezüglich Integration und Beratung für die Nutzung von Cloud-Diensten sind die maßgeblichen deutschen Anbieter Cancom, Fritz & Macziol und T-Systems.

Französische Cloud-Anbieter mit starker Präsenz auf dem deutschen Markt sind Atos und Capgemini.³⁰³ Atos bietet sowohl dedizierte als auch mehrmandantenfähige Managed Clouds sowie darüber hinaus auch Integrations- und Beratungsdienstleistungen an. Capgemini wird lediglich bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen als führender Anbieter eingestuft.

Britische Anbieter von Cloud-Diensten und -Dienstleistungen mit einem Führungsanspruch in Deutschland sind British Telecommunications (BT) beziehungsweise deren deutsche Tochter BT Germany, Claranet, Colt und Computacenter.³⁰⁴ BT Germany, Claranet und Colt nehmen sowohl mit dedizierten als auch mit mehrmandantenfähigen Managed Clouds in Deutschland Führungspositionen ein. Die Unternehmen sind dabei besonders in der Versorgung des deutschen Mittelstands stark. Computacenter erreicht dagegen nur mit für jeden Kunden physikalisch getrennt bereitgestellten Systemen die Spitzenposition. BT Germany und Computacenter ergänzen ihre Angebote in Deutschland besonders durch zusätzliche Integrations- und Beratungsdienstleistungen.

Aus der EU sind neben den bereits unter Deutschland, Frankreich und Großbritannien genannten Unternehmen

³⁰⁰ <https://portal.telekomcloud.com/informationen/sicherheit/sicherheit-im-business-marketplace/> [Stand: 07. 10. 2013].

³⁰¹ <http://www.zimory.com/news/newsroom/press-releases-de/cloud-exchange-press-release/> [Stand: 08. 10. 2013].

³⁰² Velten et al. 2013; <https://www54.sap.com/pc/tech/cloud/software/hana-cloud-platform-as-a-service/index.html> [Stand: 07. 10. 2013].

³⁰³ Velten et al. 2013.

³⁰⁴ Ebenda.

mit führendem Cloud-Angebot auf dem deutschen Markt im Wesentlichen noch zwei weitere Unternehmen als führende Cloud-Diensteanbieter zu nennen: die spanische Telefónica und die aus Irland stammende Accenture.³⁰⁵ Telefónica gehört zu den führenden Anbietern von Managed Clouds in Deutschland. Unterstützt werden sowohl dedizierte als auch mehrmandantenfähige Clouds. Die in Irland beheimatete Firma Accenture nimmt eine sehr gute Position bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen für Cloud-Dienste ein.

Die japanische Fujitsu-Gruppe, vor allem die deutsche Tochter Fujitsu Technology Solutions, spielt eine führende Rolle in Deutschlands Cloud-Markt. Neben öffentlich zugänglichen Infrastrukturdiensten (Public Cloud, IaaS) werden auch Managed Clouds angeboten – sowohl dediziert als auch mehrmandantenfähig. Fujitsu Technology Solutions bietet ebenfalls PaaS-Dienste an, die durch einen Marktplatz ergänzt werden. Damit wird insbesondere der Mittelstand angesprochen. Das japanische Unternehmen Trend Micro gehört zu den in Deutschland stark engagierten Anbietern Cloud-basierter Sicherheitstechnologien und -dienstleistungen.

Anbieter aus Schweden, Italien, Russland und Kanada, aber auch aus China und Singapur gehören nicht zu den führenden Anbietern von Cloud-Dienstleistungen in Deutschland.³⁰⁶ Absehbar ist jedoch, dass gerade sehr große chinesische IT-Firmen zukünftig in den internationalen Cloud-Markt drängen werden.³⁰⁷ Infrage kommende Konzerne sind beispielsweise die Alibaba Group, zu der unter anderem – als chinesische Pendanten zu ebay und Paypal – Taobao und Alipay gehören. Weitere chinesische Player sind Baidu, der Anbieter der größten chinesischen Internet-Suchmaschine, sowie Tencent und Weibo, die chinesischen Pendanten zu Facebook und Twitter.³⁰⁸

5.7 NATIONALE PORTFOLIOANALYSE – HANDLUNGS- UND TECHNOLOGIEFELDER IM CLOUD COMPUTING

Als mit Abstand attraktivste Handlungs- und Technologiefelder werden Big Data und Data Warehousing, Marktplätze für Cloud-Dienste und konkrete Softwaredienste (hier als Software as a Service, SaaS) identifiziert. Danach folgt die Interoperabilität von Cloud-Diensten untereinander, gefolgt von Dienstelastizität und Skalierbarkeit, Rechtssicherheit sowie Data as a Service. Dabei werden die Handlungs- und Technologiefelder Dienstelastizität und Skalierbarkeit sowie Data as a Service durch deutsche Cloud-Projekte nicht explizit adressiert. Die jeweiligen Technologien können zwar innerhalb der Projekte berücksichtigt werden, eine besondere Sichtbarkeit ist jedoch nicht festzustellen.

Schwerpunkte der nationalen Cloud-Initiativen und Projekte liegen bei der Schaffung repräsentativer Cloud-Ökosysteme als Enabler und damit einhergehend konkreter SaaS-Dienste sowie bei der Adressierung von Sicherheitsaspekten. Weitere wichtige Aspekte sind die Etablierung von Cloud-Marktplätzen und die Interoperabilität von Cloud-Diensten. Marktplätze und Interoperabilität von Cloud-Diensten stehen vor allem auch von europäischer Seite aus explizit im Fokus. Dabei ist die Unterstützung der beiden Felder in Deutschland am größten. Beide Felder können sich dabei auch wechselseitig verstärkend ergänzen.

Während in Marktplätzen regulierte Cloud-Dienste von Beginn an interoperabel im Sinne der Komponierbarkeit von Diensten gestaltet sein können, kann die separate Betrachtung der Interoperabilität von Diensten zwischen Marktplätzen eine Grundlage für Dienstföderationen über Marktplatzgrenzen hinweg bieten. Lock-In-Effekte (zum Beispiel Kostenbarrieren bei einem Anbieterwechsel) bei

³⁰⁵ Ebenda.

³⁰⁶ Ebenda.

³⁰⁷ <http://gigaom.com/2013/09/17/structure-europe-2013-is-absence-of-web-scale-giants-a-problem-for-europes-cloud-ambitions/> [Stand 27.09.2013].

³⁰⁸ <http://gigaom.com/2013/01/09/a-peek-inside-chinas-internet-giants-and-their-massive-scale/> [Stand 27.09.2013].

der Nutzung von Diensten eines Anbieters können so für Dienstnutzer verhindert werden. Erfahrungen mit dem Betrieb solcher Marktplätze sind in Deutschland zum Beispiel bei Anbietern wie Deutsche Telekom, IBM, Microsoft und anderen, aber auch bei SAP als Market Challenger vorhanden.

Die Unterstützung von Big Data und Data Warehousing durch öffentlich geförderte Projekte erscheint in Deutschland im internationalen Vergleich gering. Die thematisch verwandte Dienstart Data as a Service wird von den USA, China und der EU stark adressiert, wobei die Unterstützung in China und den USA deutlich stärker ausfällt. Deutschland fördert das Technologiefeld Data as a Service bisher nicht explizit, obwohl diesem Diensttyp ein hohes Potenzial zugerechnet wird.

Die Verbesserung des Merkmals Dienstelastizität und Skalierbarkeit von Cloud-Diensten wird durch die EU ausdrücklich forciert. Die Länder, die starken Wert auf grundlegende Cloud-Infrastrukturen legen, unterstützen diesen Aspekt implizit, da er eine unverzichtbare Grundlage für ein interoperables Cloud-Dienstangebot ist.

Die Klärung des Rechtsrahmens zählt – wie bereits diskutiert – zu einer der wichtigsten Anforderungen, um die Attraktivität von Cloud Computing in Unternehmen und der öffentlichen Verwaltung zu erhöhen. Der Aspekt der Rechtssicherheit kann wegen des Bezugs auf den nationalen Rechtsraum dabei als spezifischer Standortfaktor, nicht jedoch als international vergleichbares Handlungsfeld interpretiert werden.

5.8 NATIONALE PORTFOLIOANALYSE – ABDECKUNG NATIONALER ANFORDERUNGEN AN CLOUD COMPUTING

Um das Bild des nationalen Portfolios zu vervollständigen, wird in der Studie untersucht, ob die in den betrachteten

Nutzungsszenarien und die in den KMU-Workshops erhobenen Anforderungen an Cloud Computing durch nationale Aktivitäten abgedeckt werden.

Grundsätzlich ist in diesem Vergleich eine weitgehende Übereinstimmung der gestellten Anforderungen mit dem bisherigen nationalen Portfolio von Förder- und Unterstützungsmaßnahmen festzustellen. Beispielsweise wird die technische Umsetzung bezüglich Kommunikation, Lastmanagement und Hardwareressourcenverfügbarkeit weder in den Szenarien noch von KMU als Anforderung genannt – und somit auch bislang in Projekten und Förderprogrammen kaum behandelt. Es handelt sich hierbei um grundlegende Anforderungen an Cloud Computing, deren Umsetzung als aktuell gelöst oder selbstverständlich angesehen wird. Andererseits werden Projekte zu rechtlichen, regulatorischen und sicherheitstechnischen Anforderungen unterstützt, was auf eine Verringerung der Nutzerängste und Vorurteile gegen Cloud Computing zielt. Die Interoperabilität zwischen Diensten und die Integration mit Inhouse-Lösungen werden ebenfalls nachgefragt und bereits in laufenden nationalen Projekten berücksichtigt.

Weitere, im Besonderen für KMU wichtige Anforderungen bezüglich der Kosten- oder Markttransparenz werden bislang kaum fokussiert. So ist die Berechnung der Gesamtkosten bei der Verwendung von Cloud-Diensten im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen entscheidend für die Kostenkalkulation; sie ist jedoch nur selten erkennbares Ziel von Cloud-Projekten. Ähnliches gilt für den generellen Zugang zu Informationen über Cloud-Dienstangebote, die Kommunikation der tatsächlichen Vorteile der Nutzung von Cloud-Diensten und die Vergleichbarkeit von Diensten – alle Aspekte scheinen für KMU nicht ausreichend transparent zu sein.

Diskrepanzen sind beim Punkt „Widerstand in IT-Abteilungen gegen Cloud Computing“ festzustellen. Mit dem Abbau dieser Widerstände wurde eine wesentliche, bislang nicht ausreichend beleuchtete Anforderung identifiziert.

Leuchtturmprojekte, wie etwa das Technologieprogramm Trusted Cloud, können diese Widerstände abbauen. Hierzu ist es notwendig, nicht nur rein technische, sondern gerade auch bezüglich organisatorischer und rechtlicher Vorgaben gelungene Projekte und ihre Akteure zu zeigen, deren Vorgehen und Ergebnisse sich in die Praxis übertragen lassen. Die öffentliche Verwaltung sollte hier mit überzeugenden Referenzprojekten vorangehen und eine Vorreiterrolle spielen. Eine direkte Teilnahme repräsentativer Industrievertreter in FuE-Projekten – gerade auch aus dem starken Segment der KMU – ist jedoch unerlässlich. Letztlich ist die Veränderung von Unternehmenskulturen und die damit einhergehende Bewältigung des organisatorischen Wandels hin zur Nutzung internetbasierter Dienste eine von Cloud Computing unabhängige

Daueraufgabe. Sie wird nicht – und kann auch nicht – in aktuellen (Einzel-)Projekten isoliert betrachtet oder gar gelöst werden.

5.9 acatech POSITION

Aus den hier vorgestellten Ergebnissen der Studie hat acatech Thesen und Empfehlungen abgeleitet, die sich an Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft sowie an die an Cloud Computing interessierte Öffentlichkeit richten. Die *acatech POSITION Future Business Clouds – Cloud Computing am Standort Deutschland zwischen Anforderungen, nationalen Aktivitäten und internationalem Wettbewerb* stellt diese Thesen und Empfehlungen vor.³⁰⁹

³⁰⁹ acatech 2013.

LITERATUR

acatech 2011

acatech (Hrsg.): *Cyber Physical Systems. Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

acatech 2014

acatech (Hrsg.): *Future Business Clouds – Cloud Computing am Standort Deutschland zwischen Anforderungen, nationalen Aktivitäten und internationalem Wettbewerb* (acatech POSITION), München: Herbert Utz Verlag 2014.

Agenzia per l'Italia Digitale 2012

Agenzia per l'Italia Digitale: *Raccomandazioni e Proposte Sull'utilizzo Del Cloud Computing Nella Pubblica Amministrazione*, 2012. URL: <http://www.digitpa.gov.it/cloud-computing-pubblica-amministrazione> [Stand: 30.08.2013].

Allee 2003

Allee, V.: *The Future of Knowledge – Increasing Prosperity through Value Networks*, Burlington, VT: Elsevier 2003.

Barros/Dumas 2006

Barros, A. P./Dumas, M.: "The Rise of Web Service Ecosystems". In: *IT Professional*, 8:5, 2006, S. 31 – 37.

Bartel et al. 2012

Bartel, J./Böken, A./Decker, B./Falkenberg, G./Guzek, R./Janata, S./Keil, T. et al.: *Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte*, Berlin: BITKOM 2012. URL: [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_LF_big_data_2012_online\(1\).pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_LF_big_data_2012_online(1).pdf) [Stand: 30.08.2013].

Batory 2005

Batory, D.: "Feature Models, Grammars, and Propositional Formulas". In: Obbink, H./Pohl, K. (Hrsg.): *Proceedings of the 9th International Conference on Software Product Lines (SLPC'05) 3714*, Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2005, S. 7 – 20.

Behrendt et al. 2011

Behrendt, M./Glasner, B./Kopp, P./Dieckmann, R./Breiter, G./Pappe, S./Kreger, H./Arsanjani, A.: *Introduction and Architecture Overview IBM Cloud Computing Reference Architecture 2.0* (Draft Version V.), 2011. URL: <https://collaboration.opengroup.org/cloudcomputing/documents.php?gpid=601&action=show&CALLER=documents.tpl&dcid=15&gdid=23840> [Stand: 30.08.2013].

Bitard et al. 2008

Bitard, P./Edquist, C./Hommen, L./Rickne, A.: "The paradox of high R&D input and low innovation output: Sweden". In: Edquist C./Hommen L. (Hrsg.): *Small Country Innovation Systems. Globalisation, Change and Policy in Asia and Europe. Theory and Comparative Framework*, Edward Elgar 2008.

Bittman et al. 2012

Bittman, T. J./Weiss, G. J./Margevicius, M. A./Dawson, P.: *Magic Quadrant for X86 Server Virtualization Infrastructure Market Definition*, 2012.

BMWi 2010

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): *Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation: Das Internet der Dienste*, Berlin 2010. URL: <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=362448.html> [Stand: 30.08.2013].

BMWi 2011

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): *Schlaglichter der Wirtschaftspolitik – Monatsbericht Juni 2011*, Berlin 2011.

BMWi 2012

Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi): *Das Normungs- und Standardisierungsumfeld von Cloud Computing. Eine Untersuchung aus europäischer und deutscher Sicht unter Einbeziehung des Technologieprogramms „Trusted Cloud“* (Kurzfassung), Berlin 2012.

BMW i 2013

Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi): *German Mittelstand.MotorderdeutschenWirtschaft*, Berlin 2013. URL: <http://www.bmw.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/factbook-german-mittelstand,property=pdf,bereich=bmw2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [Stand: 09. 10. 2013].

Böhmnn 2004

Böhmnn, T.: *Modularisierung von IT-Dienstleistungen: Eine Methode für das Service Engineering*, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2004.

Bower/Christensen 1995

Bower, J. L./Christensen, C. M.: *Disruptive Technologies: Catching the Wave*, Harvard Business Review, 73(1), 43 – 53, Cambridge 1995.

BSA 2013

BSA (Hrsg.): *2013 BSA Global Cloud Computing Scorecard: A Clear Path to Progress*, Washington, Singapore, London 2013.

BSA Country Report Canada 2013

BSA (Hrsg.): *Country: Canada*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Canada.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report China 2013

BSA (Hrsg.): *Country: China*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_China.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report France 2013

BSA (Hrsg.): *Country: France*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_France.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report Germany 2013

BSA (Hrsg.): *Country: Germany*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Germany.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report Italy 2013

BSA (Hrsg.): *Country: Italy*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Italy.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report Japan 2013

BSA (Hrsg.): *Country: Japan*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Japan.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report Russia 2013

BSA (Hrsg.): *Country: Russia*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Russia.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report Singapore 2013

BSA (Hrsg.): *Country: Singapore*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_Singapore.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report UK 2013

BSA (Hrsg.): *Country: UK*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_UK.pdf [Stand 02. 10. 2013].

BSA Country Report USA 2013

BSA (Hrsg.): *Country: USA*, Washington, Singapore, London 2013. URL: http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/country_reports/Country_Report_USA.pdf [Stand 02. 10. 2013].

Bullinger/Ten Hompel 2007

Bullinger, H.-J./Ten Hompel, M. (Hrsg.): *Internet der Dinge*, New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 2007.

Cearley/Reeves 2011

Cearley, D. W./Reeves, D.: *Cloud Computing Innovation Key Initiative Overview* (Gartner), 2011.

Chadha/Bajpai 2012

Chadha, K./Bajpai, A.: „Security Aspects of Cloud Computing“. In: *International Journal of Computer Applications*, 40:8, 2012, S. 43 – 47.

Christensen 2000

Christensen, C. M.: *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. New York, USA: HarperCollins Verlag 2000.

Chun 2012

Chun, W.: *What Is Cloud Computing?* (Google Developers Academy 2012). URL: <https://developers.google.com/appengine/training/intro/whatiscc> [Stand: 30.08.2013].

Citrix 2012

Citrix: *Most Americans Confused By Cloud Computing According to National Survey*, 2012. URL: <http://www.citrix.com/news/announcements/aug-2012/most-americans-confused-by-cloud-computing-according-to-national.html> [Stand: 30.08.2013].

Czarnecki/Helsen 2010

Czarnecki, K./Helsen, S.: "Feature-based Survey of Model Transformation Approaches". In: *IBM Systems Journal*, 45:3, 2010, S. 621 – 645. URL: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5386627 [Stand: 30.08.2013].

Czarnecki/Eisenecker 2005

Czarnecki, K./Eisenecker, U. W.: *Generative Programming: Methods, Tools and Applications*, 6. Auflage, München: Addison-Wesley 2005.

Datta/Gupta 2011

Datta, S./Gupta, D.: *Oracle Enterprise Manager Cloud Control 12: Complete, Integrated and Business-Driven Cloud Management*, Redwood Shores, CA.: Oracle 2011.

Dan et al. 2007

Dan, A./Johnson, R./Arsanjani, A.: "Information as a service. Modeling and realization". In: *International Workshop on Systems Development in SOA Environments, 2007 (SDSOA '07)*. ICSE Workshops 2007.

EC 2011

European Commission (EC): *Monitoring Industrial Research: The 2011 EU Industrial R&D Investment SCOREBOARD*, Luxemburg 2011.

EC 2012

European Commission (EC): *Unleashing the Potential of Cloud Computing in Europe*, Brüssel 2012. URL: http://ec.europa.eu/information_society/activities/cloudcomputing/docs/com/com_cloud.pdf [Stand: 30.09.2013].

Edquist 2006

Edquist, C.: "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges". In: Fagerberg, J./Mowery, D. C./Nelson, R. R. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press 2006, S. 181 – 208. [Stand: 30.08.2013].

EFI 2012

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI): *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2012*, Berlin 2012.

Eurostat 2011

Eurostat: *Science, Technology, and Innovation in Europe*, Luxembourg 2011. URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-31-11-118 [Stand: 30.08.2013].

Fleisch/Mattern 2005

Fleisch, E./Mattern, F. (Hrsg.): *Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*, Heidelberg u. a.: Springer-Verlag 2005.

FT 2012

Financial Times (FT): *FT Global 500 2012*, 2012. URL: <http://www.ft.com/intl/companies/ft500> [Stand: 30.08.2013].

FT 2013

Financial Times (FT): *FT Global 500 2013*, 2013. URL: <http://www.ft.com/intl/companies/ft500> [Stand: 08.10.2013].

Garrison et al. 2012

Garrison, G./Kim, S./Wakefield, R. L.: "Success Factors for Deploying Cloud Computing". In: *Communication of the ACM*, 55:9, New York, NY 2012, S. 62 – 68.

Geisberger/Broy 2012

Geisberger, E./Broy, G. (Hrsg.): *agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

Gellman/Poitras 2013

Gellman, B./Poitras, L.: "U.S., British Intelligence Mining Data from Nine U.S. Internet Companies in Broad Secret Program". In: *The Washington Post* (06/07.06.2013), 2013. URL: http://www.washingtonpost.com/investigations/us-intelligence-mining-data-from-nine-us-internet-companies-in-broad-secret-program/2013/06/06/3a0c0da8-cebf-11e2-8845-d970ccb04497_story.html [Stand: 14.10.2013].

Gens 2009

Gens, F.: "IT Cloud Services Survey". In: *IDC eXchange*, 2009. URL: <http://blogs.idc.com/ie/?p=730> [Stand: 30.08.2013].

Glaus et al. 2012

Glaus, A./Hajek, B./Hilber, M./Klodt, K./Reintzsch, D./Riffer, C./Sädler, S./Wicker, M.: *Lizenzierungsbedarf beim Cloud Computing*. Ein Arbeitspapier der AG Rechtsrahmen des Cloud Computing. Kompetenzzentrum Trusted Cloud (Hrsg.), Berlin 2012.

Google 2011

Google: *Security Whitepaper: Google Apps Messaging and Collaboration Products*, 2011. URL: http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/www.google.com/en/us/a/help/intl/en-GB/admins/pdf/ds_gsa_apps_whitepaper_0207.pdf [Stand: 30.08.2013].

Government UK 2011a

Government UK: *Government ICT Strategy*, London 2011.

Government UK 2011b

Government UK: *Government ICT Strategy – Strategic Implementation Plan*, London 2011.

Greenwald/MacAskill 2013

Greenwald, G./MacAskill, E.: "NSA Prism Program Taps in to User Data of Apple, Google and Others". In: *The Guardian* (7.06.2013), 2013. URL: <http://www.theguardian.com/world/2013/jun/06/us-tech-giants-nsa-data> [Stand: 14.10.2013].

Greenwald et al. 2013

Greenwald, G./MacAskill, E./Poitras, L.: "Edward Snowden: The Whistleblower behind the NSA Surveillance Revelations". In: *The Guardian* (10.06.2013), 2013. URL: <http://www.theguardian.com/world/2013/jun/09/edward-snowden-nsa-whistleblower-surveillance> [Stand: 14.10.2013].

Gudenkauf et al. i. E.

Gudenkauf, S./Josefiok M./Göring A./Norkus, O.: "A Reference Architecture for Cloud Service Offers". In: *Proceedings of the 17th IEEE International EDOC Conference*, Vancouver, Canada (09 – 13.09.2013), 2013, i. E.

Gueugneau 2012

Gueugneau, R.: „Le ‚Cloud Computing‘ Prend Un Nouveau Virage En France". In: *Les Echos*, September 2012. URL: http://www.lesechos.fr/07/09/2012/LesEchos/21265-132-ECH_le-cloud-computing-prend-un-nouveau-virage-en-france.htm. [Stand: 30.08.2013].

Henniot 2011

Henniot, J. P.: "Understanding the Needs French Cloud Computing Policy on the Way", 2011. URL: http://docbox.etsi.org/workshop/2011/201109_cloud/04_reachingusersadoption/ministryofindustry_henniot.pdf [Stand: 30.08.2013].

Heuser/Wahlster 2011

Heuser, L./Wahlster, W.: *Internet der Dienste* (acatech DISKUTIERT), Berlin, Heidelberg: Springer, 2011.

Hoberg et al. 2012a

Hoberg, P./Wollersheim, J./Krcmar, H.: "The Business Perspective on Cloud Computing – A Literature Review of Research on Cloud Computing" (AMCIS 2012 Proceedings), 2012. URL: <http://aisel.aisnet.org/amcis2012/proceedings/EnterpriseSystems/5> [Stand: 30.08.2013].

Hoberg et al. 2012b

Hoberg, P./Wollersheim, J./Krcmar, H.: *Service Descriptions for Cloud Services – The Customer's Perspective* (Proceedings of ConLife Academic Conference), Köln 2012.

Höing et al. 2009

Höing, A./Scherp, G./Gudenkauf, S.: "The BIS-Grid Engine: An Orchestration as a Service Infrastructure". In: *International Journal of Computing*, 8:3, Ternopil, Ukraine 2009.

HP 2011

Hewlett Packard (HP): *Understanding the HP CloudSystem Reference Architecture*, 2011.

IEEE 1990

The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (IEEE Std 610.12-1990), New York 1990.

Ignatius 2013

Ignatius, D.: "Fallout from Snowden's Sharing of NSA Secrets". In: *The Washington Post* (26.06.2013), 2013. URL: http://articles.washingtonpost.com/2013-06-26/opinions/40204641_1_nsa-cloud-computing-programs-snowden [Stand: 14.10.2013].

IDA 2013

Infocomm Development Authority of Singapore (IDA): *Cloud Computing in Singapore*, Singapur 2013.

Kagermann 2013

Kagermann, H.: *Impuls – Zukunftsbild Industrie 4.0* (Transfer-Konferenz AUTONOMIK des BMWi), Berlin 2013. URL: http://www.autonomik.de/documents/Kagermann_Zukunftsbild_Industrie_40.pdf [Stand: 30.08.2013].

Kalakota 2013

Kalakota, R.: *Data-as-a-Service (DaaS)*, 2013. URL: <http://practicalanalytics.wordpress.com/2013/03/18/data-as-a-service-daas/> [Stand: 30.08.2013].

Khajeh-Hosseini et al. 2012

Khajeh-Hosseini, A./Greenwood, D./Smith, J. W./Sommerville, I.: "The Cloud Adoption Toolkit: Supporting Cloud Adoption Decisions in the Enterprise Challenges of Cloud Adoption". In: *Software – Practice & Experience*, 42:4, 2012, S. 447 – 465. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/spe.1072> [Stand: 30.08.2013].

Krishnan 2010

Krishnan, S.: *Programming Windows Azure* (1st ed.). O'Reilly Verlag Sebastopol 2010.

Kundra 2011

Kundra, V.: *Federal Cloud Computing Strategy*, Washington 2011. URL: <http://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/federal-cloud-computing-strategy.pdf> [Stand: 30.08.2013].

Langenscheidt/Venohr 2010

Langenscheidt, F./Venohr, B.: „Das Erfolgsmodell der deutschen Weltmarktführer“. In: Langenscheidt, F./Venohr, B. (Hrsg.): *Lexikon der deutschen Weltmarktführer. Die Königsklasse deutscher Unternehmen in Wort und Bild*, Deutsche Standards Editionen, Köln 2010.

Legler et al. 2009

Legler, H./Krawczyk, O./Leidmann, M.: *FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich*, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) 2009. URL: http://www.niwi.de/uploads/pdf/publikationen/StuDIS_2009_01_FuE_Aktivitaeten_international.pdf [Stand: 30.08.2013].

Leimbach 2010

Leimbach, T.: *Software und IT-Dienstleistungen. Kernkompetenzen der Wissensgesellschaft Deutschland* (Fraunhofer ISI), Karlsruhe 2010.

Leimeister et al. 2010

Leimeister, S./Böhm, M./Riedl, C./Krcmar, H.: *The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles and Value Networks*, 2010. URL: <http://aisel.aisnet.org/ecis2010/56/> [Stand: 30.08.2013].

Lewis 2012

Lewis, G. A.: *The Role of Standards in Cloud-Computing Interoperability* (Technical Note CMU/SEI-2012-TN-012). Carnegie Mellon University, 2012.

Liu et al. 2011

Liu, F./Tong, J./Mao, J./Bohn, R./Messina, J./Badger, L./Dawn Leaf, D.: *NIST Cloud Computing Reference Architecture*, Gaithersburg, MD 2011. URL: http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=909505 [Stand: 30.08.2013].

Mell/Grance 2011

Mell, P./Grance, T.: *The NIST Definition of Cloud Computing – Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*, Gaithersburg MD 2011.

Metzger et al. 2011

Metzger, C./Reitz, T./Villar, J.: *Cloud Computing: Chancen und Risiken aus technischer und unternehmerischer Sicht*, München: Carl Hanser Verlag 2011.

Michels/Pölzl 2005

Michels, M./Pölzl, J.: *Der CIO – Verwalter oder Gestalter?*, 2005. URL: <http://www.ecin.de/strategie/rolle-cio/> [Stand: 30.08.2013].

Microsoft 2011a

Microsoft: *Cloud Computing: What IT Professionals Need to Know*, Redmond, WA 2011.

Microsoft 2011b

Microsoft: *Hyper-V Cloud Fast Track Program*, Redmond, WA 2011.

Ministry of Enterprise Energy and Communications Sweden 2009

Ministry of Enterprise Energy and Communications Sweden: *Broadband strategy for Sweden*, 2009.

Pfeiffer et al. 1991

Pfeiffer, W./Metze, G./Schneider, W./Amler, R.: *Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder* (6. Auflage), Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1991.

Plummer et al. 2008a

Plummer, D. C./Bittman, T. J./Austin, T./Cearley, D. W./Smith, D. M.: *Cloud Computing: Defining and Describing an Emerging Phenomenon*, 2008.

Plummer et al. 2008b

Plummer, D. C./Cearley, D. W./Smith, D. M.: *Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity*, 2008.

Plummer/Taylor 2012

Plummer, D./Taylor, P.: *The Business Landscape of Cloud Computing*, 2012.

Pring et al. 2010

Pring, B./Brown, R. H./Leong, L./Couture, A. W./Biscotti, F./Lheureux, B. J./Frank, A./Roster, J./Cournoyer, S./Liu, V. K.: *Forecast: Public Cloud Services, Worldwide and Regions, Industry Sectors, 2009–2014*, Stamford, CT: Gartner 2010. URL: <http://www.gartner.com/id=1378513> [Stand: 30.08.2013].

Repschlaeger et al. 2012

Repschlaeger, J./Wind, S./Zarnikow, R./Turowski, K.: *A Reference Guide to Cloud Computing Dimensions: Infrastructure as a Service Classification Framework* (45th Hawaii International Conference on System Sciences – HICSS), Maui, HI 2012, S. 2178–2188.

Stasko/Zhang 2000

Stasko, J./Zhang, E.: "Focus+context Display and Navigation Techniques for Enhancing Radial, Space-Filling Hierarchy Visualizations". In: *IEEE Symposium on Information Visualization 2000. INFOVIS 2000. Proceedings*, Salt Lake City, UT 2000, S. 57–65. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=885091> [Stand: 30.08.2013].

Statistics Canada 2011

Statistics Canada: *Gross Domestic Expenditures on Development in Canada (GERD), and the Provinces*, Ottawa: Kanada 2011. URL: <http://www.statcan.gc.ca/pub/88-221-x/88-221-x2011001-eng.pdf> [Stand: 21.10.2013].

Statistisches Bundesamt 2013

Statistisches Bundesamt: *Statistisches Jahrbuch. Deutschland und Internationales*, Wiesbaden 2013.

Stemmer et al. 2011

Stemmer, M./Holt Kamp, B./Königsmann, T.: *Cloud-orientierte Service-Marktplätze. Integrationsplattformen für Moderne Dienstleistungen und IT-Dienste*. White Paper, Dortmund 2011.

TanejaGroup 2011

TanejaGroup: *Market Profile – an Overview of the Cloud Market Vendor Landscape*, Hopkinton 2011.

Tapscott et al. 2000

Tapscott, D./Lowy, A./Ticoll, D.: *Digital Capital: Harnessing the Power of Business Webs*, Boston, MA: Harvard Business Review Press 2000.

THESEUS-Begleitforschung 2010

THESEUS-Begleitforschung: *Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation: Das Internet der Dienste*. Berlin 2010.

Torkashvan/Haghighi 2012.

Torkashvan, M./Haghighi, H.: "A Service Oriented Framework for Cloud Computing". In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Communication Systems – ICICS '12*, New York, NY: ACM 2012, S. 1 – 5. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2222444.2222469> [Stand: 30.08.2013].

Truong/Dustdar 2009

Truong, H.-L./Dustdar, S.: "On Analyzing and Specifying Concerns for Data as a Service". In: *Services Computing Conference, 2009 (APSCC 2009). IEEE Asia-Pacific 2009*.

Tsai et al. 2010

Tsai, W.-T./Sun, X./Balasooriya, J.: "Service-Oriented Cloud Computing Architecture". In: *2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations*, 2010, S. 684 – 689. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5501650> [Stand: 30.08.2013].

Vahldiek 2010

Vahldiek, A.: „Auslagern mit Diebstahlschutz: Persönliche Dateien sicher im Internet speichern". In: *c't 15/2010*, Vogel Verlag: Hannover 2010.

Vaquero et al. 2009

Vaquero, L. M./Rodero-Merino, L./Caceres, J./Lindner, M.: "A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition". In: *SIGCOMM Computer Communication Review*, 39:1, 2009, S. 50 – 55.

Varia 2010

Varia, J.: "Architecting for the Cloud: Best Practices". In: *Amazon Web Services* (Januar 2010), S. 1 – 23. URL: <https://jineshvaria.s3.amazonaws.com/public/cloudbestpractices-jvaria.pdf> [Stand: 30.08.2013].

Velten et al. 2013

Velten, C./Janata, S./Hille, M.: *Cloud Vendor Benchmark 2013 – Cloud Computing-Anbieter im Vergleich – Deutschland*, München: Experton Group AG 2013.

VMware 2010

VMware: "VMware vCloud Architecting a vCloud – Version 1.6 – Technical White Paper", Palo Alto, CA 2010.

Vossen et al. 2012

Vossen, G./Haselmann, T./Hoeren, T.: *Cloud-Computing für Unternehmen: Technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte*. Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH 2012, S. 243.

Wallraf et al. 2012

Wallraf, B./Weber, M./Dufft, N.: *Cloud Monitor 2012: Cloud-Computing in Deutschland – Status quo und Perspektiven*, 2012.

Wallraf/Weber 2013

Wallraf, B./Weber, M.: *Cloud-Monitor 2013. Cloud-Computing in Deutschland – Status quo und Perspektiven* (KPMG, BITKOM), 2013.

Weber 2009

Weber, M.: *Cloud Computing – Evolution in der Technik, Revolution im Business. BITKOM-Leitfaden*, Berlin: BITKOM 2009.

Wilkins et al. 2011

Wilkins, M./Bennett, S./Baty, J./Anbarusu, A. K./Carlson, M./Lee, M.: *Oracle Cloud Reference Architecture – Cloud Foundation Architecture, Release 3.0.*, Redwood Shores, CA.: Oracle 2011.

Wollersheim/Krcmar 2013

Wollersheim, J./Krcmar, H.: "Purchasing Processes for Cloud Services – An Exploratory Study of Process Influencing Factors". In: *22nd Annual IPSERA Conference*, Nantes 2013, S. 1285 – 1295.

Youseff et al. 2008

Youseff, L./Butrico, M./Da Silva, D.: "Toward a Unified Ontology of Cloud Computing". In: *Grid Computing Environments Workshop, 2008, GCE '08*, Santa Barbara, CA 2008, S. 1 – 10. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4738443> [Stand: 30.08.2013].

ZDW 2011

Forschung & Entwicklung – Zeitschrift Der Wissenschaftsstatistik Im Stifterverband. 2011. Essen.

ANHANG I: ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG RELEVANTER ORDNUNGSRAHMEN UND REFERENZ- ARCHITEKTUREN

Bei der Analyse der gesichteten Ordnungsrahmen und Referenzarchitekturen für Cloud Computing – nachfolgend als Referenzkontexte bezeichnet – wird deutlich, dass gerade die herstellereinspezifischen Arbeiten keine allgemeinen Modelle für Cloud Computing darstellen. Häufig ist bei diesen unklar, ob es sich um ein strukturierendes übergeordnetes Modell oder eine spezifische Instanz eines solchen Modells handelt. Bei den herstellereinspezifischen und auch den wissenschaftlichen Arbeiten werden häufig bestimmte Aspekte sehr gründlich beleuchtet, während andere nicht näher ausgeführt werden.

Die folgenden Abschnitte fassen die Sichtung der verschiedenen Referenzkontexte zusammen. Daran schließt sich die Analyse an, die die in 2.2 vorgestellte Taxonomie für Cloud-Dienste motiviert.

REFERENZKONTEXTE VON BEHÖRDEN UND VERBÄNDEN

Der durch NIST aufgestellte Referenzkontext wurde als herstellereinspezifische Referenzbeschreibung für Cloud Computing geschaffen und bildet die Grundlage für viele weitere Kontexte.³¹⁰ Bei dieser Beschreibung stehen die einzelnen Teilnehmer und ihre Rollen am Markt im Vordergrund. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem Provider und den Funktionen, die dieser im Rahmen des Cloud Computings wahrnimmt. Alle anderen Rollen sind deutlich weniger ausdefiniert. Verzichtet wurde auf eine Beschreibung von möglichen Erlösmodellen für Dienstleister. Weiterhin wurden Punkte wie Reputation oder die Vertrauensbasis zwischen Anbieter und Konsument nicht aufgegriffen. Portabilität und Interoperabilität werden nur eingeschränkt betrachtet und sind aufseiten des Anbieters verortet. Dienstqualitäten

werden ebenfalls kaum berücksichtigt, sodass sich Anbieter und Konsumenten allein auf Basis dieses Beschreibungsmodells nicht auf ein Qualitätsniveau verständigen können. Hybride Clouds und Community Clouds wurden berücksichtigt. Zusammenfassend lässt sich der NIST-Referenzkontext als Grundlage für Rollen und die mit ihnen verbundenen Tätigkeiten für Cloud Computing bezeichnen. Essenzielle Punkte der Dienstbeschreibung für die Nutzer werden jedoch nicht ausreichend adressiert, da der Fokus klar auf der Anbieterseite liegt.

Der von Garnter aufgestellte Referenzkontext wird ebenso wie das Modell des NIST häufig als Grundlage für weitere Arbeiten verwendet.³¹¹ Es unterscheidet zwischen der Skalierbarkeit und der Elastizität von Diensten und berücksichtigt Virtualisierung als einen wichtigen Aspekt zur Realisierung von Cloud-Diensten. Skalierbarkeit wird dabei als die Fähigkeit gesehen, den Bedarf der Anwender abzudecken, während Elastizität die Fähigkeit bezeichnet, die Dienstenutzung skalieren zu können, ohne die Wirtschaftlichkeit des Geschäftsmodells zu gefährden. Der Referenzkontext berücksichtigt drei Arten der Bereitstellung (Public, Private, Hybrid) und drei Rollen (Broker, Anbieter, Nutzer). Zudem werden Hauptcharakteristiken von Cloud-Diensten definiert (Skalierbarkeit und Elastizität, Internetbasierung, Verbrauchsmessung, Dienstbasierung, Dienstteilung). Andere Aspekte werden nicht im Detail behandelt.

Der durch die BITKOM aufgestellte Referenzkontext basiert auf dem des NIST.³¹² Entsprechend weist er eine ähnliche Ausrichtung auf die Anbieterseite auf. Der Fokus liegt dabei auf einer Erweiterung um Vertragsrecht, Datenschutz, Informationssicherheit und Compliance. Auch in diesem Referenzkontext findet sich keine Berücksichtigung von Erlösmodellen sowie der Reputation und Vertrauensbasis

³¹⁰ Liu et al. 2011; Mell/Grance 2011.

³¹¹ Cearley/Reeves 2011; Plummer/Taylor 2012; Plummer et. al. 2008a; Plummer et al. 2008b.

³¹² Weber 2009.

zwischen Anbieter und Konsument. Zusätzlich verzichtet die BITKOM auf die eigene Definition von Rollen. Mit Business Process as a Service (BPaaS) wird eine ergänzende Serviceart und mit der Vertical Cloud ein neues Modell für die Erbringung von Cloud-Diensten eingeführt. Darüber hinaus werden Erfolgsfaktoren definiert, die auch Punkte enthalten, die in SLA behandelt werden könnten.

HERSTELLERSPEZIFISCHE REFERENZKONTEXTE

Die industriellen Referenzkontexte lassen sich in drei Klassen unterscheiden:

- Referenzkontexte, die den Referenzkontext des NIST als Grundlage nehmen
- Referenzkontexte, die eine Beschreibung von Gartner als Grundlage nehmen
- Eigenständige Referenzkontexte

Diese werden in Tabelle 14 zusammengefasst und im Folgenden klassifiziert.

Auf Grundlage des Referenzkontexts des NIST haben IBM und ORACLE eigene Referenzkontexte vorgestellt. Der von ORACLE aufgestellte ist sehr spezifisch für die eigene Produktlinie, wobei unklar bleibt, ob wirklich ein Referenzkontext oder nur eine Instanz beschrieben wurde.³¹³ Die Autoren des IBM-Referenzkontexts sind ebenfalls von der Beschreibung des NIST ausgegangen, haben diese jedoch stark erweitert.³¹⁴ Hervorzuheben sind die Erweiterung um Betriebs- und Geschäftsunterstützung als Aspekte des Cloud-Managements bei den Providern. Weiterhin wurde BPaaS als zusätzliches Dienstmodell eingeführt und die Dienstqualität unabhängig von einzelnen Rollen

beschrieben. Allerdings fehlt eine Beschreibung weiterer angrenzender Themen wie die bereits erwähnten Erlösmodelle, Reputation oder Vertrauensbasis.

Auf Grundlage der durch Gartner aufgestellten Beschreibungen von Cloud Computing haben Google, VMware und Amazon eigene Referenzkontexte erarbeitet. Google nimmt eine allgemeine Definition von Cloud Computing als gegeben an, legt jedoch einen individuellen Schwerpunkt auf den Themenbereich Sicherheit.³¹⁵ VMware beschreibt den eigenen Referenzkontext, ohne explizit verschiedene Rollen zu nennen, jedoch mit starkem Fokus auf die Anbieterseite.³¹⁶ Der Schwerpunkt liegt dabei auf der technischen Realisierung mittels Virtualisierung und dem Aufbau von Cloud Computing-Infrastrukturen. Dabei wird klar zwischen der Bereitstellung und dem Management der Infrastruktur unterschieden. Amazon beschreibt den Referenzkontext für die Amazon Web Services ebenfalls ohne die explizite Nennung von Rollen.³¹⁷ Der Fokus liegt hier auf dem Dienstangebot von AWS. Die physische Infrastruktur wird nicht betrachtet. Als Dienstmodelle werden ausschließlich Infrastructure as a Service (IaaS) und Platform as a Service (PaaS) angegeben, und für die Erbringung von Cloud-Diensten werden Private, Hybrid und Community Clouds ausgeklammert. Der Kontext beschreibt ausführlich die Vorteile, die durch die Nutzung der AWS-Infrastruktur entstehen sollen.

Unabhängig von Definitionen Dritter haben Hewlett-Packard und Microsoft Referenzkontexte für Cloud Computing beschrieben. Hewlett-Packard beschreibt Cloud Computing ausschließlich mit Bezug zu eigenen Produkten aus der Reihe „Cloud System Products“ und führt im Fall von SaaS Management und Aggregation als notwendige Aspekte auf.³¹⁸ Auch stellt Hewlett-Packard seine Dreischichtenarchitektur in den Mittelpunkt der

³¹³ Datta/Gupta 2011; Wilkins et al. 2011.

³¹⁴ Behrendt et al. 2011.

³¹⁵ Chun 2012; Google 2011.

³¹⁶ VMware 2010.

³¹⁷ Varia 2010.

³¹⁸ HP 2011.

Betrachtung. Alle Funktionalitäten und Rollen gruppieren sich um die genannten drei Ebenen, wobei Rollen und Funktionen nicht deutlich voneinander getrennt werden. Die Beschreibung des Referenzkontexts durch Microsoft nimmt ebenfalls starken Bezug auf die eigenen Produkte.³¹⁹ Analog zu VMware liegt der Fokus auf dem Aufbau von Cloud-Infrastrukturen mittels Virtualisierung. Microsoft hat den Entwickler dabei als zusätzliche Rolle aufgenommen und Anforderungen zum Aufbau einer Cloud-Infrastruktur berücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich für die Referenzkontexte aus der Wirtschaft feststellen, dass zumeist die eigene Produktlinie im Vordergrund steht. Die einzige Ausnahme scheint an dieser Stelle IBM zu sein, das den eigenen Referenzkontext zur Standardisierung und Diskussion bei der Open Group eingereicht hat, wobei keine offensichtlichen Bezüge zu IBM-eigenen Produkten bestehen.³²⁰

WISSENSCHAFTLICHE REFERENZKONTEXTE

Die meisten wissenschaftlichen Referenzkontexte untersuchen bestimmte Aspekte des Cloud Computings sehr gründlich, während andere nicht näher ausgeführt werden. Dies kann damit begründet werden, dass die Kontexte hinsichtlich einer spezifischen Fragestellung aufgespannt und daher nur so weit ausgeführt werden, wie es für deren Beantwortung notwendig ist.

In dem Referenzkontext von Vaquero et al. wurden verschiedene Definitionen für Cloud Computing konsolidiert.³²¹ Trotzdem fehlt es an wichtigen Elementen. So wird beispielsweise die Rolle des Brokers nicht berücksichtigt. Andere Aspekte wie zum Beispiel die technische Realisierung

(Virtualisierung), das Erlösmodell (Pay-per-Use) und die SLA werden nur angesprochen, aber nicht weiter ausgeführt.

Der Referenzkontext Service-Oriented Cloud Computing Architecture (SOCCA) von Tsai et al. konzentriert sich auf Dienste rund um Storage, Computing und Communication und bietet hierfür eine Ontologie und Entwicklungshinweise.³²² Es fehlt aber zum Beispiel an Modellen für Rollen und Ertragsmöglichkeiten.

Der Referenzkontext Unified Ontology of Cloud Computing (UOCC) von Youseff et al. generalisiert den Servicetyp von Cloud-Diensten zwar unter dem Begriff XaaS, geht auf der anderen Seite aber nicht über die technische Sicht hinaus, zum Beispiel bezüglich Rollen- oder Erlösmodellen.³²³ Der Fokus liegt ausschließlich auf der ereignisbasierten Service-orchestrierung bis hin zur Optimierung von Ausführungsplänen und Auslastungen.

Ähnlich wie Tsai et al. stellen Torkashvan und Haghighi in ihrem Referenzkontext eine eigene Service-orientierte Cloud Computing-Architektur vor.³²⁴ Diese basiert auf der Cloud Computing Reference Architecture des NIST. Als Kern des Referenzkontexts wird der Servicetyp Intelligence as a Service (INaaS) eingeführt, der zwischen SaaS und PaaS liegen soll und die Aufgabe besitzt, Ereignisse (Events) zu erkennen, zugehörige Aufgaben (Tasks) zu extrahieren, die zur Ausführung der Tasks notwendigen Dienste aufzurufen und die Ergebnisse an die registrierten Nutzer weiterzugeben. Neben dem Servicetyp werden in dem Referenzkontext jedoch kaum weitere Aspekte betrachtet.

Bei den Referenzkontexten von Tsai et al., Youseff et al. und Torkashvan und Haghighi ist festzustellen, dass sie konkrete Mechanismen zur Implementierung von

³¹⁹ Microsoft 2011a; Microsoft 2011b.

³²⁰ <http://stage.vambenepe.com/archives/1761>; <http://www.opengroup.org/london2011/schuneman-kreger.htm> [Stand: 31. 10. 2012].

³²¹ Vaquero et al. 2009.

³²² Tsai et al. 2010.

³²³ Youseff et al. 2008.

³²⁴ Torkashvan/Haghighi 2012.

mehrmandantenfähigen Diensten betrachten. Auf der anderen Seite fehlt es den Modellen an weiteren Aspekten, wie zum Beispiel der Berücksichtigung von Mashup as a Service (MaaS), aus dem sich der Servicetyp BPaaS ableiten lässt.

Die Arbeit von Vaquero et al. enthält eine frühe Konsolidierung verschiedener Definitionen des Cloud Computings und kann als wichtiger Meilenstein für die akademische Welt betrachtet werden. Trotz alledem werden einige wichtige Aspekte des Cloud Computings entweder nur angesprochen oder gar nicht diskutiert. Zum Beispiel fehlt die Rolle des Brokers, und SLA sowie Ertragsmodelle werden nur erwähnt.

Der von Vossen et al. aufgespannte Referenzkontext ist der Einzige aus dem wissenschaftlichen Umfeld, der Cloud Computing umfassend beschreibt.³²⁵ Es wurden Servicetypen, Bereitstellungsmodelle, Ertragsmodelle, Rollen, Integrationsvarianten, SLA und Sourcing-Modelle berücksichtigt. Der grundsätzliche Aufbau und das Rollenmodell basieren auf dem Referenzkontext des NIST, es wurden jedoch umfassende Erweiterungen und Anpassungen vorgenommen, um speziell den Bedürfnissen des deutschen Marktes gerecht zu werden. Auch wurde die Reputation als Aspekt des Providers modelliert, um Konsumenten in die Lage zu versetzen, Provider zu bewerten. An einigen Stellen werden jedoch allgemeine Aspekte speziell nur unter bestimmten Rollen diskutiert, wie zum Beispiel die Betrachtung der Reputation ausschließlich bezogen auf die Rolle des Providers. An der unterschiedlichen Tiefe und Breite der Äste im erhobenen Feature-Modell ist erkennbar, dass bestimmte Aspekte ausführlicher adressiert werden als andere.

Der Referenzkontext von Garrison et al. berücksichtigt zwar nur ein einfaches Modell von Cloud Computing

bezüglich Rollenmodell, Dienstarten und Dienstbereitstellung, unterscheidet aber zwischen der tatsächlichen Auslieferung von Diensten und dem Vermögen, überhaupt Dienste bereitstellen zu können.³²⁶ Eine Besonderheit ist dabei, dass das Vertrauen zwischen Kunde und Anbieter als Teil des Beziehungsvermögens eines Unternehmens modelliert wurde.

ANALYSE DER GESICHTETEN ORDNUNGSRAHMEN UND REFERENZARCHITEKTUREN FÜR CLOUD COMPUTING

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Aspekte der einzelnen Referenzkontexte diskutiert. Hierbei ist festzustellen, dass der Referenzkontext des NIST als Grundlage für einige weitere untersuchte Referenzkontexte dient.³²⁷ IBM und Oracle zitieren das Modell des NIST ausdrücklich zur Motivation der eigenen Interpretation.³²⁸ Auch für Vossen et al. dient das NIST-Referenzmodell als Basis; dessen Rollen sowie die entsprechenden Aufgaben wurden übernommen.³²⁹ Die meisten anderen Modelle mit Bezug zur Wirtschaft arbeiten mit gleichen Rollen- und Aufgabenmodellen.

Gartner hat einige Definitionen zum Cloud Computing veröffentlicht.³³⁰ Während Gartner jedoch kein explizites Referenzmodell zur Verfügung stellt, dienen die Definitionen als Basis für Google, Amazon, VMware und weitere. In der Arbeit von Garrison et al. werden sowohl die Definitionen des NIST als auch von Gartner verwendet.³³¹

Unabhängige Ansätze werden von Hewlett-Packard und Microsoft,³³² aber auch von akademischen Modellen verfolgt.

³²⁵ Vossen et al. 2012.

³²⁶ Garrison et al. 2012.

³²⁷ Liu et al. 2011; Mell/Grance 2011.

³²⁸ Behrendt et al. 2011; Datta/Gupta 2011; Wilkins et al. 2011.

³²⁹ Vossen et al. 2012.

³³⁰ Cearley/Reeves 2011; Plummer/Taylor 2012; Plummer et al. 2008a; Plummer et al. 2008b.

³³¹ Garrison et al. 2012.

³³² HP 2011; Microsoft 2011a; Microsoft 2011b.

Die Arbeiten von Vaquero et al. und Youseff et al. konsolidieren existierende Definitionen.³³³

entwickelten sich aus der Sichtweise der Dienstorientierung im Rahmen Service-orientierter Architekturen.³³⁴

Einige Ansätze, um Cloud Computing zu beschreiben, wie beispielsweise Torkashvan und Haghighi oder Tsai et al.,

Tabelle 14 fasst die durch die jeweiligen Referenzkontexte abgedeckten Cloud-Aspekte zusammen.

Tabelle 14: Abdeckung von Cloud-Dienstaspekten durch die erhobenen Referenzkontexte

REFERENZKONTEXTE	SERVICETYPEN	BEREITSTELLUNGSMODELLE	ERTRAGSMODELLE	ROLLEN	VARIANTEN DER DIENSTINTEGRATION	SOURCING-OPTIONEN	SERVICE LEVEL AGREEMENTS	DIENSTBRINGENDE ORGANISATION	CLOUD-DIENSTCHARAKTERISTIKEN
NIST CCRA	●	●	○	●	●	○	●	○	●
GARTNER	○	●	○	●	○	○	●	●	●
BITKOM	●	●	●	●	●	●	●	○	●
VMWARE	●	●	○	○	○	○	○	○	●
ORACLE	●	●	○	●	●	○	●	○	●
IBM CC RA	●	●	○	●	●	○	●	○	●
AMAZON AWS	●	●	○	○	○	○	●	○	●
MICROSOFT	●	●	○	●	●	●	●	●	○
GOOGLE	●	●	○	●	●	○	●	○	●
HEWLETT PACKARD	●	●	○	●	○	○	○	○	○
GARRISON ET AL.	●	●	○	●	○	○	○	●	○
VOSSEN ET AL.	●	●	●	●	●	●	●	●	●
TORKASHVAN UND HAGHIGHI	●	●	○	●	●	○	●	○	●
VAQUERO ET AL.	●	○	●	●	○	○	●	○	●
SOCCA	●	○	○	○	○	○	○	○	●
UOCC	●	○	○	○	○	○	○	○	○

Abdeckung der Themenbereiche: ● größtenteils abgedeckt, ● teilweise abgedeckt, ○ nicht abgedeckt/lediglich erwähnt

³³³ Vaquero et al. 2009; Youseff et al. 2008.

³³⁴ Torkashvan/Haghighi 2012; Tsai et al. 2010.

Tabelle 15 zeigt den unterschiedlichen Abstraktionsgrad der Referenzkontexte, die Art der Formalisierung und ob der Referenzkontext ein Derivat oder eine Aggregat bestehender Referenzkontexte ist. Wie die Tabelle zeigt, unterscheiden sich die einzelnen Referenzkontexte zusammengefasst in drei Punkten:

- Unterschiedlicher Abstraktionsgrad: Beschreibt der betrachtete Referenzkontext einen oder mehrere konkrete Cloud-Dienstangebote (Instanzen), liegt eine generische Beschreibung von Dienstangeboten vor (Metamodell) oder werden einzelne Aspekte im Detail (Aspekte) diskutiert?

- Verschiedene Typen der Formalisierung: Wie wird der betreffende Referenzkontext beschrieben? Typische Beispiele sind zum Beispiel Taxonomien, Blockdiagramme, Ontologien, Listen und Fließtext.
- Derivat: Ist der betreffende Referenzkontext unabhängig, basiert er auf einem anderen Referenzkontext oder aggregiert er verschiedene Arbeiten Dritter?

Wie Tabelle 15 zeigt, sind die meisten Referenzkontexte informell, was die Vergleichbarkeit erschwert und Raum für ungewollte Interpretationen lässt. Der Mangel an einem formalen und verständlichen Beschreibungsmodell als kuratierte Aggregation der Arbeiten motivierte die Synthese eines eigenen Referenzkontexts im Projekt „Future Business Clouds“.

Tabelle 15: Charakteristika der gesichteten Referenzkontexte

REFERENZKONTEXT	ABSTRAKTIONSGRAD			TYP DER FORMALISIERUNG	DERIVAT
	META-MODELL	INSTANZ	ASPEKTE		
NIST CCRA	●			○	
GARTNER	●			○	
BITKOM	●			○	Basiert auf NIST
VMWARE		●		○	Referenz auf Gartner
ORACLE		●		○	Basiert auf NIST
IBM CC RA	●			●	Basiert auf NIST
AMAZON AWS		●		●	Referenz auf Gartner
MICROSOFT		●		○	
GOOGLE		●		○	Referenz auf Gartner
HEWLETT PACKARD		●		○	
GARRISON ET AL.			●	○	Referenz auf NIST
VOSSSEN ET AL.	●			○	Basiert auf NIST
TORKASHVAN UND HAGHIGHI			●	○	Basiert auf NIST
VAQUERO ET AL.			●	○	
SOCCA			●	●	
UOCC			●	●	

Abstraktionsgrad: ● zugeordnet; Formalisierung: ● formal spezifiziert, ● teilweise formal spezifiziert, ○ informell (zum Beispiel Fließtext)

ANHANG II: SYNTHESE EINES KONSOLIDIERTEN REFERENZKONTEXTES

Auf Grundlage der in Anhang I: Ergebnisse der Untersuchung relevanter Ordnungsrahmen und Referenzarchitekturen vorgestellten und analysierten Referenzmodelle und der durchgeführten Diskussion wurde ein konsolidiertes Modell entwickelt, um Cloud-Dienste einheitlich beschreiben zu können. Dieses Modell stellt eine allgemeine Beschreibungsgrundlage für Cloud-Dienste für alle Rollen zur Verfügung, inklusive Dienstnutzer, denen oft grundlegendes Wissen über Cloud-Dienste fehlt.³³⁵ Des Weiteren ist – selbst wenn ein grundlegendes Verständnis angenommen wird – die einheitliche Argumentationstiefe und -breite des Modells eine Grundlage für den Vergleich von Cloud-Diensten. Die Herleitung des konsolidierten FBC-Referenzmodells wird im Folgenden erläutert. Die finale Taxonomie befindet sich im Abschnitt 2.2.

Entsprechend der Diskussion der gesichteten Referenzkontexte in Anhang I orientiert sich der konsolidierte Referenzkontext an folgenden neun Dienstaspekten: Servicetyp, Bereitstellungsmodell, Ertragsmodell, Rolle, Integration, Sourcing, SLA, dienstbringende Organisation und Cloud-Dienstcharakteristik.

DIENSTTYP (SERVICE TYPE)

Die Trennung zwischen SaaS, PaaS und IaaS kann in den meisten anderen Arbeiten wie der des NIST sowie in den wissenschaftlichen Referenzmodellen gefunden werden, wohingegen der Referenzkontext und MaaS von Vossen et al. als Mischform unterschiedlicher Servicemodelle definiert werden. Als wichtige, eigenständige Mischform wurde Business Process as a Service (BPaaS) aus den Referenzkontexten von IBM und BITKOM als optionales Feature unter MaaS übernommen. In BPaaS werden konkrete Geschäftsanwendungen wie beispielsweise das Customer Relationship Management als Standardanwendungen zur Verfügung gestellt.³³⁶

BEREITSTELLUNGSMODELL (DEPLOYMENT)

Die Beschreibung der Bereitstellungsmodelle richtet sich nach der Vorgabe des NIST und übernimmt Public, Private, Hybrid und Community Cloud. Zusätzlich wird Virtual Private Cloud als Möglichkeit berücksichtigt, Eigenschaften einer Private Cloud mittels Public Cloud-Diensten zu gewährleisten. Dies erfolgt in Anlehnung an die Referenzkontexte von Amazon und Google. Sowohl Amazon als auch Google offerieren solche Angebote. Hierbei werden Cloud-Dienste mit den gleichen Dienstgarantien wie in privaten Clouds in öffentlichen Clouds realisiert.

ERTRAGSMODELL (PRICING)

Ertragsmodelle werden in den betrachteten Referenzkontexten häufig vernachlässigt und finden sich nur in der Arbeit von Vossen et al., deren Features übernommen wurden.³³⁷ Im Unterschied zu dem Referenzkontext von Vossen et al. werden jedoch keine festen Ertragskombinationen vorab festgelegt, da es den Dienstanbietern selber überlassen bleiben soll, welche Ertragsmodelle sie in welcher Art und Weise kombinieren. Betrachtet werden die freie Nutzbarkeit, die nutzungsbasierte Abrechnung, die einheitenbasierte Abrechnung sowie eine abonnementweise Vergütung. Diese sind frei kombinierbar, sodass Anbieter und Nutzer die Möglichkeit haben, ein passendes Gesamtertragsmodell zu wählen.

ROLLE (ROLE)

Rollen und ihre Aktivitäten sind im Wesentlichen aus den Referenzmodellen des NIST und von IBM abgeleitet, wobei die Arbeiten von Vaquero et al. und Youseff et al. ähnliche Rollenkonzepte aufweisen.³³⁸ Die technischen Details und

³³⁵ Citrix 2012.

³³⁶ Höing et al. 2009.

³³⁷ Vossen et al. 2012.

³³⁸ Liu et al 2011, Behrendt et al. 2011, Vaquero et al. 2009, Youseff et al. 2008.

die Dienstanforderungen sind in getrennten Teilmodellen vorzufinden, sodass diese nicht länger an spezielle Rollen gebunden sind. Im Unterschied zur NIST wurden Aktivitäten direkt unter den Rollen modelliert, da Aktivitäten stets einen Bezug zu der durchgeführten Rolle aufweisen.

DIENTSINTEGRATION (INTEGRATION)

Integration befindet sich in verschiedenen Referenzkontexten. Bei Vossen et al. wird dies unter dem Begriff Integrationsvarianten zusammen mit Anforderungen geführt.³³⁹ Im Falle der BITKOM ist Integration ein Teil der Erfolgsfaktoren und bei IBM liegt die Verantwortung alleine bei dem Konsumenten.³⁴⁰ Die konsolidierten Integrationsaspekte betreffen sowohl die Nachfrage- als auch Angebotssicht und wurden von Rollen und Erfolgsfaktoren entkoppelt.

SOURCING

Sourcing-Optionen betreffen den Betrieb und die Installation einer Cloud-Infrastruktur. Diese Optionen sind beliebig kombinierbar und stehen in direktem Zusammenhang mit dem gewählten Bereitstellungsmodell. Die Features sind der Arbeit von Vossen et al. entlehnt, befinden sich aber auch in anderen Arbeiten.³⁴¹

SERVICE LEVEL AGREEMENT

SLA werden ausführlich in den Arbeiten von Vossen et al. und Vaquero et al. diskutiert.³⁴² In anderen Referenzkontexten wie dem des NIST oder IBM sind Teile von SLA den

Rollen des Konsumenten oder des Anbieters zugeordnet, was eine gesamte und losgelöste Betrachtung erforderter oder garantierter SLA erschwert.³⁴³ Mit der hier dargelegten Beschreibung von SLA sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche jedoch für jeden konkreten Geschäftsfall individuell gestaltet werden müssen.

DIENTSTERBRINGENDE ORGANISATION (ORGANIZATION)

Diese Aspekte werden im erarbeiteten Referenzkontext in Anlehnung an die Arbeit von Garrison et al. aufgenommen. Demnach müssen Unternehmen die Möglichkeit haben, ihre Reputation (externe Sicht) festzusetzen und ihr Leistungsvermögen (interne Sicht) zu bewerten, um Vertrauen zu schaffen.³⁴⁴

CLOUD-DIENSTCHARAKTERISTIK (CHARACTERISTIC)

Die Cloud-Charakteristiken stammen aus der Cloud-Referenzarchitektur des NIST und finden sich in vielen Modellen wieder. Die NIST unterscheidet bei der Realisierung der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen (Resource Pooling) Mehrbenutzerfähigkeit und Virtualisierung.³⁴⁵ Diese Features wurden übernommen.

ZUSAMMENFASSUNG

Abschließend lässt sich festhalten, dass der entwickelte FBC-Referenzkontext bisherige Arbeiten zur Beschreibung und Klassifizierung von Cloud-Dienstangeboten konsolidiert.

³³⁹ In Anlehnung an Vossen et al. wird hier unter dem Begriff der Dienstintegration auch die Interoperabilität von Cloud-Diensten berücksichtigt.

³⁴⁰ Weber 2009; Behrendt et. al. 2011.

³⁴¹ Vossen et al. 2012.

³⁴² Vossen et al. 2012; Vaquero et al. 2009.

³⁴³ Mell/Grace 2011; Behrendt et. al. 2011.

³⁴⁴ Garrison et. al. 2012.

³⁴⁵ Mell/Grance 2011; Chadha/Bajpai 2012; Vaquero et al. 2009; Vossen et al. 2012.

Die betrachteten Teilmodelle zu Diensttypen, Bereitstellung, Ertragsmöglichkeiten, Dienstintegration, Sourcing, Service Level Agreements, Reputation und Vermögen der dienstbringenden Organisation sowie Cloud-Dienstcharakteristiken decken alle relevanten Aspekte der von uns gesichteten Arbeiten ab, die für die Betrachtung und Bewertung von Cloud-Dienstangeboten notwendig sind.

Weiterführende Erhebungen können hinsichtlich der Integrationsaspekte durchgeführt werden. Der Referenzkontext beschränkt sich hier auf klassische IKT-Aspekte. Eine Erweiterung kann zum Beispiel notwendig sein, wenn rechtliche Aspekte des Cloud-Computings eine besondere Art der Differenzierung zum Beispiel im Hinblick auf

die verwendeten Daten erfordern. Reine rechtliche oder sonstige regulatorische Anforderungen an Cloud-Dienste werden dabei ausdrücklich nicht als Teil des FBC-Referenzkontexts gesehen, sondern als Rahmenbedingungen, gegen die Instanzen des FBC-Referenzkontexts als konkrete Beschreibungen eines Cloud-Dienstangebots durch entsprechende Experten geprüft werden müssen.

Zukünftig werden aufbauend auf dem vorliegenden Referenzkontext innerhalb des Projekts Future Business Clouds Anwendungsszenarien identifiziert und unter Verwendung von Instanzen des Referenzkontexts näher untersucht. Der Referenzkontext bildet dabei die Grundlage für eine einheitliche Betrachtung und Bewertung.

ANHANG III: IDENTIFIKATION ADRESSIERTER ANFORDERUNGEN ANHAND NATIONALER PROJEKTE

TECHNOLOGIEPROGRAMM TRUSTED CLOUD

<http://trusted-cloud.de/de/1294.php>
<http://trusted-cloud.de/de/1496.php>

Die „Trusted Cloud“-Initiative umfasst 14 Projekte in den Schwerpunktgebieten Entwicklung von Basistechnologien und Anwendungen für Industrie und Handwerk, des Gesundheits- sowie öffentlichen Sektors. Die Initiative soll Vorteile von Cloud Computing anhand konkreter Pilotanwendungen der enthaltenen Projekte verdeutlichen. Dadurch sollen Leuchttürme entstehen, deren Lösungen auch auf andere Einsatzgebiete übertragbar sind und generelle Zweifel am Nutzen von Cloud Computing ausräumen. Die Zielsetzung einer sicheren, interoperablen Cloud-Landschaft mit einfach verwendbaren, kombinierbaren und austauschbaren Diensten führt zu den Anforderungen der Interoperabilität zwischen Diensten, der Gewährleistung von Sicherheit und gegebenenfalls zu der Dienstmodellierung durch Fachanwender oder Endnutzer. Die Gewährleistung von IT-Sicherheit, Datenschutz und die Klärung von Recht und Regeln werden direkt als Anforderungen in der Projektbeschreibung genannt, und entsprechende Unsicherheiten und Ängste sollen abgebaut werden. Diese Anforderungen wurden bei der Auswahl der im Rahmen von Trusted Cloud initiierten Projekte vermutlich berücksichtigt, um mit der Initiative alle Anforderungen abzudecken. Die Schwerpunkte Standards für interoperable Cloud-Landschaften, Sicherheit und Verlässlichkeit und die Klärung des rechtlichen Rahmens werden im Kompetenzzentrum, der Begleitforschung zur Initiative, zudem gebündelt abgearbeitet. In den einzelnen Projekten gibt es jedoch je nach Domäne noch unterschiedliche oder zusätzliche Anforderungen. Als zusätzliche wichtige Anforderungen wurden die Steigerung des Informationsangebots und das Aufbrechen des Vorurteils „Cloud Computing sei unsicher“ festgehalten.

MIA

<http://www.mia-marktplatz.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1447.php>

Im Projekt „MIA“ wird ein prototypischer Marktplatz für Informationen und Analysen entwickelt. Eine Anforderung ist hierbei die Aufrechterhaltung der Kommunikation mit kurzen Datenzugriffs- und Ausführungszeiten auch für hohe Datenmengen. Dienstmodellierung soll durch den Marktplatzteilnehmer durch Kombination von Daten und Algorithmen erfolgen können. Die spezifischen Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit am Standort Deutschland für die Branchen Medien, Marktforschung und Beratung werden berücksichtigt. Weiterhin wurden Anforderungen bezüglich Elastizitätsgewährleistung, Bewältigung des Lastmanagements und Informationsangebotssteigerung als wichtig notiert.

MIMOSECCO

<http://www.mimosecco.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1381.php>

Das Projekt „MimoSecco“ entwickelt eine Middleware für vertrauensvolles Datenmanagement im Cloud Computing. Hierzu soll die Sicherheit von Drittanwendungen gewährleistet und ein zuverlässiges Rechtemanagement umgesetzt werden. Neben Konzepten für die sichere Datenverbindung werden auch solche für die sichere Datenhaltung entwickelt, um Vertraulichkeitsanforderungen des Besitzers sicherzustellen und damit zur Verringerung von Datenverlust, Know-how-Verlust- und Kontrollverlustängsten beizutragen. Die Einhaltung beziehungsweise Klärung von Recht und Regeln ist zusätzlich adressiert.

SEALED CLOUD

<http://www.sealedcloud.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1639.php>

Im Projekt „Sealed Cloud“ werden Daten in der Cloud besonders mit dem Ziel geschützt, das Vertrauen von Unternehmen in Cloud Computing zu stärken. Durch eine spezielle Versiegelung wird ein abgeschlossenes Silo geschaffen, auf dem Daten unverschlüsselt liegen und damit weiterverarbeitet werden können, um die Verringerung von Datenverlust-, Know-how-Verlust- und Kontrollverlustängsten zu forcieren. Die Privatsphäre sollen so geschützt und der Datenschutz und gegebenenfalls die rechtliche Sicherheit sichergestellt werden.

SKIDENTITY

<http://www.skidentity.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1645.php>

Das Projekt „SkIDentity“ verbindet sichere elektronische Ausweise (eID) mit Cloud-Diensten, um vertrauenswürdige Identitäten bereitzustellen und damit Sicherheit zur gewährleisten. Die Identitätsinfrastruktur wird in breitenwirksamen Pilotprojekten erprobt, die Leuchttürme darstellen sollen. Die rechtskonforme Umsetzung beinhaltet die Klärung von Recht und Regeln zur Verwendung der eID. Mittels eines eID-Brokers können auch bestehende existierende elektronische Ausweise wie Inhouse-Lösungen zum Einsatz kommen und sichere Authentisierungsdienste aus der Cloud bezogen werden.

VALUE4CLOUD

<http://www.value4cloud.de>
<http://trusted-cloud.de/de/1651.php>

Das Projekt „Value4Cloud“ soll das Vertrauen in Cloud Computing durch marktunterstützende Mehrwertdienste steigern. Dazu wird das Informationsangebot zu Diensten gesteigert, indem die Dienste kategorisiert, gebenchmarkt und bewertet werden, um dem Bedarf der Nutzer entsprechende Dienste auffindbar zu machen. Außerdem wird die rechtliche Zulässigkeit bewertet und während der Erstellung von Diensten die rechtskonforme Servicegestaltung begleitet, inklusive Fragen des Datenschutzes und der Haftung.

CLOUD4E

<http://www.cloud4e.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1699.php>

Im Projekt „Cloud4E“ sollen flexible Simulationslösungen in der Cloud umgesetzt werden. Die zur Berechnung benötigten Ressourcen sollen flexibel zugewiesen und nur notwendige Ressourcen verwendet werden. Folglich muss Elastizität gewährleistet und das Lastmanagement bewältigt werden. Durch die Entwicklung standardisierter Schnittstellen werden die Integration von Inhouse-Lösungen sowie die Interoperabilität zwischen Diensten vorangetrieben, und durch eine individuelle Konfiguration wird die Anpassbarkeit des Cloud-Dienstes gesteigert. Die Gewährleistung von Sicherheit ist ein zentrales Thema, um Know-how-Verlustängste und Datenverlustängste der Nutzer abzubauen. Hierzu werden auch die rechtlichen Rahmenbedingungen geklärt.

CLOUDWERKER

<http://cloudwerker.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1708.php>

Das Projekt „CLOUDwerker“ hat sich zum Ziel gesetzt, Cloud-Dienste für Handwerker anzubieten. Die dazu einzuführende Plattform soll unter anderem eGovernment-Lösungen über standardisierte Schnittstellen integrieren und so die Interoperabilität zwischen Diensten steigern. Dienste werden aus Komponenten zusammengestellt und sind an den Bedarf der Nutzer anpassbar. Für Integration bisheriger Inhouse-Lösungen wird eine Datenmigration umgesetzt. Außerdem wird untersucht, wie die Kooperation und Kollaboration zwischen Handwerksbetrieben und Kunden verbessert werden kann, und dadurch ein größeres Bewusstsein für die Vorteile geschaffen. Die Rechtskonformität verlangt die Klärung von Recht und Regeln.

PEERENERGYCLOUD

<http://www.peerenergycloud.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1715.php>

Mit dem Projekt „PeerEnergyCloud“ soll ein sicherer virtueller Marktplatz für den lokalen Stromhandel umgesetzt werden. Zur Gewährleistung der Sicherheit und der Einhaltung des Datenschutzes werden neuartige Verfahren zur Datenverteilung, Zugriffsrechteverteilung, der Verschlüsselung von Daten und der Kontrolle der Datennutzung bereitgestellt. Zur vollautomatischen Steuerung von an den Marktplatz angebundenen Elektrogeräten ist die Klärung der Haftung nötig.

SENSORCLOUD

<http://sensorcloud.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1732.php>

Im Projekt „SensorCloud“ werden verschiedenste Sensorgruppen und Aktoren mit einer hochskalierbaren Cloud-Plattform vernetzt. Hierzu wird die Gewährleistung von Elastizität als Herausforderung bearbeitet. Zur Gewährleistung von Verfügbarkeit und Verlässlichkeit wird das System in einer robusten Weise umgesetzt. Die zugrunde liegende Plattform soll Sicherheit gewährleisten. Zur Integration von Sensoren und Aktoren in die Cloud werden einheitliche Schnittstellen definiert und damit auch die Interoperabilität gesteigert.

CLOUD4HEALTH

<http://www.cloud4health.de>
<http://trusted-cloud.de/de/1675.php>

Das Projekt „cloud4health“ wird im Rahmen dieser Studie als Anwendungsbeispiel darstellt (siehe Abschnitt 2.3.5). Dessen wichtigste Anforderungen wurden dort bereits erhoben.

In cloud4health werden medizinische Daten zur Big Data-Analyse im Gesundheitswesen aufbereitet. Zur Anonymisierung von medizinischen Freitexten wird die Klärung von Recht und Regeln bearbeitet beziehungsweise angestoßen, und bei der Verarbeitung der sensiblen Daten muss der Datenschutz gewährleistet sein. Die Anonymisierung und Datenhaltung wird in klinikinterne Infrastrukturen integriert. So werden Datenverlustängste und Kontrollverlustängste über die Daten verringert. Zur Gewährleistung der Sicherheit soll ein Sicherheitskonzept entwickelt werden. Das der Projektbeschreibung entnehmbare Ziel, das Vertrauen des Gesundheitssektors in Cloud Computing zu stärken, um den Weg für weitere

Anwendungen in der Cloud zu ebnet, entspricht der Etablierung eines Leuchtturms, womit auch der generelle Zweifel am Nutzen von Cloud Computing beseitigt werden soll.

GENECLOUD

<http://transinsight.com/genecloud>
<http://trusted-cloud.de/de/1683.php>

Im Projekt „GeneCloud“ werden parallele Hochdurchsatzverfahren zur Analyse und Messung von Proben für die Arzneimittelentwicklung in der Cloud konzipiert und entwickelt. Neben der Untersuchung der Parallelisierbarkeit der speziellen Algorithmen und deren Umsetzung in der Cloud sind besonders sicherheitstechnische Aspekte wichtig. Durch neuartige steganografisch-kryptografische Verfahren werden die Gewährleistung von Sicherheit sowie die Einhaltung des Datenschutzes einbezogen und Ängste der Nutzer vor Datenverlust, Know-how-Verlust sowie Kontrollverlust verringert. Die Steigerung des Informationsangebots ist neben der Gewährleistung von Elastizität und der Bewältigung des Lastmanagements als Schwerpunkt zu sehen.

TRESOR

<http://www.cloud-tresor.de>
<http://trusted-cloud.de/de/1690.php>

Das Projekt „TRESOR“, das mit seinen Anforderungen als Anwendungsbeispiel in Abschnitt 2.3.6 präsentiert wird, erarbeitet ein vertrauensvolles Ökosystem für offene Cloud-basierte Ressourcen im Gesundheitswesen.

Besondere Schwerpunkte sind die Einhaltung und Klärung rechtlicher und regularischer Anforderungen sowie die Gewährleistung von Sicherheit und Datenschutz. Eine Verringerung der Ängste der Nutzer, gegen geltendes Recht zu

verstoßen, ist eine wichtige zu adressierende Anforderung. Zusätzlich zu den in Experteninterviews des Anwendungsszenarios erhobenen Anforderungen kann die Interoperabilität von Diensten in der Projektbeschreibung identifiziert werden, die auf den öffentlichen Projektwebseiten verfügbar ist.

CLOUDCYCLE

<http://www.cloudcycle.org/>
<http://trusted-cloud.de/de/1663.php>

Das Projekt „CloudCycle“ erarbeitet sichere und rechtskonforme Cloud-Lösungen für Schulverwaltungen und Bürgerportale über den gesamten Lebenszyklus von Cloud-Diensten – also von der Cloud-Plattform über die Anwendungserstellung, die Nutzung durch Anwender bis zur Migration zu anderen Plattformen. Dazu wird ein bestehender Standard erweitert, um Anforderungen an Sicherheit oder Compliance definieren zu können und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Plattformanbietern zu gewährleisten. Durch diese Interoperabilität sollen die Kontrolle über Anwendungen beim Anwendungsentwickler verbleiben und Lock-In-Effekte vermieden werden. Der angestrebte Standard gewährleistet die Sicherheit und die Rechtskonformität der Anwendung auf verschiedenen Plattformen.

GOBERLIN

<http://www.goberlin-projekt.de/>
<http://trusted-cloud.de/de/1665.php>

Das Projekt „goBerlin“ führt einen vertrauenswürdigen Cloud-Marktplatz für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung ein. Es stellt ebenfalls ein Anwendungsbeispiel in Abschnitt 2.3.2 dar.

Wichtige Anforderungen sind die Einhaltung von Bestimmungen und die Klärung von Fragen rechtlicher und

regulatorischer Art. Hierzu gehört vor allem die Einhaltung des Datenschutzes. Weiterhin soll die Interoperabilität verschiedener behördlicher und gewerblicher Dienstleistungen hergestellt werden. Zusätzlich zu diesen Anforderungen wird die Gewährleistung von Vertrauenswürdigkeit und Sicherheit, zum Beispiel mittels Nutzung des neuen Personalausweises (nPA), als Anforderung hervorgehoben. Die neben der Entwicklung konkreter Lösungen stattfindende Erarbeitung von Handlungsempfehlungen weist auf die Zielrichtung der Etablierung eines Leuchtturmprojekts hin, mit dem Anspruch, dass sich weitere Dienste aus der Öffnung von IT-Dienstleistern für privatwirtschaftliche Akteure entwickeln.

GREEN2STORE

<http://www.btc-ag.com/de/6000.htm>
http://www.offis.de/aktuelles_presse/pressemitteilungen/detailansicht/article/strom-speichern-in-der-cloud.html

Das Projekt „green2store“ erprobt an dezentral verteilten Batteriespeichern verschiedene Speicherkonzepte mit einer zentralen Steuerung aus der Cloud. Da zu dem noch jungen Projekt derzeit keine eigene Webpräsenz eingerichtet ist, werden die Anforderungen abweichend zu der bisherigen Vorgehensweise aus Pressemeldungen auf Homepages einzelner Projektpartner und einer anschließenden Befragung eines Projektpartners erhoben. Innerhalb des Projekts werden die dezentralen Speicher zu einem virtuellen Gesamtsystem verbunden und deshalb die Integration der Einzellösungen vorangetrieben. Die Bewertung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit beinhaltet die Berechnung der Gesamtkosten der Dienstleistung. Ferner soll der Rechtsrahmen geklärt werden. Die Ermittlung des ökologischen Mehrwerts schafft ein Bewusstsein für die Vorteile. Als Teil des Leuchtturmprojekts „Batterien in Verteilnetzen“ trägt es zur Leuchtturmbildung bei. Durch einen im Projekt beteiligten Partner wurden die Elastizitätsgewährleistung, die Aufrechterhaltung der

Kommunikation, die Gewährleistung von Verfügbarkeit, Verlässlichkeit sowie Sicherheit, die Einhaltung des Datenschutzes, der Ausbau der Dienstleistungsmentalität, individuelle Service Level Agreements, die Änderung von Unternehmenskulturen, die Beseitigung des generellen Zweifels am Nutzen von Cloud Computing und die Dienstmodellierung durch den Fachanwender/Endnutzer als weitere adressierte Anforderungen genannt.

LOGISTICS MALL

<http://www.logistics-mall.com>
<http://www.ccl.fraunhofer.de/de/faq.html>

Die Logistics Mall ist ein Marktplatz für Logistikdienstleistungen und ist als Referenzszenario in Abschnitt 2.3.3 aufgeführt. In diesem Rahmen wurden auch die Anforderungen in Experteninterviews erfasst. Als Anforderungen werden die Interoperabilität zwischen Diensten, die Integration bestehender Inhouse-Lösungen und die Dienstmodellierung durch Fachanwender adressiert.

INDINET

<http://www.software-cluster.org/en/research/projects/joint-projects/indinet>
<http://www.itwm.fraunhofer.de/abteilungen/systemanalyse-prognose-und-regelung/produktions-und-geschaeftsprozesse/indinet-innovative-dienstleistungen-im-zukuenftigen-internet.html>

Das Projekt „Innovative Dienstleistungen im zukünftigen Internet“ des Spitzenclusters „Softwareinnovation für das digitale Unternehmen“ hat das Ziel der Entwicklung einer Plattform, die Anwendern von Softwarekomponenten bei der Gestaltung von neuen Geschäftsmodellen durch Richtlinien, Vorgaben und erprobte Vorgehensweisen bei

der Platzierung von Angeboten auf den offenen Markt unterstützt. Im Rahmen dieses Projektes werden die Anforderungen Dienstmodellierung durch Fachanwender, Integration bestehender Inhouse-Lösungen und Interopera-

bilität zwischen Diensten adressiert. Zudem soll die Dienstleistungsmentalität ausgebaut und einfache Lösungen für den Endanwender geschaffen werden.

ANHANG IV: ADRESSIERTE ANFORDERUNGEN NATIONALER CLOUD-PROJEKTE

Tabelle 16: Durch nationale Projekte adressierte Anforderungen an Cloud Computing

ADRESSIERTE ANFORDERUNGEN NATIONALER CLOUD-PROJEKTE	TRUSTED CLOUD	MIA	MIMOSECCO	SEALED CLOUD	SKIDENTITY	VALUE4CLOUD	CLOUD4E	CLOUDWERKER	PEERENERGYCLOUD	SENSORCLOUD	CLOUD4HEALTH	GENECLOUD	TRESOR	CLOUDCYCLE	GOBERLIN	GREEN2STORE	LOGISTICS MALL	INDINET
GEWÄHRLEISTUNG VON ELASTIZITÄT (SCALE-OUT)		•					•			•		•				•		
AUFRECHTERHALTUNG VON KOMMUNIKATION (BANDBREITE UND LATENZ)		•														•		
BEWÄLTIGUNG VON LASTMANAGEMENT		•					•					•						
VERFÜGBARKEIT NOTWENDIGER HARDWARERESSOURCEN																		
GEWÄHRLEISTUNG VON VERFÜGBARKEIT UND VERLÄSSLICHKEIT	•									•						•		
GEWÄHRLEISTUNG VON SICHERHEIT (ZUM BEISPIEL BEZÜGLICH AUTHENTIFIZIERUNG)	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
EINHALTUNG DES DATENSCHUTZES	•	•		•		•		•	•		•	•	•		•	•		
EINHALTUNG/KLÄRUNG VON RECHT UND REGELN	•		•	•	•	•	•	•	•		•		•	•	•	•		
INTEROPERABILITÄT ZWISCHEN DIENSTEN	•						•	•		•			•	•	•		•	•
BERECHNUNG VON GESAMTKOSTEN DER DIENSTERBRINGUNG ODER -NUTZUNG																•		
BEWÄLTIGUNG DES ORGANISATORISCHEN WANDELS																		
INTEGRATION VON INHOUSE-LÖSUNGEN UND CLOUD					•		•	•		•	•					•	•	•
Dienstleistungsmentalität ausbauen																•		•
INDIVIDUELLE VERTRAGSMÖGLICHKEITEN UND SERVICE LEVEL AGREEMENTS																•		
STEIGERUNG DER ANPASSBARKEIT VON CLOUD-DIENSTEN							•	•										
VERLAGERUNG VON UNTERNEHMENSSITZEN																		
VERLAGERUNG ODER AUFBAU VON RECHENZENTREN																		

ADRESSIERTE ANFORDERUNGEN NATIONALER CLOUD-PROJEKTE	TRUSTED CLOUD	MIA	MIMOSECCO	SEALED CLOUD	SKIDENTITY	VALUE4CLOUD	CLOUD4E	CLOUDWERKER	PEERENERGYCLOUD	SENSORCLOUD	CLOUD4HEALTH	GENECLOUD	TRESOR	CLOUDCYCLE	GOBERLIN	GREEN2STORE	LOGISTICS MALL	INDINET
VERRINGERUNG VON DATENVERLUSTÄNGSTEN	•		•	•			•	•			•	•						
VERRINGERUNG VON KNOW-HOW- VERLUSTÄNGSTEN	•		•	•			•					•						
ÄNDERUNG VON UNTERNEHMENSKULTUREN																•		
STEIGERUNG DES INFORMATIONSGEBOTS	•	•				•						•						
BESEITIGUNG DES GENERELLEN ZWEIFELS AM NUTZEN VON CLOUD COMPUTING	•										•					•		
VERRINGERUNG DES WIDERSTANDS IN IT- ABTEILUNGEN GEGENÜBER CLOUD-LÖSUNGEN																		
DIENTMODELLIERUNG DURCH FACHANWENDER/ENDNUTZER	•	•														•	•	
ETABLIERUNG VON LEUCHTTURMPROJEKTEN	•				•						•				•	•		
VERFÜGBARKEIT AUSREICHENDER NETZINFRASTRUKTUR																		
VERRINGERUNG VON KONTROLLVERLUSTÄNGSTEN	•		•	•							•	•		•				
AUFBRECHEN DES VORURTEILS „CLOUD COMPUTING IST UNSICHER“	•																	
EINFACHE LÖSUNGEN FÜR DEN ENDNUTZER	•																	•
GRÖßERES BEWUSSTSEIN FÜR VORTEILE (ZUM BEISPIEL KOLLABORATIVER ARBEIT)	•							•								•		

ANHANG V: ABDECKUNG DER HANDLUNGS- UND TECHNOLOGIEFELDER

Tabelle 17: Abdeckung der Technologiefelder im internationalen Betrachtungsraum

LAND	DE	FR	UK	SE	RU	IT	CA	US	CN	JP	SG	EU
TECHNOLOGIEFELD												
ALGORITHMEN & DATENSTRUKTUREN	-			-				-				
BIG DATA & DATA WAREHOUSING	-							-				-
BUSINESS PROCESS AS A SERVICE	-											
CLOUD BROKERAGE	-											-
DATA AS A SERVICE								0	+			-
DATA CENTER PLATFORMS		-		-				-	-	-		-
ELASTICITY & SCALABILITY MANAGEMENT												0
GOVERNMENT CLOUDS & PUBLIC ADMINISTRATION	-		-		-	-	-	-		0		-
GRID COMPUTING												
HARDWARE	-								-			-
HIGH PERFORMANCE COMPUTING	-							-				
INFRASTRUCTURE AS A SERVICE		-			-		-	-	+			
INFRASTRUKTUREN FÜR CLOUD-ÖKOSYSTEME	+++		-					+	+++	0	0	0
INTEGRATION MIT LOKALEN ANWENDUNGEN	-								0			
INTEROPERABILITÄT	+++	-										0
KONVERGENZ INTERNET DER DINGE/DIENSTE												-
LOGISTIK	-											
MARKTPLÄTZE	++											0
MEHRWERTDIENSTE	-		0				-			-		
MIDDLEWARE	-											
MOBILE									-			
MODEL-DRIVEN ENGINEERING												+
OPEN DATA												-
OPEN SOURCE		-						0		-		+
PERSONAL & CONSUMER-CENTRIC CLOUDS												-
PLATFORM AS A SERVICE	-				-			-				-
PORTABLE SERVICES	-											-
PRIVACY	+											-
RECHTSSICHERHEIT			-									
SAAS-MIGRATION											-	-
SENSOREN UND AKTOREN	-											
SERVICE LIFECYCLE MANAGEMENT	-											-

	LAND	DE	FR	UK	SE	RU	IT	CA	US	CN	JP	SG	EU
TECHNOLOGIEFELD													
SERVICE-ORIENTIERTE ARCHITEKTUREN													
SICHERHEIT	+++	-							-				-
SIMULATION	-							-	-				
SOFTWARE AS A SERVICE	+++					-				+++		0	
TESTEN VON/FÜR CLOUD-ANWENDUNGEN													-
THINGS AS A SERVICE/M2M													-
VIRTUALISIERUNG	-	-											-
	DE	FR	UK	SE	RU	IT	CA	US	CN	JP	SG	EU	
WAHrgENOMMENE UNTERSTÜTZUNG	+++	0	0	-	-	-	-	+	++	-	-	+++	

Grad der wahrgenommenen Unterstützung je Technologiefeld: sehr gering(-), gering(-), mittel(o), hoch(+), sehr hoch(++), extrem hoch(+++);

Grad der wahrgenommenen Gesamtunterstützung: sehr gering(-), gering(-), mittel(o), hoch(+), sehr hoch(++), extrem hoch(+++)

ANHANG VI: HERAUSFORDERUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN DER REFERENZSZENARIEN UND KMU AN CLOUD COMPUTING

Tabelle 18: Häufigkeit der in Kapitel 2 erfassten Herausforderungen und Rahmenbedingungen der Referenzszenarien und KMU an Cloud Computing (Summe blau markiert) sowie die durch nationale Cloud-Projekte adressierten Anforderungen (grün markiert)

HÄUFIGKEIT DER NENNUNG DER IN SZENARIEN UND KMU-WORKSHOPS ERHOBENEN ANFORDERUNGEN UND DER ADRESSIERUNG DURCH NATIONALE PROJEKTE	HERAUSFORDERUNGEN AUS DEN ANWENDUNGSSZENARIEN (MAXIMALWERT 7)	HERAUSFORDERUNGEN AUS DEN KMU-WORKSHOPS (MAXIMALWERT 2)	RAHMENBEDINGUNGEN AUS DEN SZENARIEN (MAXIMALWERT 7)	RAHMENBEDINGUNGEN AUS DEN KMU-WORKSHOPS (MAXIMALWERT 2)	ERHOBENE SUMME (MAXIMALWERT 18)	DAVON ADRESSIERT (MAXIMALWERT 17)
GEWÄHRLEISTUNG VON ELASTIZITÄT (SCALE-OUT)					0	5
AUFRECHTERHALTUNG VON KOMMUNIKATION (BANDBREITE UND LATENZ)					0	2
BEWÄLTIGUNG VON LASTMANAGEMENT					0	3
VERFÜGBARKEIT NOTWENDIGER HARDWARERESSOURCEN					0	0
GEWÄHRLEISTUNG VON VERFÜGBARKEIT UND VERLÄSSLICHKEIT	1				1	3
GEWÄHRLEISTUNG VON SICHERHEIT (ZUM BEISPIEL BEZÜGLICH AUTHENTIFIZIERUNG)	1	2			3	14
EINHALTUNG DES DATENSCHUTZES	2	2			4	11
EINHALTUNG/KLÄRUNG VON RECHT UND REGELN	4	2	4	2	12	13
INTEROPERABILITÄT ZWISCHEN DIENSTEN	3	2	1	2	8	8
BERECHNUNG VON GESAMTKOSTEN DER DIENSTERBRINGUNG ODER -NUTZUNG				1	1	1
BEWÄLTIGUNG DES ORGANISATORISCHEN WANDELS		1			1	0
INTEGRATION VON INHOUSE-LÖSUNGEN UND CLOUD	3	2	2	2	9	7
Dienstleistungsmentalität ausbauen					0	1
INDIVIDUELLE VERTRAGSMÖGLICHKEITEN UND SERVICE LEVEL AGREEMENTS	1	1			2	1
STEIGERUNG DER ANPASSBARKEIT VON CLOUD-DIENSTEN	1	2			3	2
VERLAGERUNG VON UNTERNEHMENSSTITZEN					0	0
VERLAGERUNG ODER AUFBAU VON RECHENZENTREN					0	0
VERRINGERUNG VON DATENVERLUSTÄNGSTEN			2	2	4	7
VERRINGERUNG VON KNOW-HOW-VERLUSTÄNGSTEN				2	2	5

HÄUFIGKEIT DER NENNUNG DER IN SZENARIEN UND KMU-WORKSHOPS ERHOBENEN ANFORDERUNGEN UND DER ADRESSIERUNG DURCH NATIONALE PROJEKTE	HERAUSFORDERUNGEN AUS DEN ANWENDUNGSSZENARIEN (MAXIMALWERT 7)	HERAUSFORDERUNGEN AUS DEN KMU-WORKSHOPS (MAXIMALWERT 2)	RAHMENBEDINGUNGEN AUS DEN SZENARIEN (MAXIMALWERT 7)	RAHMENBEDINGUNGEN AUS DEN KMU-WORKSHOPS (MAXIMALWERT 2)	ERHOBENE SUMME (MAXIMALWERT 18)	DAVON ADRESSIERT (MAXIMALWERT 17)
ÄNDERUNG VON UNTERNEHMENSKULTUREN			1	1	2	1
STEIGERUNG DES INFORMATIONSMANGELS				1	1	3
BESEITIGUNG DES GENERELLEN ZWEIFELS AM NUTZEN VON CLOUD			1	2	3	3
VERRINGERUNG DES WIDERSTANDS IN IT-ABTEILUNGEN GEGENÜBER CLOUD			3	2	5	0
DIENTMODELLIERUNG DURCH FACHANWENDER/ENDNUTZER	1				1	4
ETABLIERUNG VON LEUCHTTURMPROJEKTEN				2	2	5
VERFÜGBARKEIT AUSREICHENDER NETZINFRASTRUKTUR				2	2	0
VERRINGERUNG VON KONTROLLVERLUSTÄNGSTEN			1		1	6
AUFBRECHEN DES VORURTEILS „CLOUD COMPUTING IST UNSICHER“			1		1	0
EINFACHE LÖSUNGEN FÜR DEN ENDNUTZER	1				1	1
GRÖßERES BEWUSSTSEIN FÜR VORTEILE (ZUM BEISPIEL KOLLABORATIVER ARBEIT)			1		1	3
Neue, aus der gesichteten Literatur nicht genannte Anforderungen sind grau markiert						

ANHANG VII: ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A*GA	A*STAR Graduate Academy
A*Star	Agency for Science, Technology and Research of Singapore
ACID	Atomarität, Konsistenz, Isoliertheit und Dauerhaftigkeit
AcRF	Academic Research Fund
AES	Advanced Encryption Standard
API	Programmierschnittstelle (Application Programming Interface)
ASP	Application Service Providing
AUCC	Association of Universities and Colleges of Canada
AWS	Amazon Web Services
B2B	Business to Business
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BIS	Department for Business, Innovation and Skills
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
BMRC	Biomedical Research Council
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BPaaS	Business Process as a Service
BPM	Business Process Management
CA	Kanada
CAE	Chinese Academy of Engineering
CAS	Chinese Academy of Sciences
CASS	Chinese Academy of Social Science
CCN	Canada Cloud Network
CCRA	Cloud Computing Reference Architecture
CDS	Groupe Caisse des Dépôts
CIA	Central Intelligence Agency
CIHR	Canadian Institutes of Health Research
CIO	Chief Information Officer
CIR	Crédit d'impôt recherche
CN	China
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CPAD	Corporate Planning and Administration Division
CPS	Cyber-Physisches System
CRI	Cloud Readiness Index
CRM	Customer Relationship Management
CSN	Cloud Service Navigator
CSP	Cloud-Service-Provider
DaaS	Data as a Service

DE	Deutschland
DIHK	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
DISA	Defense Information System Agency
DNS	Domain Name System
DOE	U.S. Department of Energy
eID	Elektronischer Identitätsnachweis
ENEA	l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
ERP	Enterprise Resource Planning
EPA	Schwedische Umweltschutzagentur
EU	Europäische Union
FAS	Forskningsrådet för hälsa, arbetsliv och välfärd
FBC	Future Business Clouds
FCCI	Federal Cloud Computing Initiative
FDCCI	Federal Data Center Consolidation Initiative
FedRAMP	Federal Risk and Authorization Management Program
FEM	Finite-Elemente-Methode
FLOSS	Free/Libre Open Source Software
Formas	Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande
FR	Frankreich
FuE	Forschung und Entwicklung
FZP	Föderale Zielprogramme
G8	Gruppe der Acht
GSA	U.S. General Services Administration
GUI	Graphical User Interface
IaaS	Infrastructure as a Service
IDA	The Infocomm Development Authority of Singapore
IDE	Integrated Development Environment
IIT	Istituto Italiano di Tecnologia
IKM	Informations- und Kommunikationsmanagement
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
IP	Internet-Protokoll
IT	Informationstechnik
IT	Italien
ITDZ	IT-Dienstleistungszentrum Berlin
ITEA	Information Technology for European Advancement
ITN	Initial Training Network
JP	Japan

KIP	Knowledge Innovation Program
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KPI	Key Performance Indicators
LF	Lieferanten
M2M	Maschine to Maschine
MaaS	Mashup as a Service
MDE	Model-driven Engineering
MDL	Messstellendienstleister
MESR	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
MEXT	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
MIUR	Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
MON	Ministry of Education and Science of the Russian Federation
MRT	Magnetresonanztomografie
MSB	Messstellenbetreiber
NAS	National Academy of Sciences
NGP	National Grid Office Singapore
NGSC	National Grid Steering Committee
NIH	National Institute of Health
NII	National Institute of Informatics
NIMS	National Institute for Materials Science
NIRIM	National Institute for Research in Inorganic Materials
NIST	National Institute of Standards and Technology
nPA	Neuer Personalausweis
NRC	National Research Council Canada
NRIM	National Research Institute for Metals
NSA	National Security Agency
NSERC	Natural Sciences and Engineering Research Council
NSF	National Science Foundation
NSI	National Systems of Innovation
OaaS	Orchestration as a Service
OCC	Open Cloud Consortium
ODM	Operational Data Model
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSDC	Open Science Data Cloud
OSS	Open Source-Software
PaaS	Platform as a Service
PB	Petabyte
PBT	Property-Based Testing
QR Code	Quick Response Code

REST	Representational State Transfer
RFID	Radio-Frequency Identification
RU	Russland
SaaS	Software as a Service
SC	DOE Office of Science
SE	Schweden
SERC	Science and Engineering Research Council
SG	Singapur
SICSA	Scottish Informatics and Computer Science Alliance
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency
SLA	Service Level Agreements
SNET	Service-centric Networking
SNIC	Swedish National Infrastructure for Computing
SNSB	Swedish National Space Board
SOA	Service-orientierte Architektur
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOCCA	Service-Oriented Cloud Computing Architecture
SSHRC	Social Sciences and Humanities Research Council
SSL	Secure Sockets Layer
TCTP	Trusted Cloud Transfer Protocol
TLS	Transport Layer Security
TSB	Technology Strategy Board
TTCN-3	Testing and Test Control Notation version 3
UK	Großbritannien
UOCC	Unified Ontology for Cloud Computing
US, USA	Vereinigte Staaten von Amerika
USDL	Unified Service Description Language
VINNOVA	Schwedische Agentur für Innovationssysteme
VM	Virtuelle Maschine
VNB	Verteilnetzbetreiber
VR	Vetenskapsrådet
W3C	World Wide Web Consortium
WiM	Wechselprozesse im Messwesen
WS	Web Services
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

ANHANG VIII: GLOSSAR

Abrechnungsmodell	siehe <i>Ertragsmodell</i>
ACID-Eigenschaften	Atomarität, Konsistenz, Isoliertheit und Dauerhaftigkeit von Transaktionen (beispielsweise auf Datenbanken)
Advanced Encryption Standard	Verschlüsselungsverfahren, bei dem die Teilnehmer den gleichen Schlüssel verwenden (symmetrische Verschlüsselung)
Aggregation	Zusammenfassen von Gegenständen, Daten oder Diensten
Aktuator	Antriebsselement, das elektrische Signale in mechanische Bewegung oder andere physikalische Größen umsetzt
Anwendungsserver	Server in einem Computernetzwerk, der Anwendungen ausführt
Application Service Providing	Auslagerung von Softwareanwendungen auf Dritte
Auditor	Bewerter von Dienstqualitäten beispielsweise bezüglich Datenschutz, Sicherheit oder Performanz; siehe auch <i>Rolle</i>
Authentisierungsdienste	Dienste, welche die Zugriffserlaubnis prüfen und weitergeben
Bandbreite	Maß für die Menge der Informationen pro Zeiteinheit, die über ein Medium versendet werden kann
Batch-Betrieb	Abarbeiten von Befehlen in der Reihenfolge ihres Auftretens
Begleitforschung	Mitwirkung zum Beispiel an der Erstellung von Projektkonzepten in der Forschung, Überprüfung der Erreichung von Zielen und Schätzung der Übertragungsfähigkeit auf neue/andere Gebiete
Bereitstellungsmodell (Deployment)	Art des Betriebs einer <i>Cloud</i> in Bezug auf die Offenheit nach außen
Big Data	Die Erzeugung wirtschaftlichen Nutzens aus der schnellen Analyse großer Datenmengen verschiedener Quellen für Informationen unterschiedlicher Qualität und Struktur
Broker	Intermediäre zwischen Dienst Anbietern und -nutzern, die Dienste um zusätzliche Aspekte ergänzen, mehrere Dienste statisch oder dynamisch zusammenfassen; siehe auch <i>Rolle</i>
Bruttoinlandsprodukt	Gesamtwert aller Waren und Dienstleistungen, die in einem Jahr innerhalb einer Volkswirtschaft für den Endverbrauch hergestellt wurden
Bruttowertschöpfung	Differenz zwischen dem Gesamtwert von erzeugten Waren sowie Dienstleistungen und dem Wert der Vorleistungen
Business Process as a Service	Konkrete Geschäftsanwendungen (beispielsweise CRM) werden als Standardverknüpfung als Dienst zur Verfügung gestellt; siehe auch <i>Diensttyp</i>
Business Process Management	Konkrete Geschäftsanwendungen (beispielsweise CRM) als Verknüpfung einzelner Software-Komponenten (standardisierte MaaS)
Business to Business	Beziehung zwischen zwei oder mehreren Unternehmen
Bus-System	System zur Datenübertragung zwischen mehreren Teilnehmern auf einem gemeinsamen Medium
Carrier	Bereitsteller der technischen Infrastruktur zur Verbindungsherstellung und Datenvermittlung; siehe auch <i>Rolle</i>

Client-Server-Prinzip	Architekturprinzip zur Aufgabenverteilung in Netzwerken; Clients fragen Aufgaben oder Daten vom Server ab, welcher die Anfragen beantwortet
Cloud Brokerage	Aufgabe des Brokers; siehe auch <i>Broker</i>
Cloud Computing	Modell, das es erlaubt bei Bedarf, jederzeit und überall bequem über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (zum Beispiel Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen, die schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können
Cloud Computing-Infrastruktur	Virtualisierte Server auf beliebigen physischen Ressourcen mit Anbindung an ein Netzwerk, wie zum Beispiel dem Internet, um <i>Cloud-Dienste</i> anzubieten
Cloud-Dienst	IT-Dienst, der über eine <i>Cloud Computing-Infrastruktur</i> angeboten wird und den <i>Cloud-Diensteigenschaften</i> entspricht
Cloud-Dienstcharakteristik	Ein <i>Cloud-Dienst</i> gewährleistet die folgenden fünf Eigenschaften: gemeinsame Nutzung physischer Ressourcen, allgemeiner Netzwerkzugriff durch ausreichende Bandbreite und technische Standards, unverzügliche Anpassbarkeit an den Bedarf, Selbstbedienung nach Bedarf und Messung der Servicenutzung
Cloud-Diensteigenschaften	Siehe <i>Cloud-Dienstcharakteristik</i>
Cloud-Dienstintegration	Konkrete Einbindung von <i>Cloud-Diensten</i> in eine bestehende <i>IT-Landschaft</i>
Cloud-Ökosystem	Organisationsübergreifende Anwendung von <i>Cloud Computing</i> , in der neben den technischen häufig auch wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte adressiert werden
Cloud Washing	Deklarieren von Internet-Diensten als <i>Cloud-Dienste</i> , obwohl eine oder mehrere der <i>Cloud-Charakteristika</i> nicht erfüllt sind
Cluster	Computersystem, das aus einer Menge von vollständigen und miteinander durch ein Kommunikationssystem vernetzten Rechnern besteht und in seiner Gesamtheit als ein einzelner Rechner erscheint und genutzt wird
Community Cloud	Eine <i>Cloud Computing-Infrastruktur</i> , die exklusiv für eine Gemeinschaft von Konsumenten verschiedener Organisationen mit gemeinsamen Interessen bereitgestellt wird; siehe auch <i>Bereitstellungsmodell</i>
Compliance	Die Einhaltung gesetzlicher, unternehmensinterner und vertraglicher Regelungen, Konventionen und Bräuche
Consumer	Siehe <i>Konsument</i>
Customer Relationship Management	Verwaltung und Dokumentation von Kundenbeziehungen, einhergehend mit der konsequenten, systematischen Ausrichtung auf Kunden zur Pflege der Kundenbeziehung
Data Center Platforms	Von Rechenzentren zur Verfügung gestellte <i>Cloud Computing-Infrastruktur</i>
Data Mining	Systematische Anwendung statistischer Methoden auf nicht mehr manuell verarbeitbare, große Datenbestände zur Extraktion neuen Wissens

Data Warehouse	System zur Integration von Daten aus verschiedenen Quellen in einem einheitlichen Format, um den Zugang zu diesen Daten zu verbessern
Data Warehousing Dienst	Aufbau, Management und Betrieb von <i>Data Warehouses</i> Kombination von Personen, Prozessen und Technologien, die als abgeschlossene Einheit gemäß dem Dienstleistungsgedanken ähnlich einem Produkt angeboten wird; Synonym: <i>Service</i>
Dienstföderation	Verteilung von Teildiensten auf gleichberechtigte Partner
Dienstkonsument	Endnutzer von Diensten; siehe auch <i>Rolle</i>
Diensttyp	Kategorie eines Dienstes; Synonym: <i>Service-Modell</i>
Echtzeitbetrieb (Realtime)	Sofortige Auswertung von und Reaktion auf auftretende Ereignisse
Economies of Scale	Siehe <i>Skaleneffekt</i>
eGovernment	Vereinfachung von Vorgängen zwischen Behörden, zwischen Behörden und Unternehmen sowie zwischen Behörden und Bürgern
Elastizität	Anpassbarkeit der aufgewendeten Ressourcen an den Bedarf
Erlösmodell	Siehe <i>Ertragsmodell</i>
Ertragsmodell (Pricing)	Ertragsmodelle beschreiben Möglichkeiten, Dienstleistungen abzurechnen
Fachanwender	Nutzer von beispielsweise Software, der einer Fachdomäne angehört (beispielsweise Tischlerhandwerk)
Feature	Merkmal eines <i>Feature-Modells</i>
Feature-Modell	Hierarchie gemeinsamer und variabler Merkmale zur Charakterisierung eines Satzes von Instanzen eines Konzepts
FuE-Intensität	Ausgabenanteil für FuE, bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt
Genomische Daten	Informationen über das Erbgut
Geschäftsprozess	Ordnung von festgelegten Tätigkeiten zur (wiederholbaren) Ausführung, um ein oder mehrere Ziele mit Kundennutzen zu erreichen und Wert zu generieren
Geschäftsprozessmodellierung	Modellierung von Geschäftsprozessen im Rahmen des <i>Business Process Management</i>
Governance	Mechanismen zur Steuerung und Regelung der Abläufe und Strukturen einer Organisation
Government Cloud	<i>Cloud</i> für <i>eGovernment</i>
Grid Computing	Computersystem zur zuverlässigen, konsistenten, von überall erreichbaren und preiswerten gemeinsamen Nutzung der Kapazitäten von Hochleistungsrechnern, wobei die beteiligten Rechner nicht zentral kontrolliert, offene und standardisierte Protokolle und Schnittstellen verwendet und nichttriviale Dienstqualitäten erbracht werden
Gruppe der Acht (G8)	Internationales Netzwerk der Industrienationen Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Kanada, USA, Russland und Japan zur Klärung weltwirtschaftlicher Fragestellungen
High Performance Computing	Rechenarbeiten mit hohem Berechnungs- oder Speicherbedarf

Hosting	Betreibung von Infrastruktur, um darauf etwas zur Verfügung zu stellen
Hybrid Cloud	Mischform, in der exklusive interne mit öffentlichen Cloud-Aktivitäten kombiniert werden; siehe auch <i>Bereitstellungsmodell</i>
Informationsmanagement	Planung, Ausgestaltung, Einsetzen, Steuerung und Überwachung von Information und Kommunikation zur erfolgreichen Erreichung von Unternehmenszielen oder Auftragserfüllung
Infrastructure as a Service	Angebot virtueller Hardware oder Infrastruktur wie zum Beispiel Speicherplatz, Rechenleistung oder Netzwerkbandbreite als Dienst; siehe auch <i>Diensttyp</i>
Inhouse-Lösung	IT-Dienste oder Systeme, die innerbetrieblich bereitgestellt und genutzt werden
Innovationsfähigkeit	Fähigkeit, kontinuierlich Innovationen hervorzubringen
Innovationssystem	Netzwerk zur Initiierung, Förderung und Verbreitung von Innovationen
Instanz	Einzelnes Exemplar oder Ausprägung
Integrationsvarianten	Siehe <i>Cloud-Dienstintegration</i>
Internet der Dienste	Erbringung unternehmensnaher Dienste und Dienstleistungen vor allem für Unternehmen und die öffentliche Verwaltung mithilfe des Internets
Internet der Dinge	Integration physikalischer Objekte und Geräte durch Sensorik und Aktuatorik ins Internet zum Schließen der Informationslücke zwischen der realen und der virtuellen Welt, wobei autonome Kommunikation und Prozessautomatisierung im Vordergrund stehen
Interoperabilität	Fähigkeit, in einfacher Weise Anwendungslast und Daten zwischen verschiedenen <i>Clouds</i> zu verschieben
IT-Landschaft	In einer Einrichtung vorhandene Ressourcen bezüglich der Informationstechnik (Hardware, Software, Personal, Know-how)
IT-Outsourcing	Teilweise oder vollständige Auslagerung der IT an externe Dienstleister
Kompetenzzentrum	Institution, in der Experten eines Aufgabenbereichs an einer oder mehreren Aufgaben zusammenarbeiten oder sich austauschen
Komponierbarkeit	Eigenschaft, verschiedene Teile zu einem Ganzen zusammenzufügen zu können
Kryptografie	Verschlüsselung von Informationen zum Verhindern ungewollten Zugriffs durch Unauthorisierte
Lastmanagement	Planung, Ausgestaltung, Steuerung und Überwachung der Verteilung von Lasten über verschiedene Ressourcen
Latenz	Zeitspanne zwischen dem Eintreffen eines Ereignisses und der zugehörigen Reaktion
Laufzeitumgebung	Computerprogramm als Vermittlungsschicht zwischen Betriebssystem und Anwendungsprogramm
Legacy-System	Etablierte, über die Zeit gewachsene <i>IT-Landschaft</i> in Unternehmen
Leistungskennzahl	Maßzahl zur Bewertung der Leistung
Leuchtturmprojekt	Vorzeigevorhaben mit hoher Sichtbarkeit für weitere Projekte
Linked Data API	Vereinheitlichte Schnittstelle zur Datenübermittlung von Web-Services

Lock-In-Effekt	Abhängigkeit von Unternehmen als Nachwirkung der Geschäftsbeziehung mit Monopolen oder mit Insellösungen
Logging	Dokumentation von Vorgängen
Marktplatz	Gemeinsame Bereitstellung von spezifischen <i>Cloud-Diensten</i> in einem <i>Cloud-Ökosystem</i> , das die fachlichen Dienstleistungen und geschäftlichen Prozesse einer oder mehrerer Branchen abwickelt
Mashup as a Service	Verknüpfung einzelner Software-Komponenten (unter anderem auch <i>Cloud-Dienste</i>) zu einem aggregierten <i>Cloud-Dienst</i> , siehe auch <i>Diensttyp</i>
Mehrbenutzerfähigkeit	Die Fähigkeit eines Dienstes, durch mehrere Benutzer gleichzeitig verwendet werden zu können
Mehrmandantenfähigkeit	Die Fähigkeit eines Dienstes, durch mehrere Benutzer gleichzeitig verwendet werden zu können, ohne dass diese einen gegenseitigen Einblick in ihre Daten und Prozesse haben
Mehrwertdienst	Dienst oder Dienstleistung, der/die auf anderen Diensten oder Dienstleistungen aufbaut, um deren ursprünglichen Wert oder Nutzen zu erhöhen
Messstelle	Einrichtung zur Aufzeichnung von zum Beispiel physikalischen oder chemischen Parametern über festgelegte Zeiträume
Metamodell	<i>Modell</i> einer Menge von <i>Modellen</i>
Middleware	IKT-Zwischenschicht, die als anwendungsneutraler Vermittler zwischen verschiedenen Anwendungen agiert und die Komplexität und die Infrastruktur der Anwendungen über Schnittstellen kapselt
Migration	Umstellungsprozess bei grundlegender Veränderung zugrunde liegender Schnittstellen oder Plattformen
Model-driven Engineering	Siehe <i>Modellgetriebene Softwareentwicklung</i>
Modell	Die Repräsentation eines betrachteten Systems, wobei die Repräsentation selbst als System gilt, einfacher als das ursprünglich betrachtete System ist und Antworten anstelle des betrachteten Systems geben kann, die auch für das betrachtete System gelten
Modellgetriebene Softwareentwicklung	Vorgehen, das die Entwicklung von Software durch die Generierung von Quellcode aus formal spezifizierten <i>Modellen</i> als primäre Entwicklungsartefakte betont
Netzinfrastuktur	Leitungsnetz zur Verbindung von Knotenpunkten und die für den Betrieb notwendige Technik
Nutzungsszenarien	Ausgewählte Angebote oder Anwendungen von <i>Cloud-Diensten</i>
On-Premise	Eigenverantwortliche Einrichtung, Betrieb und Wartung von Software auf betriebs-eigenen Ressourcen
Open Source	Quelloffene Software, die in Abhängigkeit der Lizenz modifiziert oder unmodifiziert genutzt und weitergegeben werden darf
Open Source-Pattform	Umgebung, die als <i>Open Source</i> -Software zur Verfügung steht und auf der weitere Software aufbauen oder ausgeführt werden kann

Parallelisierbarkeit	Möglichkeit, Teilaufgaben oder -algorithmen nebenläufig statt sequenziell auszuführen zu können, um zu einem Gesamtergebnis zu kommen
Pay-per-Use	Abrechnung nach der tatsächlichen Nutzung
Performance	Durchsatzleistung oder Geschwindigkeit von Komponenten oder Anwendungen
Personal and Consumer-Centric Cloud	Auf einzelne Personen oder Nutzer zentrierte Ausrichtung von <i>Cloud-Diensten</i>
Petabyte	10 ¹⁵ Bytes oder 1.000.000 Gigabyte, wobei Byte die Zusammenfassung von 8 Bits zu einer digitalen Einheit ist und ein Bit eine von zwei möglichen Informationen trägt
Platform as a Service	Programmierframeworks, Bibliotheken und Werkzeugen, um Anwendungen unter eigener Kontrolle auf Cloud-Infrastruktur bereitstellen zu können, ohne die zugrunde liegende Infrastruktur wie Netzwerk, Server, Betriebssysteme oder Speicher managen oder kontrollieren zu müssen; siehe auch <i>Diensttyp</i>
Policy	Technische oder organisatorische Richtlinie oder Menge von Vorschriften (zum Beispiel für Berechtigungen und Verbote), die formal durch die anwendende Organisation dokumentiert und verantwortet werden
Portabilität	Die Möglichkeit von Anwendungen oder Daten, auf verschiedenen Plattformen bereitgestellt zu werden
PRISM	Überwachungsprogramm der NSA über personenbezogene Daten von Nicht-US-Bürgern
Privacy	Einhaltung der Privatsphäre von Nutzern bezüglich des Zugriffs auf Daten und Prozesse
Private Cloud	Cloud-Infrastruktur, die exklusiv nur für eine einzige Organisation zur Verfügung gestellt wird; siehe auch <i>Bereitstellungsmodell</i>
Provider	Anbieter für Cloud-Dienste; siehe auch <i>Rolle</i>
Public Cloud	Cloud-Infrastruktur, die für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird
QR-Code	Zweidimensionale grafische Codierung von Informationen zum Beispiel zur Markierung von Baugruppen oder Verlinkung von Webseiten
Radio Frequency Identification	Transponder zur automatischen Identifizierung und zum Auffinden von Dingen oder Lebewesen mittels elektromagnetischer Wellen
Rechtssicherheit	Die Gewissheit über sowie die Klärung rechtlicher Rahmenbedingungen in einem absehbaren Zeitraum
Representational State Transfer	Programmierparadigma für Web-Services, bei dem unter Aufrufen einer eindeutigen Adresse unabhängig vom Zustand des Systems genau eine Antwort (gegebenenfalls in verschiedenen Repräsentationen) als Ergebnis zur Verfügung gestellt wird
Resource Pooling	Gemeinsame Nutzung physischer Ressourcen durch <i>Virtualisierung</i> (Hardware) und <i>Mehrmandantenfähigkeit</i> (Datenhaltung)
RESTful-Webservices	Internetdienst, der gemäß dem <i>Representational State Transfer</i> kommuniziert

Rolle	Definition der Aufgaben und Rechte eines Benutzers, oft in Verbindung mit der Wahrnehmung der Rolle
SaaS-Migration	<i>Migration</i> von <i>Cloud-Diensten</i> im Sinne von <i>Software as a Service</i>
Scalability	Siehe <i>Skalierbarkeit</i>
Secure Socket Layer	Alte Bezeichnung des Netzwerkprotokolls <i>Transport Layer Security</i> zur sicheren Übertragung von Daten
Security	Sicherheit bezüglich Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität von Daten oder Prozessen vor unberechtigtem Zugriff
Sensor	Messelement, das mechanische Bewegung oder andere physikalische Größen in elektrische Signale umsetzt
Server (Anwendung)	Ein Programm, welches Dienste für Klienten nach dem <i>Client-Server-Prinzip</i> zur Verfügung stellt
Server (Hardware)	Computer, auf dem ein oder mehrere Softwareserver betrieben werden
Service	Siehe <i>Dienst</i>
Service Aggregation	Siehe <i>Aggregation</i>
Service Arbitrage	Dynamische Aggregierung von Diensten
Service Intermediation	Anreicherung von Diensten zu neuen Diensten mit weiteren Informationen
Service Level Agreement	Dienstgütevereinbarung zwischen zwei Vertragsparteien, welche die funktionalen und nichtfunktionalen Qualitäten eines Dienstes, die Messung der Qualitäten, Konsequenzen bei Abweichungen der Dienstqualitäten sowie Ein- und Ausstiegsklauseln definiert
Service Lifecycle Management	Planung, Ausgestaltung, Bereitstellung, Wartung, Steuerung und Überwachung von Dienstleistungen und darin enthaltenen Teilaufgaben
Servicetyp	Siehe <i>Diensttyp</i>
Sicherheitstoken	Physisch vorhandenes Objekt zur Authentifizierung
Simple Object Access Protocol	Standardisiertes Netzwerkprotokoll zur Übertragung von Daten oder für den Aufruf entfernter Dienste
Skaleneffekt	Vorteile größerer gegenüber kleineren Rechenzentren, beispielsweise bezüglich der Auslastung der Server, im Hardware-Einkauf und bei Wartung und Management
Skalierbarkeit	Möglichkeit der Veränderungen von Eingabe- oder Problemgrößen sowie der geografischen Verteilung ohne signifikante Änderung der Laufzeit oder des Verwaltungsaufwands
Smart Device	Unabhängig operierendes, „intelligentes“ Gerät mit Sensoren oder Aktuatoren mit einer Netzwerkeinbindung zu anderen Geräten dieser Art oder nach außen
Smart Energy Microgrid	Vernetzung von Smart Devices in einem geografisch beschränkten, zumeist regionalen System aus Klein- und Kleinststromerzeugern in unmittelbarer Nähe zu den Verbrauchseinheiten

Software as a Service	Anwendungen, die auf Cloud-Infrastruktur betrieben und beispielsweise über einen Webbrowser aufrufbar sind, wobei Nutzer weder die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur noch individuelle Anwendungseinstellungen (mit der möglichen Ausnahme der eingeschränkten Konfiguration von Nutzereinstellung) kontrollieren müssen und können
Sourcing	Sourcing spezifiziert, wie Cloud-Umgebungen und Cloud-Dienste gehostet und gemanagt werden
Stakeholder	Einzelne Person (oder Institution) oder Gruppe von Personen (oder Institutionen), die ein berechtigtes Interesse an dem Verlauf oder dem Ergebniss einer Aktivität besitzen
Steganografie System	Die Verschlüsselung von Informationen durch Verstecken in anderen Informationen Sammlung von Komponenten, die zur Ausführung eine bestimmten Funktion oder Menge von Funktionen organisiert sind
Systemhaus	Dienstleister zwischen Anwendern und Herstellern von IT-Produkten
Taxonomie	Klassifikationsschema, mit dem Objekte nach einem einheitlichen Verfahren in Kategorien eingeordnet werden
Text Mining	Systematische Anwendung statistischer und linguistischer Methoden auf nicht oder schwach strukturierte Texte zur schnellen Extraktion der Kerninformationen
Transport Layer Security	Netzwerkprotokoll zur sicheren Übertragung von Daten
Trusted Cloud Transfer Protocol	Netzwerkprotokoll zu sicheren Übertragung von Daten über eine vertrauenswürdige Kommunikationsschnittstelle als Vermittler
Virtual Private Cloud	Cloud-Infrastruktur mit den gleichen Dienstgarantien wie eine <i>Private Cloud</i> , die jedoch als <i>Public Cloud</i> realisiert ist; siehe auch <i>Bereitstellungsmodell</i>
Virtualisierung	Erzeugung virtueller (nicht physischer) Computerressourcen, um physische Computerressourcen zu aggregieren oder zu verteilen oder um ein Betriebssystem innerhalb eines anderen ausführen zu können
Virtuelle Maschine	Simulation von Hardware auf einer anderen Hardware; siehe auch <i>Virtualisierung</i>
VM-Image	Datenträgerabbild einer simulierten Hardware, mit der diese auf <i>virtuellen Maschinen</i> beliebig oft gestartet werden kann; siehe auch <i>Virtualisierung</i>

> BISHER SIND IN DER REIHE acatech STUDIE UND IHRER VORGÄNGERIN acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT FOLGENDE BÄNDE ERSCHIENEN:

Buchmann, Johannes (Hrsg.): *Internet Privacy. Options for adequate realisation* (acatech STUDY), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2013.

Albers, Albert/Denkena, Berend/Matthiesen, Sven (Hrsg.): *Faszination Konstruktion. Berufsbild und Tätigkeitsfeld im Wandel* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

Buchmann, Johannes (Hrsg.): *Internet Privacy. Eine multidisziplinäre Bestandsaufnahme/A multidisciplinary analysis* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

Geisberger, Eva/Broy, Manfred (Hrsg.): *agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

Spath, Dieter/Walter, Achim (Hrsg.): *Mehr Innovationen für Deutschland. Wie Inkubatoren akademische Hightech-Ausgründungen besser fördern können* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

Hüttl, Reinhard F./Bens, Oliver (Hrsg.): *Georessource Wasser – Herausforderung Globaler Wandel* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

Appelrath, Hans-Jürgen/Kagermann, Henning/Mayer, Christoph (Hrsg.): *Future Energy Grid. Migrationspfade ins Internet der Energie* (acatech STUDIE), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

acatech (Hrsg.): *Organische Elektronik in Deutschland*. (acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT, Nr. 6), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

acatech (Hrsg.): *Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs* (acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT, Nr. 5), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

acatech (Hrsg.): *Wirtschaftliche Entwicklung von Ausgründungen aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen* (acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT, Nr. 4), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2010.

acatech (Hrsg.): *Empfehlungen zur Zukunft der Ingenieurpromotion. Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften an Universitäten in Deutschland* (acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT, Nr. 3), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008.

acatech (Hrsg.): *Bachelor- und Masterstudiengänge in den Ingenieurwissenschaften. Die neue Herausforderung für Technische Hochschulen und Universitäten* (acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT, Nr. 2), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006.

acatech (Hrsg.): *Mobilität 2020. Perspektiven für den Verkehr von morgen* (acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT, Nr. 1), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006.

> acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

acatech vertritt die deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu unterstützen und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um den Diskurs über technischen Fortschritt in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft darzustellen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. acatech besteht aus drei Organen: Die Mitglieder der Akademie sind in der Mitgliederversammlung organisiert; das Präsidium, das von den Mitgliedern und Senatoren der Akademie bestimmt wird, lenkt die Arbeit; ein Senat mit namhaften Persönlichkeiten vor allem aus der Industrie, aus der Wissenschaft und aus der Politik berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin und einem Büro in Brüssel vertreten.

Weitere Informationen unter www.acatech.de