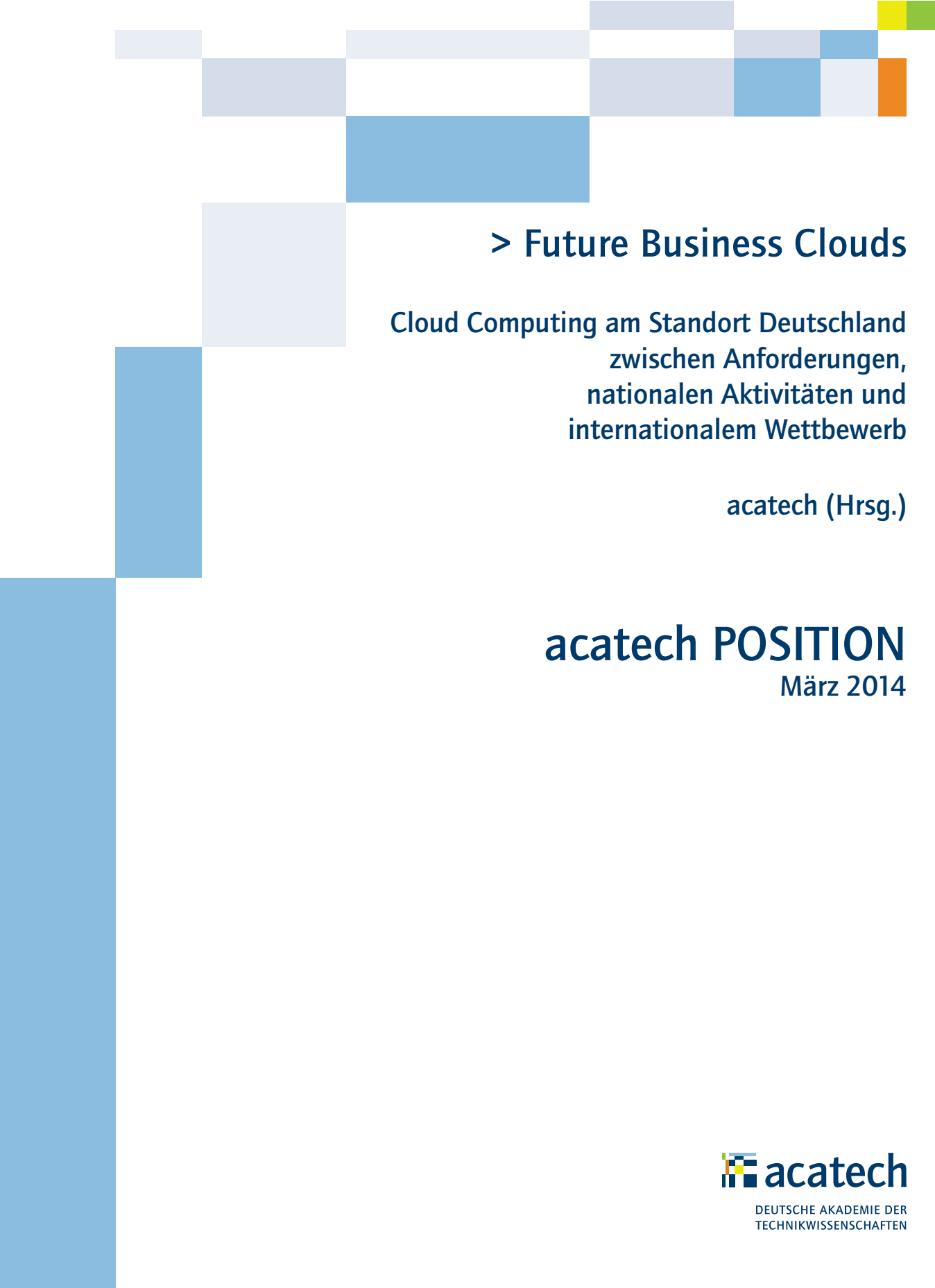




> Future Business Clouds

Cloud Computing am Standort Deutschland
zwischen Anforderungen,
nationalen Aktivitäten und
internationalem Wettbewerb

acatech (Hrsg.)

acatech POSITION

März 2014

Herausgeber:

acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, 2014

Geschäftsstelle
Residenz München
Hofgartenstraße 2
80539 München

Hauptstadtbüro
Unter den Linden 14
10117 Berlin

Brüssel-Büro
Rue d'Egmont/Egmontstraat 13
1000 Brüssel
Belgien

T +49 (0) 89 / 5 20 30 90
F +49 (0) 89 / 5 20 30 99

T +49 (0) 30 / 2 06 30 96 0
F +49 (0) 30 / 2 06 30 96 11

T +32 (0) 2 / 2 13 81 80
F +32 (0) 2 / 2 13 81 89

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

Koordination: Dr. Christoph Vornholt

Redaktion: Linda Treugut, Dr. Grit Zacharias

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 POSITION

In dieser Reihe erscheinen Positionen der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften zu technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Die Positionen enthalten konkrete Handlungsempfehlungen und richten sich an Entscheidungsträger in Politik, Wissenschaft und Wirtschaft sowie die interessierte Öffentlichkeit. Die Positionen werden von acatech Mitgliedern und weiteren Experten erarbeitet und vom acatech Präsidium autorisiert und herausgegeben.

> INHALT

KURZFASSUNG	6
PROJEKT	9
1 EINLEITUNG	11
2 CLOUD COMPUTING	14
3 ZUKUNFTSPOTENZIAL VON CLOUD COMPUTING	18
4 SIEBEN THESEN ZUM CLOUD COMPUTING IN DEUTSCHLAND	29
5 FÜNF HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR CLOUD COMPUTING AM STANDORT DEUTSCHLAND	35
LITERATUR	39

KURZFASSUNG

Der Fortschritt der Informations- und Kommunikationstechnologie und der Siegeszug des Internets verändern unsere Welt grundlegend; eine digitalisierte Dienstelandschaft entsteht. Wie wichtig die ständige Verfügbarkeit des Internets und seiner Dienstleistungen für die Lebensqualität in unserer Gesellschaft ist, hat jüngst ein Urteil des Bundesgerichtshofs unterstrichen. Cloud Computing ist ein Konzept, das die Bereitstellung von IT-Leistungen als Versorgungsgut ermöglicht: Ähnlich wie Wasser, Strom und Telekommunikationsdienste können Internetdienste jederzeit erreichbar sein und eine verlässliche Qualität haben. Zudem besitzt Deutschland ein großes Potenzial für den Aufbau von Plattformen für internetbasierte Dienste und hat die Chance, sich in ausgewählten Marktsegmenten und Branchen als einer der führenden Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft und Verwaltung zu etablieren.

Die Grundidee beim Cloud Computing ist die Trennung der Anwendungen und dazu benötigter Informationen von der zugrunde liegenden physischen Infrastruktur und der Art der Bereitstellung. Dadurch können benötigte IT-Ressourcen, angepasst an den jeweiligen Bedarf, dynamischer und flexibler genutzt werden. Eine Cloud („Datenwolke“) kann als Menge von einfach aufzurufenden Diensten begriffen werden. Die Abrechnung erfolgt dabei zumeist nach der tatsächlichen Nutzung (Pay-per-Use).

acatech und OFFIS haben in der acatech STUDIE *Future Business Clouds* den deutschen Markt für Cloud Computing analysiert und das Spannungsfeld zwischen dem Bedarf der Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung, den aktuellen nationalen Initiativen und Projekten sowie dem internationalen Wettbewerb untersucht. Ziel war es, Felder des deutschen Portfolios und bestehende Lücken zu identifizieren. Grundsätzlich ist in diesem Vergleich eine weitgehende Übereinstimmung der gestellten Anforderungen mit dem bisherigen nationalen Portfolio von Förder- und Unterstützungsmaßnahmen festzustellen.

Immer mehr Unternehmen stehen dem Cloud Computing aufgeschlossen gegenüber. 75 Prozent der Cloud-Nutzer¹ beurteilen ihre Erfahrungen als durchweg positiv. Gleichwohl wächst die Zahl derer, die Cloud Computing mit Skepsis betrachten. Der Großteil der Unternehmen – insbesondere große Firmen – bevorzugt unverändert private, das heißt für eine Organisation exklusiv bereitgestellte Dienste statt öffentlicher Dienste, die für die breite Öffentlichkeit verfügbare Cloud-Lösungen bieten. Der Anteil der Public Cloud-Nutzer ist zwar von sechs Prozent im Jahr 2012 auf zehn Prozent in 2013 gestiegen, aber vor allem kleinere Unternehmen sind hier noch sehr zurückhaltend.

Als Vorteil des Cloud Computings nennen Cloud-Anwender am häufigsten, dass neue Anwendungen schneller implementiert werden können und kein Kapital des Nutzers durch das Vorhalten von Rechen- und Speicherressourcen gebunden ist. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die Cloud-Dienste anbieten, schätzen in erster Linie die Möglichkeit, neue Märkte zu erschließen beziehungsweise ihren Marktzugang zu verbessern. Zu den Gründen für die Zurückhaltung vieler Unternehmen zählen der unüberschaubare Rechtsrahmen, Schwierigkeiten bei der Beurteilung des vorhandenen Dienstangebots und der Kalkulation dessen (Gesamt-)Kosten sowie fehlende Strategien zur Integration von Cloud-Diensten in die eigene IT- und Unternehmensarchitektur. Hinzu kommen Widerstände in IT-Abteilungen und generelle Zweifel am Mehrwert von Cloud Computing.

Ein weiterer wichtiger Grund ist das fehlende Vertrauen in die Sicherheit von Cloud-Diensten und die Angst vor Datenverlust. Die verbreitete kritische Einstellung wird durch Fälle von Datenmissbrauch wie jüngst die NSA-Affäre und deren weltweite mediale Begleitung befördert. Ereignisse wie der Fall des amerikanischen Whistleblowers Edward Snowden, der die umfassenden Abhörpraktiken der amerikanischen NSA aufdeckte, geben den Skeptikern weitere

¹ Alle Personenbezeichnungen in der acatech POSITION 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.

Argumente gegen die Nutzung von Cloud-Diensten oder sogar allen internetbasierten Diensten an die Hand. Die acatech STUDIE kommt folglich zu dem Ergebnis, dass die Gewährleistung des Datenschutzes die wichtigste Anforderung von Unternehmen an die Cloud-Dienste darstellt.

Trotz seiner günstigen Ausgangslage muss sich Deutschland als Exportnation selbstkritisch seiner Schwachstellen im Dienst- und Produktangebot stellen. Im weltweiten Wettbewerb zum Cloud Computing haben vor allem die USA – aber ebenso bereits China und Singapur – eine starke Marktposition erreicht. Auch auf dem deutschen Markt dominieren US-Anbieter mit ihren Cloud-Angeboten: Deutsche Anbieter nehmen auf dem heimischen Markt zwar eine starke Position bei Managed Clouds sowie im Bereich Software as a Service und bei der Integration von Cloud Services ein – vor allem für den Mittelstand; doch fast die Hälfte aller auf dem deutschen Markt führenden Angebote für Cloud Computing kommt aus den USA.

In Deutschland existiert eine sehr breite Förderlandschaft mit zahlreichen anwendungsspezifischen Projekten, die in eine übergeordnete allgemeine Cloud-Strategie eingebettet ist. So fördert zum Beispiel das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) in dem Programm *Trusted Cloud* die Entwicklung und Erprobung von innovativen, sicheren und rechtskonformen Cloud-Diensten mit insgesamt rund 50 Millionen Euro. Schwerpunkte der deutschen Cloud-Initiativen und Projekte liegen bei der Schaffung repräsentativer Cloud-Ökosysteme als Enabler sowie bei der Adressierung von Sicherheitsaspekten. Marktplätze und Interoperabilität von Cloud-Diensten stehen von europäischer Seite aus explizit im Fokus; die Unterstützung dieser beiden Felder ist in Deutschland am größten. Somit werden zwei der attraktivsten Handlungsfelder von Deutschland adressiert.

Die Unterstützung von Big Data und Data Warehousing durch öffentlich geförderte Projekte, einem weiteren wichtigen Handlungsfeld, erscheint in Deutschland im internationalen Vergleich jedoch gering. Andere, besonders für KMU wichtige Herausforderungen der Kosten- oder Markttransparenz werden bislang kaum fokussiert. Lücken sind auch beim Punkt „Widerstand in IT-Abteilungen gegen Cloud Computing“ festzustellen. Nur wenige der laufenden Cloud-Projekte haben sich vorgenommen, ein größeres Bewusstsein für die Vorteile von Cloud Computing zu schaffen.

Obwohl öffentlich anders kommuniziert, beschäftigen sich tatsächlich nur wenige Projekte mit den KMU-spezifischen Interessen an Sicherheit und Vertrauen. Die Klärung des Rechtsrahmens zählt zu einer der wichtigsten Herausforderungen, um die Attraktivität von Cloud Computing in Unternehmen zu erhöhen. Neben der Rechtssicherheit müssen auch die Zweifel an Cloud-Diensten, vor allem unter dem Aspekt der Datensicherheit und -vertraulichkeit, abgebaut werden. Während Unsicherheiten über Datenschutz und Sicherheit durch Rechtsvorgaben und Regeln geklärt werden können, sind generelle Zweifel und allgemeine, oft diffuse Widerstände gegen Cloud Computing weniger greifbar und damit auch schwerer zu überwinden.

Auf technischer Ebene stellen vor allem die Heterogenität der Plattformen und die noch unzureichende Interoperabilität der Dienste eine erhebliche Herausforderung dar. Notwendig sind hierzu standardisierte Schnittstellen. Ergänzend bedarf es auch einer attraktiven Bereitstellung der Cloud-Angebote. Dies geht über die gebotene Funktionalität hinaus und umfasst wichtige Faktoren wie die einfache und intuitive Nutzbarkeit des Angebots sowie die Anpassbarkeit des Dienstangebots an die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens.

Thesen

1. Im internationalen Vergleich dominieren die USA mit großen, weltweit agierenden Unternehmen den Markt des Cloud Computings. Deutschland kann von den USA und von anderen Staaten bei der Bereitstellung und Nutzung von Cloud-Diensten lernen.
2. Cloud Computing setzt sich in Unternehmen nur auf Basis verlässlicher technischer, rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen durch. Eine präzise und verlässliche IT-Sicherheitsagenda für die Etablierung breit akzeptierter Cloud-Dienste schafft das notwendige Vertrauen in Cloud Computing.
3. Eine bessere Akzeptanz von Cloud-Dienstangeboten entsteht durch attraktive Angebote und Transparenz für den Nutzer.
4. Marktplätze für Cloud-Dienste können Vorbildcharakter für internetbasierte Dienste in der Wirtschaft haben und besondere Strahlkraft entwickeln.
5. Deutschland kann in ausgewählten Marktsegmenten und Branchen einer der führenden Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft und die öffentliche Verwaltung werden.
6. Um sich als führender Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft zu profilieren, ist in Deutschland eine bessere Abstimmung technischer, organisatorischer und rechtlicher Handlungsfelder für Cloud Computing mit einer Vielzahl von Akteuren notwendig.
7. Kleine und mittelständische Unternehmen sind unverzichtbare Akteure für den Erfolg von Cloud Computing in der auf einem starken Mittelstand basierenden deutschen Wirtschaft.

Empfehlungen

1. Eine Expertengruppe soll eine Strategie zur Bündelung der nationalen Aktivitäten zu internetbasierten Produkten und Dienstleistungen erarbeiten.
2. Die Expertengruppe legt eine nationale Roadmap zur langfristigen Weiterentwicklung, aber auch zur kurz- bis mittelfristigen Umsetzung der technologischen Stärken der deutschen Forschung und Industrie vor. Die Roadmap beschreibt, wie sich Deutschland als führender Anbieter für internetbasierte Produkte und Dienstleistungen profilieren kann.
3. Der gesetzliche und regulatorische Rahmen für eine verlässliche Etablierung von Cloud-Diensten muss vor allem bezüglich Datenschutz, Datensicherheit sowie Sicherheits- und Haftungsfragen geklärt und offensiv vertreten werden. Hierzu müssen rechts- und regelkonforme Empfehlungen und Maßnahmen über alle relevanten Rechtsgebiete ausgearbeitet werden – beginnend für den Standort Deutschland mit dem Anspruch einer EU-weiten und letztlich weltweiten Harmonisierung.
4. Eine differenzierte und attraktive Angebotslandschaft für Cloud-Dienste muss insbesondere für Nutzer und Anbieter aus dem großen KMU-Segment aufgebaut werden.
5. Hochschulen und andere Träger der akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung müssen zeitnah mehr Fachkräfte mit Cloud Computing-Kompetenzen für den Arbeitsmarkt qualifizieren.

PROJEKT

Diese acatech POSITION basiert auf der acatech STUDIE *Future Business Clouds - Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft.*² Redaktionsschluss war der 1. Oktober 2013.

> 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

> REVIEWER

- Professor Dr.-Ing. (emer.) José L. Encarnação, Technische Universität Darmstadt/acatech (Leitung des Reviews)
- Prof. Dr. Otthein Herzog, Jacobs University Bremen/acatech
- Prof. Dr. Dr. h. c. mult. August-Wilhelm Scheer, Scheer Group/Universität des Saarlandes
- Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Wolfgang Wahlster, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH/acatech

acatech dankt allen externen Fachgutachtern. Die Inhalte der vorliegenden Position liegen in der alleinigen Verantwortung von acatech.

> KONSORTIALPARTNER

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- OFFIS – Institut für Informatik, Universität Oldenburg

> PROJEKTKOORDINATION

- Dr.-Ing. Stefan Gudenkauf, OFFIS
- Dr.-Ing. Mathias Uslar, OFFIS
- Dr.-Ing. Christoph Vornholt, acatech Geschäftsstelle

> PROJEKTVERLAUF

Projektlaufzeit: 01.07.2012 bis 31.12.2013

Diese acatech POSITION wurde im Dezember 2013 durch das acatech Präsidium syndiziert.

² Appelrath et al. 2013.

> FINANZIERUNG

Das Projekt „Future Business Clouds“ wurde 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

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

> PROJEKTTRÄGER

Projekträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

1 EINLEITUNG

In den Volkswirtschaften vieler Länder – insbesondere auch in Deutschland – ist seit Langem eine Verschiebung von einer früher stark landwirtschaftlich und industriell geprägten Gesellschaft hin zu einer differenzierten Dienstleistungsgesellschaft zu erkennen. Im Zuge dieser Entwicklung wachsen vormals isolierte physische, virtuelle und intellektuelle Dienste auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zu umfassenden und komplexen Dienstleistungen zusammen.³ Als zweitwichtigster europäischer Markt für Softwareentwicklung und IT-Dienstleistungen stellt dies gerade für die deutsche IT-Wirtschaft eine Chance dar, ihre Innovationskraft zu zeigen, ihren Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung zu leisten und ihre 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 Ein solcher Dienst ist zum Beispiel die Paketverfolgung im Internet. 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. Wie wichtig die ständige Verfügbarkeit des Internets und seiner Leistungen für das wirtschaftliche Wohlergehen in unserer Gesellschaft ist, hat jüngst ein Urteil des Bundesgerichtshofs unterstrichen.⁶ 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 dabei eine Metapher für das Internet, das grafisch häufig als eine ebensolche Wolke dargestellt wird.⁷

Aktuelle Erhebungen und Bestandsaufnahmen zeigen, dass immer mehr Unternehmen dem Thema Cloud Computing aufgeschlossen gegenüberstehen.⁸ Gleichwohl wächst – mitunter auch durch tagespolitische Einflüsse und deren mediale Begleitung – die Zahl derer, die Cloud Computing mit Skepsis betrachten. Auf der einen Seite beurteilen 75 Prozent der Cloud-Nutzer ihre Erfahrungen als durchweg positiv. Andererseits geben Ereignisse 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-Diensten oder sogar allen internetbasierten Diensten an die Hand, da die zugrunde liegende Kommunikationsinfrastruktur ebenfalls systematisch kompromittiert wurde.⁹

Wie die Erhebungen zeigen, bevorzugt der Großteil der Unternehmen unverändert private, das heißt für eine Organisation exklusiv zur Verfügung gestellte Dienste statt öffentlicher Dienste, welche für die breite Öffentlichkeit verfügbare Cloud-Lösungen bieten.¹⁰ 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 sechs Prozent im Jahr 2012 auf zehn Prozent in 2013 gestiegen, aber insbesondere kleinere Unternehmen sind hier noch sehr zurückhaltend.¹¹ Diese

³ Stemmer et al. 2011.

⁴ Leimbach 2010.

⁵ Heuser/Wahlster 2011; THESEUS Begleitforschung 2010.

⁶ BGH 2013.

⁷ Krishnan 2010.

⁸ Wallraf/Weber 2013.

⁹ Ebenda; Greenwald/MacAskill 2013; Greenwald et al. 2013; Ignatius 2013; Gellman/Poitras 2013.

¹⁰ Wallraf/Weber 2013.

¹¹ Ebenda.

Zurückhaltung überrascht, da viele Public Cloud-Dienstangebote gerade auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) als Kundengruppe abzielen. Sie legt die Vermutung nahe, dass das bestehende Angebot noch nicht auf die Bedürfnisse von KMU angepasst ist und andere Vorbehalte bestehen. Plausible und von den Betroffenen immer wieder angeführte Gründe sind hier der unüberschaubare Rechtsrahmen, Schwierigkeiten bei der Beurteilung des vorhandenen Dienstangebots und dessen (Gesamt-)Kosten sowie fehlende Strategien zur Integration von Cloud-Diensten in die eigene IT- und Unternehmensarchitektur.

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

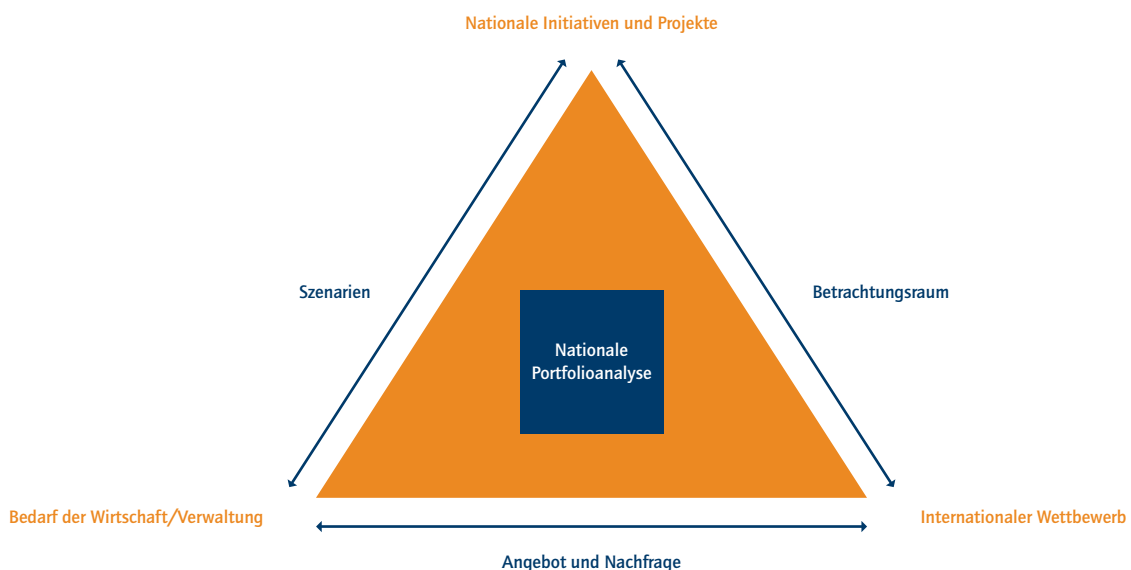
- dem Bedarf der Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung,
- den aktuellen nationalen Initiativen und Projekten sowie
- dem internationalen Wettbewerb.

Ziel war es, 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.

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

Abbildung 1: Spannungsfeld des nationalen Cloud-Portfolios



- 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 gibt es? 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?

Aus der zeitgleich vorgelegten Studie *Future Business Clouds* leitet die acatech POSITION in Kapitel 4 Thesen und in Kapitel 5 daraus resultierende Empfehlungen zum Cloud Computing in Deutschland ab. Davor bringt Kapitel 2 eine kompakte Übersicht zum Cloud Computing und Kapitel 3 eine Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse der Studie zum Zukunftspotenzial von Cloud Computing.

2 CLOUD COMPUTING

Begriffsbildung

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.¹² 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 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. Die Ressourcen, die diese Dienste beanspruchen, 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).

Charakteristika und Klassifikation

Cloud-Dienste besitzen gemäß NIST die folgenden fünf Charakteristika:¹³

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 nach ihrem Dienstyp und der Art ihrer Bereitstellung mit jeweils fünf Dienstypen und fünf Bereitstellungsarten sind in den Tabellen 1 und 2 beschrieben.¹⁴ Abbildung 2 zeigt einen Überblick über die Klassifikation.

Cloud Computing als disruptiver Innovationstreiber

Technologien sind wichtige Treiber für die Entwicklung neuartiger Produkte und Dienste und mitunter für die Evolution ganzer Branchen und Industriezweige. Gerade in der IT-Branche gibt es viele Beispiele solcher Innovationen, die einen Wandel ihres gesamten Marktes oder zumindest großer Segmente davon herbeigeführt haben. Solche grundlegenden,

¹² Mell/Grance 2011.

¹³ In Anlehnung an Vossen et al. 2012.

¹⁴ Mell/Grance 2011.

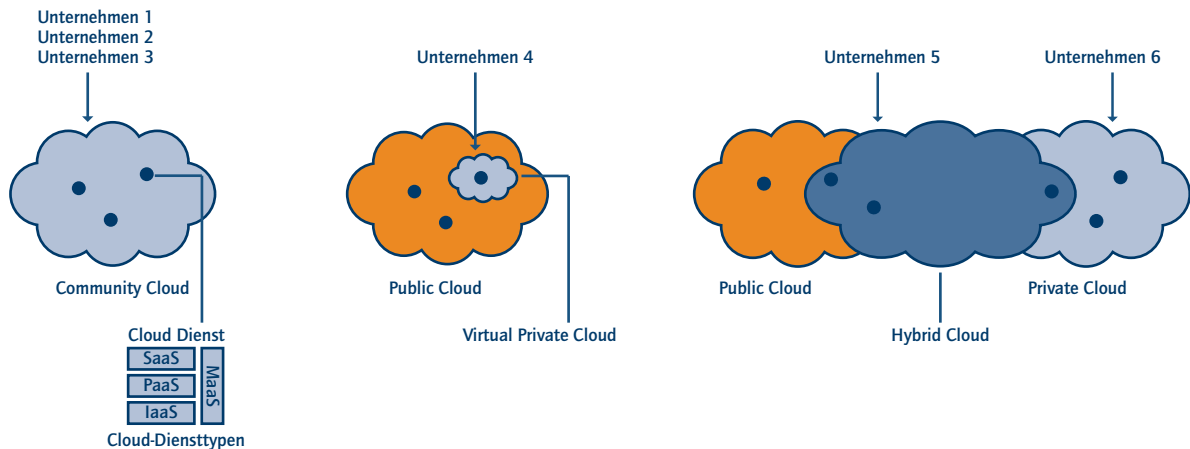
Abbildung 2: Bereitstellungsarten und Typen von Cloud-Diensten¹⁵

Tabelle 1: Cloud-Diensttypen

Infrastructure as a Service (IaaS)	Virtuelle Hardware oder Infrastruktur, z. B. 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	Verknüpfung einzelner Software-Komponenten (u. a. 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

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

¹⁵ In Anlehnung an Vossen et al. 2012.

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 Technologien vom Markt verdrängen, ohne dass dies bei ihrer Entwicklung zu erwarten oder zu Beginn beabsichtigt gewesen wäre.¹⁶ Disruptive Technologien erfüllen 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.

Entsprechend diesem Verständnis stellt Cloud Computing eine disruptive Innovation dar. Sie ist keine prinzipiell neue Technologie – denn es gibt Vorläufer wie Cluster Computing, Grid Computing, ASP, Virtualisierung und Outsourcing – aber Cloud Computing bietet ein neues, breit angelegtes Technologiebündel zur Bereitstellung differenzierter und individuell konfigurierbarer IT-Dienste. Von neun Kriterien, die als Indikatoren für den disruptiven Charakter einer Innovation angesehen werden,¹⁷ 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.

Akzeptanz und Skepsis

Während immer mehr Unternehmen dem Thema Cloud Computing aufgeschlossen gegenüberstehen,¹⁸ betrachten andere Cloud Computing mit Skepsis. 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 anschauliches Beispiel liefert der Dateisynchronisationsdienst Dropbox.¹⁹ Um Dateien der Nutzer zu speichern, benutzt Dropbox den Webdienst S3 der Amazon Web Services.²⁰ 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.²¹ 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 nährt.²²

Diese „Misstrauenskultur“ bei der Nutzung von internetbasierten Diensten ist zuletzt deutlich und möglicherweise nachhaltiger als in der Vergangenheit gewachsen. Die verbreitete kritische Einstellung wird befördert durch Fälle von Datenmissbrauch wie jüngst die NSA-Affäre und deren weltweite mediale Begleitung. Im Juni 2013 veröffentlichten die *Washington Post* und der *Guardian* ein durch den ehemaligen Vertragsmitarbeiter 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.²³ 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

¹⁶ Christensen 2000.

¹⁷ Bower/Christensen 1995.

¹⁸ Wallraf/Weber 2013.

¹⁹ <https://www.dropbox.com/> [Stand: 05.10.2013].

²⁰ <https://www.dropbox.com/help/27/de> [Stand: 10.10.2013].

²¹ Ebenda.

²² Vahldiek 2010.

²³ Greenwald/MacAskill 2013; Greenwald et al. 2013.

lassen.²⁴ Auf der anderen Seite bietet sich durch die gestiegene Aufmerksamkeit für Sicherheitsfragen die Chance, das weithin bekannte Sicherheitsdenken deutscher Unternehmen als Standort- und Wettbewerbsvorteil für sichere Cloud-Dienste zu nutzen.

Safe Harbor (engl. für „Sicherer Hafen“) ist eine Entscheidung der Europäischen Kommission vom Juli 2000, die es europäischen Unternehmen ermöglichen sollte, personenbezogene Daten legal in die USA zu übermitteln. Die Richtlinie 95/46/EG (Datenschutzrichtlinie) verbietet es grundsätzlich, personenbezogene Daten aus EU-Mitgliedsstaaten in Staaten zu übertragen, die über kein dem EU-Recht

vergleichbares Datenschutzniveau verfügen. Dies trifft auf die USA zu, da diese keine umfassenden gesetzlichen Regelungen kennen, die den Standards der EU entsprechen. Nach Aufdeckung der PRISM-Überwachung 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 unter dem bisherigen Austauschsystem zulassen. Dieses und weitere Beispiele führen aufgrund der starken internationalen Vernetzung bei der Nutzung von Cloud-Diensten zur Verunsicherung von Unternehmen und Privatpersonen.

²⁴ Ignatius 2013; Gellman/Poitrass 2013.

3 ZUKUNFTSPOTENZIAL VON CLOUD COMPUTING

Bedarf der Wirtschaft – Vorteile und Anforderungen aus Sicht von KMU

Cloud Computing verspricht eine Reihe von Vorteilen für Nutzer und Anbieter. Im Rahmen der acatech STUDIE *Future Business Clouds* wurden bereits bekannte und neu identifizierte Vorteile von Cloud Computing in mit KMU durchgeführten Workshops und in repräsentativen 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 in Aussicht stehende erhöhte organisatorische Flexibilität und verringerten Aufwände der IT-Administration bei der Verwendung von Cloud Computing in den durchgeführten Workshops als Chancen identifiziert wurden. Bei den konkret diskutierten Anwendungsszenarien standen sie aber nicht im Vordergrund. 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 Kapitalaufwendungen 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 die aus einem größer werdenden Kundenkreis resultierenden niedrigeren 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 erachtet. Zusätzlich wurde mehrfach die Erfüllung von Sicherheitsgarantien als wesentlicher 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 als selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Während die Berechnung der Gesamtkosten zur Dienst-erbringung 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“, nicht-technische 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 wurde in Workshops das Bereitstellen von ausreichenden Bandbreiten und Kapazitäten für Internetanbindungen angemahnt und wurden 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, die 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.

Internationaler Wettbewerb – 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 (G8) auch China, Singapur, Schweden und die Europäische Union (EU) berücksichtigt.²⁵ Die wesentlichen Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt.

Insgesamt ist in den meisten der betrachteten Länder eine politisch breit abgestimmte 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 Europäischen Union (EU) findet sich im 7. Forschungsrahmenprogramm und dessen Folgeprogramm Horizon 2020. Diese stellen das finanzielle Instrument der EU zur Steuerung der Forschung dar. Ein

²⁵ Grundsätzlich wurden über 100 Projekte aus mehr als 25 Ländern betrachtet, darunter auch Südkorea und Brasilien. Für den Vergleich wurde jedoch eine Auswahl getroffen, um den Aufwand zu begrenzen. Die G8 wurde aufgrund ihrer wirtschaftlichen und politischen Bedeutung ausgewählt. China wurde als ein Beispiel für einen wirtschaftlich und technologisch aufstrebenden Staat berücksichtigt. Singapur wurde wegen des eigenen Anspruchs aufgenommen, eine Vorreiterrolle im asiatischen Cloud-Markt einzunehmen, sowie wegen der klar definierten Cloud-Strategie und des beträchtlichen Engagements der singapurischen Regierung. Schweden wurde ausgewählt, da es eine Spitzenposition hinsichtlich der Ausgaben für Forschung und Entwicklung – gemessen am Bruttoinlandsprodukt innerhalb Europas – einnimmt und darüber hinaus ein für Nordeuropa exemplarisches Fördersystem aufweist.

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 Cloud Computing in den eigenen IT-Umgebungen vorrangig behandeln 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 Daten-dienste im Vordergrund stehen; Open Source Plattformen 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 Forschung und Entwicklung (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 (1,27 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 (1,81 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 hat das Land – auch beim Cloud Computing – zurückgeworfen und die Planungen der japanischen Regierung und auch der Telekommunikationsunternehmen negativ beeinflusst.

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.

Nationale Portfolioanalyse – deutsche Stärken und Schwächen im Überblick

Die Studie Future Business Clouds zeigt nationale Stärken beim Cloud Computing auf, verdeutlicht aber auch, an

welchen Stellen eine stärkere Orientierung an Vorbildern („best practice“) im internationalen Wettbewerb sinnvoll ist. Hierzu wurden die Ergebnisse zum Bedarf der Wirtschaft, den nationalen, insbesondere öffentlichen Aktivitäten und dem internationalen Wettbewerb zusammengeführt, analysiert und um eine Experteneinschätzung ergänzt. Damit soll ein fundierter Diskussionsbeitrag zum weiteren Auf- und Ausbau von Cloud Computing geschaffen werden.

Nachfolgend werden zunächst die für Cloud Computing besonders attraktiven Handlungs- und Technologiefelder vorgestellt (siehe Infobox Hochattraktive Handlungs- und Technologiefelder im Cloud Computing) und die Abdeckung der Anforderungen an Cloud Computing in Deutschland durch nationale Initiativen und Projekte beleuchtet. Anschließend wird die Landschaft der führenden (internationalen) Anbieter von Cloud Computing mit Blick auf den deutschen Markt zusammengefasst.

Handlungs- und Technologiefelder im Cloud Computing

Als mit Abstand attraktivste Handlungs- und Technologiefelder wurden 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 nicht explizit durch deutsche Cloud-Projekte 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 Faktoren 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; in Deutschland ist die Unterstützung dieser beiden Felder am größten. Dabei können sich die beiden 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 der Nutzung von Diensten eines Anbieters können so für Dienstenutzer verhindert werden. Erfahrungen mit dem Betrieb solcher Marktplätze sind in Deutschland zum Beispiel bei Anbietern wie Deutsche Telekom, IBM, Microsoft unter anderem, 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 Dienstyp 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.

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 ein 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.²⁶

Data as a Service: Data as a Service ist eine datenbezogene Dienstleistung aus zentralisierten Quellen, die Daten aggregiert, deren Qualität sichert und gegebenenfalls bereinigt sowie anreichert, und diese verschiedenen Systemen, Anwendungen oder zur mobilen Nutzung unabhängig vom Standort anbietet.²⁷

Elastizität und Skalierbarkeit: Das Laufzeitverhalten bei Veränderungen von Eingabe- oder Problemgrößen wird durch die Skalierbarkeit des Systems charakterisiert. Als skalierbar gilt ein System, wenn 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.²⁸

Interoperabilität: Interoperabilität ist im Allgemeinen die Fähigkeit zweier oder mehrerer Systeme oder Komponenten,

Informationen auszutauschen und ausgetauschte Informationen zu verwenden.²⁹ 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.³⁰

Big Data und Data Warehousing: Unter Big Data wird die Erzeugung von (meist ökonomischem) Nutzen aus der schnellen Analyse großer Datenmengen aus verschiedenen Informationsquellen unterschiedlicher Qualität und Struktur verstanden.³¹ Data Warehousing fokussiert die Speicherung und die Bereitstellung von Daten für zum Beispiel ein differenziertes Reporting und 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 werden Marktplatz oder Dienstemarktplatz genannt.³²

Rechtssicherheit: Die Gewissheit über sowie die Klärung von rechtlichen Rahmenbedingungen in einem verlässlichen Zeitraum wird als Rechtssicherheit bezeichnet. Die Themen Datenschutz, Besonderheiten der Auftragsdatenverarbeitung in Kombination mit Verschlüsselung und Codierung, Telekommunikationsrecht, Abgabenordnung, Versicherungsaufsichtsrecht, Strafrecht, Betriebsverfassungsrecht sowie das Vertragsrecht werden im Cloud Computing als besonders beachtenswerte Aspekte einer umfassenden Rechtssicherheit angesehen.³³ Ergänzend kann auch das Urheberrecht von Belang sein.³⁴

²⁶ Mell/Grance 2011.

²⁷ Vgl. Dan et al. 2007; Truong/Dustdar 2009.

²⁸ Vossen et al. 2012.

²⁹ IEEE 1990.

³⁰ Lewis 2012.

³¹ Bartel et al. 2012.

³² Stemmer et al. 2011.

³³ Vossen et al 2012.

³⁴ Glaus et al. 2012.

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.

Abdeckung der nationalen Anforderungen an Cloud Computing

Um das Bild des nationalen Portfolios zu vervollständigen, wurde untersucht, ob die in der acatech STUDIE 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 explizit adressiert. 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 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, rechtlicher und wirtschaftlicher 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.

Führende Anbieter von Cloud Computing auf dem deutschen Markt

Nachfolgend werden die führenden Anbieter von Cloud Computing auf dem deutschen Markt diskutiert. Die Erhebung basiert auf der aktuellen Anbieterstudie

der Experton Group AG.³⁵ Tabelle 3 fasst am Ende des Abschnitts die Ergebnisse dieser Anbieterbetrachtung bezüglich elf Segmenten beziehungsweise Cloud-Angebot(styp)en aggregiert für die jeweiligen Anbieterländer zusammen. Diese Segmente 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, Großbritannien, 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.³⁶ Bedeutende Anbieter sind hier Amazon, Google, HP, IBM und Microsoft.³⁷ 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. 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 wandelt, also zu dedizierten als auch multimandantenfähigen IaaS-Diensten, inklusive begleitenden Integrations- und Beratungsdienstleistungen (Cloud Transformation). Bei Managed Clouds und bei Integrations- und Beratungsdienstleistungen ist das Unternehmen CSC ebenfalls in Deutschland führend. 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.³⁸ 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 (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.

Deutsche Anbieter setzen bei Cloud-Dienstleistungen einen Schwerpunkt auf die Bereitstellung von Managed Clouds.³⁹ 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.

³⁶ Ebenda.

³⁷ Financial Times 2013.

³⁸ VCE ist eine Allianz der Unternehmen VMware, Cisco und EMC.

³⁹ Velten et al. 2013.

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.⁴⁰ 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. 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.⁴¹

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 es, den Handel mit Cloud-Infrastrukturkapazitäten in Analogie zum elektronischen Wertpapier- und Energiehandel zu vereinfachen und zu beschleunigen.⁴²

Mit dem Angebot der HANA Cloud Plattform ist SAP einer der führenden Anbieter von PaaS-Diensten für Cloud-basierte Unternehmensanwendungen.⁴³ 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.⁴⁴ Atos bietet sowohl dedizierte als auch mehrmandantenfähige Managed Clouds sowie darüber hinaus auch Integrations-

⁴⁰ Ebenda.

⁴¹ <https://portal.telekomcloud.com/informationen/sicherheit/sicherheit-im-business-marketplace/> [Stand: 07.10.2013].

⁴² <http://www.zimory.com/news/newsroom/press-releases-de/cloud-exchange-press-release/> [Stand: 08.10.2013].

⁴³ Velten et al. 2013; <https://www54.sap.com/pc/tech/cloud/software/hana-cloud-platform-as-a-service/index.html> [Stand: 07.10.2013].

⁴⁴ Velten et al. 2013.

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.⁴⁵ 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 Europäischen Union sind neben den bereits unter Deutschland, Frankreich und Großbritannien 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.⁴⁶ 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.⁴⁷ Absehbar ist jedoch, dass gerade sehr große chinesische IT-Firmen zukünftig in den internationalen Cloud-Markt drängen werden.⁴⁸ 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.⁴⁹

Nationale Aktivitäten – 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 (BMWi) 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

⁴⁵ Ebenda.

⁴⁶ Ebenda.

⁴⁷ Ebenda.

⁴⁸ <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].

⁴⁹ <http://gigaom.com/2013/01/09/a-peek-inside-chinas-internet-giants-and-their-massive-scale/> [Stand 27.09.2013].

Computing, das im Oktober 2010 gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft gestartet wurde.⁵⁰

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 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 Ontologiemanagement, 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.

Tabelle 3: Länderbezogene Bewertung der Cloud-Anbieter auf dem deutschen Markt

CLOUD-ANGEBOTE/ MARKTSEGMENTE	US	DE	FR	UK	EU	JP
Marktsegmente	++	++	+	++	+	+
Public Clouds (IaaS)	++	+				+
Marktplätze	++	+				+
Cloud Management-Werkzeuge	++	+				
Cloud-Infrastrukturen	++					
PaaS	++	+				+
Cloud Security	++					+
Kollaboration, ERP und CRM (SaaS)	++	++				
Integration und Beratung	++	++	+	+	+	
Cloud Services für den Mittelstand	++	++		++		+
Distribution	+	+				

(Legende: + Marktführerschaft, ++ Starke Marktführerschaft)

⁵⁰ http://www.pressestelle.tu-berlin.de/medieninformationen/2011/maerz_2011/medieninformation_nr_652011/ [Stand 13.10.2013].

Im Spannungsdreieck zwischen nationalen Initiativen und Projekten, internationalem Wettbewerb und dem Bedarf von Wirtschaft und Verwaltung, vor allem aus Sicht der KMU, wurden daher in der acatech STUDIE *Future Business Clouds* relevante Untersuchungsergebnisse zu einem nationalen

Portfolio für Cloud Computing zusammengefasst. Im folgenden Kapitel 4 werden daraus kondensiert sieben Thesen zu Cloud Computing in Deutschland aufgestellt, aus denen sich fünf Handlungsempfehlungen ableiten, die abschließend in Kapitel 5 präsentiert werden.

4 SIEBEN THESEN ZUM CLOUD COMPUTING IN DEUTSCHLAND

Im weltweiten Wettbewerb zum Cloud Computing haben vor allem die USA – aber ebenso bereits China und Singapur – eine starke Marktposition erreicht. Auch auf dem deutschen Markt dominieren US-Anbieter mit ihren Cloud-Angeboten. Deutsche Anbieter haben auf dem heimischen Markt starke Positionen bei Segmenten wie Managed Clouds, SaaS etwa bei ERP- und CRM-Systemen sowie Integration und Beratung, vor allem bei Cloud Services für den Mittelstand. Die folgenden sieben Thesen beschreiben den Markt und die Rahmenbedingungen für Cloud Computing in Deutschland.

These 1: Im internationalen Vergleich dominieren die USA mit großen, weltweit agierenden Unternehmen den Markt des Cloud Computings. Deutschland kann von den USA und von anderen Staaten bei der Bereitstellung und Nutzung von Cloud-Diensten lernen.

Die in Kapitel 3 vorgestellte Anbieterübersicht zeigt klar, dass der deutsche Markt durch US-Anbieter dominiert wird – und zwar übergreifend bezüglich Angebot(styp)en und Marktsegmenten.

In Deutschland, Europa und weltweit wird der Einsatz von Cloud-Technologien in zahlreichen Initiativen und Förderprogrammen vorangetrieben. Um die Relevanz dieser Aktivitäten für den Standort Deutschland einschätzen zu können, gibt die Studie eine breite Übersicht zu einzelnen Initiativen und Projekten der G8-Länder, von China, Singapur, Schweden und der Europäischen Union (EU) und stellt die jeweils zugrunde liegenden Cloud-Strategien dar.

In Deutschland gibt es eine breite Förderlandschaft mit vielen, oft branchen- und anwendungsspezifischen Projekten. Obwohl die jeweiligen Strategien bezüglich Cloud Computing in den einzelnen Ländern insgesamt recht unterschiedlich sind und von verschiedenen Faktoren wie Förderinstrumenten, Fördervolumina, institutionellen Rahmenbedingungen und Netzausbau abhängig sind, lassen sich die ermittelten Ergebnisse als Basis für eine

Einordnung und Weiterentwicklung der deutschen Strategie aus den Erfahrungen anderer Länder nutzen.

Weitere Aspekte bedürfen der Analyse, und notwendige Maßnahmen zur Forcierung des Cloud Computings müssen hinsichtlich der für Deutschland relevanten Faktoren priorisiert werden. Dazu zählen zum Beispiel: staatliche Starthilfen für Einzelthemen wie branchenspezifische Cloud-Marktplätze und Cloud-relevante Basistechnologien, Nutzensteigerung von Government Clouds in der öffentlichen Verwaltung und auch als mögliches Vorbild für die Wirtschaft, Cloud First-Strategien als Vorgabe zur vornehmlichen Nutzung von Cloud-Diensten in (semi-)staatlichen Projekten, verstärkte Förderung durch den Staat in Form von direkten Zuschüssen und zur Forcierung des Cloud Computings passende Steuererleichterungen.

These 2: Cloud Computing setzt sich in Unternehmen nur auf Basis verlässlicher technischer, rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen durch. Eine präzise und verlässliche IT-Sicherheitsagenda für die Etablierung breit akzeptierter Cloud-Dienste schafft das notwendige Vertrauen in Cloud Computing.

Die Klärung des Rechtsrahmens zählt zu einer der wichtigsten Herausforderungen, um die Attraktivität von Cloud Computing in Unternehmen zu erhöhen. Dabei sind zwei Aspekte hervorzuheben: der Bezug der Rechtssicherheit für Cloud-Dienste auf den nationalen Rechtsraum sowie die Ausarbeitung von Compliance-Maßnahmen.

Die Klärung und Einhaltung des Rechtsrahmens für internetbasierte Dienste ist mit Blick auf den nationalen Rechtsraum nicht als Schwächung auf dem Weg zu einer Spitzenposition im internationalen Wettbewerb zu sehen, sondern stellt eine grundlegende Notwendigkeit zur Forcierung von Cloud-Diensten auf dem deutschen Markt dar. Dabei ist eine enge Abstimmung mit dem internationalen Umfeld notwendig, um die Import- und Exportwege

digitaler Dienste und ihrer vielfältigen Abhängigkeiten zu berücksichtigen.

Neben der Rechtssicherheit muss auch die Akzeptanz von Cloud-Diensten vor allem unter dem Aspekt der Datensicherheit und -vertraulichkeit betrachtet werden. Bedingt durch aktuelle Diskussionen zur Vertraulichkeitswahrung der führenden US-amerikanischen Cloud-Dienste kommt es bei US-Anbietern zu teilweise deutlichen Umsatzeinbußen, während private Cloud-Lösungen verstärkt nachgefragt werden. Häufig wird betont, dass US-Anbieter Risiken bezüglich Sicherheit und Zugriff durch Dritte bergen. Gemäß Patriot Act waren Anbieter mit Sitz in den USA jedoch schon längst verpflichtet, auf Behördenanfrage Daten preiszugeben, sodass de facto eine grundlegende Änderung nicht erfolgt ist. Nicht zuletzt auch dank der sich zu einem Wettbewerbsvorteil herausbildenden starken Datenschutzbestimmungen in Deutschland, kommt diese Entwicklung auch nationalen Anbietern zugute, da der weltweite Speicher- und Rechenbedarf für Clouds trotz aktueller Zurückhaltung einiger potenzieller Nutzer steigen wird.

Eine gewisse technologische Souveränität Deutschlands bei Cloud-Diensten scheint erreichbar, ohne tatsächliche oder vermeintliche Skandale in den Vordergrund zu rücken, die auch den Ruf der (Basis-)Technologien des Cloud Computings an sich beschädigen. Eine Entkopplung von genereller, international vereinbarter IT-Sicherheitsagenda und gegebenenfalls unterschiedlicher nationaler Wirtschafts- und Sicherheitspolitiken ist ein wichtiger Aspekt, der bisher nicht ausreichend untersucht ist.

These 3: Eine bessere Akzeptanz von Cloud-Dienstangeboten entsteht durch attraktive Angebote und Transparenz für den Nutzer.

Immer mehr Unternehmen stehen dem Thema Cloud Computing aufgeschlossen gegenüber.⁵¹ Gleichwohl wächst die

Zahl derer, die Cloud Computing mit Skepsis betrachten.⁵² Ein Großteil der Unternehmen bevorzugt dabei weiterhin und inzwischen verstärkt private Cloud-Lösungen.⁵³ Der Anteil der Public Cloud-Nutzer ist zwar von sechs Prozent im Jahr 2012 auf aktuell zehn Prozent im Jahr 2013 gestiegen, aber vor allem kleinere Unternehmen sind hier noch zurückhaltend. Die Vermutung liegt nahe, dass das bestehende Angebot tatsächlich noch nicht hinreichend genau auf die Bedürfnisse von KMU als Kundengruppe passt oder von den KMU zumindest als nicht passgenau wahrgenommen wird.

Zu den Gründen für diese Zurückhaltung zählen die mangelnde Transparenz und Kalkulierbarkeit der Gesamtkosten zur Dienstleistung oder -nutzung, Widerstände in IT-Abteilungen, Datenverlustängste sowie die mangelnde Klärung von rechtlichen und regulatorischen Bestimmungen. Die unzureichende Integration von Inhouse-Lösungen und die Interoperabilität mit Diensten Dritter werden ebenfalls als wichtige Anforderungen genannt, hauptsächlich aufseiten der KMU.

Ergänzend bedarf es auch einer attraktiven Bereitstellung der Cloud-Angebote. Dies geht über die gebotene Funktionalität hinaus und umfasst wichtige Faktoren wie die einfache und intuitive Nutzbarkeit des Angebots sowie Modularität beziehungsweise Anpassbarkeit des Dienstangebots an die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens. Attraktive Angebote machen auch einen nutzergerechten Dialog nötig, um Cloud-Dienste in Unternehmen zu etablieren. Dabei müssen Kostenstrukturen transparent gemacht werden, um sie mit denen herkömmlicher IT-Lösungen vergleichen zu können, und müssen transparente und akzeptierte Richtlinien zu Datenschutz und Datensicherheit etabliert werden.

Konkrete Empfehlungen für die Integration von Cloud-Diensten mit vorhandenen Inhouse-Lösungen müssen gemeinsam zwischen Anbietern und Nutzern erarbeitet werden, um in Pilotvorhaben zunächst einzelne Dienste in bestehenden

⁵¹ Wallraf/Weber 2013.

⁵² Wallraf/Weber 2013; Greenwald et al.

⁵³ Wallraf/Weber 2013.

Unternehmensarchitekturen evaluieren zu können. Zudem können repräsentative Anwendungsfälle einer nachweisbaren Interoperabilität von Cloud-Diensten gerade Start-ups attraktive Vorlagen bieten, um Risiken einer möglichen Cloud-Vorreiterrolle sichtbar und berechenbar zu machen.

These 4: Marktplätze für Cloud-Dienste können Vorbildcharakter für internetbasierte Dienste in der Wirtschaft haben und besondere Strahlkraft entwickeln.

Marktplätze für Cloud-Dienste beginnen, sich in vielen Bereichen zu etablieren und verändern die Nutzung von internetbasierten Diensten im Allgemeinen nachhaltig. Repräsentative Beispiele sind etwa die Logistics Mall aus der Logistikbranche und goBerlin aus dem Bereich der öffentlichen Verwaltung sowie das Projekt CLOUDwerker aus dem Technologieprogramm Trusted Cloud.

In Deutschland sind die Marktplätze für Cloud-Dienste noch heterogene und isolierte Plattformen für einzelne Branchen beziehungsweise eingeschränkte Community Clouds. Es gibt eine Vielzahl von technischen, organisatorischen und rechtlichen Herausforderungen, die an solche Marktplätze gestellt werden.⁵⁴ Diese können jedoch mit ihrer Community-Ausrichtung in einer abgegrenzten und bekannten Fachdomäne meist einfacher gelöst werden, als eine allgemeine, zu generische Lösung für beliebige internetbasierte Dienste anzustreben.

Erst mit zunehmender Konsolidierung und Reife der zugrunde liegenden Technologien und deren Nutzung werden anspruchsvolle Themen wie die Interoperabilität zwischen Diensten aus verschiedenen Marktplätzen relevant werden, um komplexe und branchenübergreifende Wertschöpfungsketten aufbauen zu können. Ein Beispiel liefert die Accenture Cloud Platform, die eine solche Interoperabilität zwischen beliebigen Cloud-Diensten bereitstellen soll. Die Integration

von Cloud-Diensten von und mit vorhandenen Inhouse-Lösungen wird sowohl in den Nutzungsszenarien als auch durch KMU als wichtige Hürde angesehen.

Marktplätze für Cloud-Dienste bieten dabei im Sinne eines verbesserten Marktzugangs besonders KMU mit geringen oder keinen eigenen IT-Kapazitäten die Möglichkeit, professionelle IT-Dienste zu nutzen, ohne sich um deren technische Administration und Wartung kümmern zu müssen. Wichtige Aspekte vor allem für die KMU sind die weitgehende Gewährleistung der Austauschbarkeit von Cloud-Diensteanbietern, die Etablierung entsprechender Eintritts-, Anbieterwechsel- und Kündigungsprozesse sowie die Stabilität rechtlicher Rahmenbedingungen, zum Beispiel über modulare Mustervertragsregelungen.

These 5: Deutschland kann in ausgewählten Marktsegmenten und Branchen einer der führenden Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft und die öffentliche Verwaltung werden.

Die deutsche Wirtschaft ist in hohem Maße exportorientiert. Beispielsweise überstiegen die Ausfuhren im Jahr 2012 mit 1.097 Milliarden Euro den bisherigen Rekordwert des Jahres 2011. Die fünf wichtigsten Empfängerländer deutscher Waren sind dabei Frankreich, die USA, das Vereinigte Königreich, die Niederlande und die Volksrepublik China. Die wichtigsten Exportgüter sind Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeugteile sowie Maschinen.⁵⁵ Deutschland ist bei eingebetteten Systemen führend und nimmt auch im Markt für Sicherheitslösungen und Unternehmenssoftware eine Spitzenstellung ein.⁵⁶ Mit dem bereits gesetzten Schwerpunkt auf Cyber-Physical Systems (CPS)⁵⁷ als Basis für ein Internet der Dinge sowie für ein Internet der Dienste mit den dazugehörigen dienstorientierten Unternehmensarchitekturen nimmt Deutschland im internationalen Wettbewerb eine günstige Ausgangsposition ein.

⁵⁴ Stemmer et al. 2011.

⁵⁵ Statistisches Bundesamt 2013, S. 403-404, 410.

⁵⁶ acatech 2011.

⁵⁷ Geisberger/Broy 2012.

Die Konvergenz beider Aspekte zum Internet der Dinge und Dienste schafft eine gute Basis für den zukünftigen Erfolg internetbasierter Dienstleistungen in Wirtschaft und Verwaltung in Deutschland. Dabei steht die allgegenwärtige Nutzbarkeit von IT-Diensten im Vordergrund, die durch entsprechend qualifiziertes Personal im Zusammenspiel mit innovativen IT-Systemen erbracht werden und auf intelligenten Produkten basieren. Hier profitiert Deutschland von der traditionell starken Ingenieurskompetenz bei der Entwicklung von komplexen Softwaresystemen. Deutschland verfügt auch über Stärken in der Schaffung repräsentativer, sogenannter Cloud-Ökosysteme. Die Kombination dieser Stärken bietet gute Chancen für konkrete Software-Dienstleistungen (Software as a Service), die Adressierung von Sicherheitsaspekten sowie Aufbau und Etablierung von Cloud-Marktplätzen und ihrer Interoperabilitätsaspekte zur Schaffung weitgreifender Wertschöpfungsketten.

Trotz dieser günstigen Ausgangslage muss sich Deutschland als Exportnation selbstkritisch seinen Schwachstellen im Dienst- und Produktangebot stellen. Hier spielen besonders die Plattformen für internetbasierte Dienste eine Rolle. Während sowohl der Markt für Cloud Computing als auch der Markt für mobile Endgeräte von den USA und Asien beherrscht wird, besitzt Deutschland mit dem Schwerpunkt auf der Schaffung und Etablierung von Cloud-Marktplätzen ein großes Potenzial bezüglich Dienstplattformen. Die Umsetzung solcher Plattformen für internetbasierte Dienste kann im Zusammenspiel mit den ohnehin starken Branchen der deutschen Wirtschaft wie Automobilbau, Elektrotechnik und Maschinenbau eine Hebelwirkung entfalten, um Deutschland als einen der führenden Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft und Verwaltung 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.⁵⁸

Im Segment der Premiumangebote sind insbesondere die Automobilbranche, aber auch Konsum- und Gebrauchsgütermärkte stark vertreten. Das B2B-Segment weist jedoch im Gegensatz zu ausgeprägten Volumenmärkten eine Vielzahl von Besonderheiten auf:⁵⁹

- Der Wert von B2B-Produkten und Dienstleistungen bemisst sich für Kunden nicht unbedingt am Verkauf oder Bezugspreis. Indirekte Kosten wie 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 oft auf mehreren Hierarchieebenen stattfindet.
- Anders als Konsum- oder Gebrauchsgüter können B2B-Produkte als Erfahrungsgüter kaum ausprobiert und ausgetauscht werden.
- B2B-Märkte sind durch die enge Kooperation von Anbietern und Kunden, Bekanntheit aller Akteure sowie gegenseitige Abhängigkeiten geprägt.
- B2B-Märkte weisen häufig langfristig stabile Wettbewerbsstrukturen auf. Kurzfristige Steigerungen des Marktanteils werden im Gegensatz zu schnell wachsenden Märkten als hochriskant angesehen.

Gerade im B2B-Segment profitieren deutsche Unternehmen stark von der Globalisierung, da Kundenbedürfnisse in eng definierten Marktsegmenten nicht nur national

⁵⁸ Venohr 2010.

⁵⁹ Ebenda.

ähnlich sind, sondern weltweit adressiert werden können. Auf der anderen Seite bergen Nischenstrategien auch Risiken, etwa wenn sich Kundenbedürfnisse durch disruptive Innovationen und 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.

These 6: Um sich als führender Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft zu profilieren, ist in Deutschland eine bessere Abstimmung technischer, organisatorischer und rechtlicher Handlungsfelder für Cloud Computing mit einer Vielzahl von Akteuren notwendig.

Die Entwicklung internetbasierter Dienste steht gemessen an ihrem Potenzial weitgehend noch am Anfang. Um Deutschland als führenden Anbieter für internetbasierte Dienste insbesondere für KMU zu profilieren, ist noch eine Vielzahl von Herausforderungen zu bewältigen.⁶⁰ Dabei stellen auf technischer Ebene vor allem die Heterogenität der Plattformen und die noch unzureichende Interoperabilität der Dienste eine erhebliche Herausforderung dar. Notwendig sind hierzu standardisierte Schnittstellen, um Dienste auf den verschiedenen Bereitstellungsebenen (IaaS, Paas, SaaS) entkoppeln und produktunabhängig und interoperabel gestalten zu können. Hier ist zum einen eine Etablierung von Marktstandards wie bei Amazon Web Services (AWS) und Microsoft Windows Azure zu beobachten. Zum anderen gilt es, die Arbeiten und Ergebnisse verschiedener Standardisierungsorganisationen im Cloud Computing zu berücksichtigen und für den Standort Deutschland zu nutzen.⁶¹

Eine weitere, grundlegende Herausforderung ist die flächendeckende Bereitstellung ausreichender und kostengünstiger

Bandbreiten für TK- und IT-Dienste. Hier sind unterschiedliche Bedarfe festzustellen: Anbieter von Internet-Telefoniediensten haben sicherlich einen ungleich höheren Bedarf an die Dienstgüte der TK-Infrastruktur als ein Mail-Anbieter. Weiter ist der intelligente Umgang mit geringen Bandbreiten für Dienstanbieter genauso eine technische Herausforderung wie auch eine Chance, hohe Verfügbarkeit mit einer grundlegenden, stabil verfügbaren Basisleistung anzubieten. Letzteres aber nur, wenn wenigstens minimale Bandbreitengarantien gewährleistet werden können.

Auf organisatorischer Ebene gilt es, die Dienstgüte durch Service Level Agreements (SLA) möglichst einheitlich festlegen und automatisiert überprüfen zu können. Zusätzlich müssen Dienste einheitlich beschrieben werden können. Mit der Universal Service Description Language (USDL) gibt es beispielsweise eine vielversprechende Spezifikation für den Handel mit IT-Diensten, die im Rahmen von THESEUS entwickelt wurde.⁶² Deren Verwendung in Projekten des Technologieprogramms Trusted Cloud kann weitere Erkenntnisse liefern, welche Faktoren für die technisch-organisatorische Beschreibung von Diensten in welcher Differenzierung berücksichtigt werden müssen.

Auf der rechtlichen Ebene bestehen die Hauptaufgaben darin, das Beziehungsgeflecht von oft international vernetzten Cloud-Diensten und nationalen Rechtsräumen zu klären sowie konkrete Compliance-Maßnahmen auszuarbeiten. Hierzu ist es notwendig, dass Dienste so beschrieben werden, dass ihre Bewertung aus rechtlicher und regulatorischer Sicht möglich ist. Die in der Studie verwendete Taxonomie zur Darstellung der Nutzungsszenarien kann hier als vielversprechende Ergänzung existierender technischer Spezifikationen wie der USDL gesehen werden.⁶³ Letztere definieren Dienste beziehungsweise deren Teilaspekte, um sie einer maschinellen Bearbeitung und Automatisierung zugänglich zu machen. Die in der Studie

⁶⁰ Vgl. Stemmer et al. 2011, S. 48-49.

⁶¹ BMWi 2012.

⁶² <http://www.w3.org/2005/Incubator/usdl/> [Stand 13.10.2013].

⁶³ Gudenkauf et al. i. E.

erarbeitete Taxonomie stellt dagegen das Vorhandensein oder die Abwesenheit der entsprechenden Beschreibung eines Teilaspekts des Dienstes – nicht die Definition des Teilaspekts selbst – in den Vordergrund, um die Bewertung des Dienstes durch Nutzer zu vereinfachen.

Es gibt zahlreiche nationale Handlungsfelder und Herausforderungen, etwa eine notwendige breitere Aufstellung bezüglich der fokussierten Technologiefelder als bisher. Dabei sollte die internationale Konkurrenzsituation berücksichtigt werden, um konsequente Schlüsse für die Etablierung des für Deutschland angestrebten Leitmarktes ziehen zu können.

Strategien könnten durch die relevanten Anspruchsgruppen in einer „Dacharbeitsgruppe“ einer etablierten Institution erarbeitet werden. Dazu ist eine detaillierte Technologie-Roadmap nötig, um dringend notwendige Arbeiten zu forcieren und die beeinflussenden Rahmenbedingungen zu klären.

These 7: Kleine und mittelständische Unternehmen sind unverzichtbare Akteure für den Erfolg von Cloud Computing in der auf einem starken Mittelstand basierenden deutschen Wirtschaft.

Mittelständische Unternehmen 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.⁶⁴ Dabei sind mehr als 99 Prozent aller deutschen Unternehmen zum

Mittelstand zu zählen. Der Erfolg des Mittelstandes fußt dabei 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 einer in der Regel soliden Finanzierung.⁶⁵ Zudem ist der Mittelstand 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 vertreten.

Dem Thema Cloud Computing stehen KMU jedoch überwiegend skeptisch gegenüber.⁶⁶ Dies kommt überraschend, da viele Public Cloud-Dienstangebote gerade auf diese Unternehmen als Kundengruppe abzielen. Dabei können Cloud-Dienste gerade den KMU Vorteile bieten, zum Beispiel beim Zugang zu Branchenlösungen as a service, die für Nutzer als normale Lizenzen nicht rentabel wären.

Mittelständische Unternehmen können auch als Anbieter für Branchen- oder Nischendienste auftreten. Cloud-Dienste – deren elastische Skalierbarkeit auf der Automatisierung des Dienstemanagements auf der Anbieterseite beruht – können hier dazu beitragen, die Marktführerschaft von Hidden Champions im globalen Markt abzusichern oder sogar auszubauen. Sie erhöhen – vor allem in Verbindung mit Premiumprodukten oder Fachdienstleistungen – nicht nur die Kundenbindung, sondern erlauben auch, flexibel auf Nachfrageschwankungen reagieren zu können.

⁶⁴ BMWi 2013.

⁶⁵ Ebenda.

⁶⁶ Wallraf/Weber 2013.

5 FÜNF HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR CLOUD COMPUTING AM STANDORT DEUTSCHLAND

Auf Basis der in Kapitel 3 dieser Position zusammengefassten Ergebnisse und der in Kapitel 4 aufgestellten sieben Thesen empfiehlt acatech, die fünf folgenden Handlungen beziehungsweise konkreten Maßnahmen für Ausbau und Verbesserung des Cloud Computings in Deutschland vorrangig zu ergreifen:

Empfehlung 1: Eine Expertengruppe soll eine Strategie zur Bündelung der nationalen Aktivitäten zu internet-basierten Produkten und Dienstleistungen erarbeiten.

Die Bundesregierung setzt eine Expertengruppe für internet-basierte Produkte und Dienstleistungen ein mit dem Ziel, Deutschland als führenden Anbieter internetbasierter Dienste für die Wirtschaft und öffentliche Verwaltung zu profilieren. Hierzu erarbeitet die Gruppe strategische Handlungsvorschläge für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft (Zielvorgabe), überprüft den Fortschritt der einzelnen nationalen Aktivitäten bezüglich des Zielerreichungsgrades (Bilanzierung) und nimmt gegebenenfalls Korrekturen vor (Ziel- und Aktivitätsanpassung).

Die Expertengruppe wird für einen beschränkten Zeitraum von drei bis fünf Jahren konstituiert, um einerseits nachhaltig strategisch agieren zu können, aber andererseits mit fortschreitender Entwicklung und bei zu langer Aufgabenübertragung die eigene Legitimation nicht zu verlieren. Die Hauptaufgaben der Expertengruppe sollten sein:

- Erarbeitung einer abgestimmten und zielgerichteten Strategie zur Profilierung Deutschlands als führender Anbieter internetbasierter Dienste für Wirtschaft und öffentliche Verwaltung
- Vernetzung und Motivation der Akteure in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik
- Zusammenführung und Synergiebildung von Akteuren aus den Bereichen Cyber Physical Systems, Cloud Computing sowie Recht und Compliance

- Ganzheitlich systemische Betrachtung des technischen, organisatorischen und rechtlich-regulatorischen Rahmens für internetbasierte Dienste – national wie international
- Regelmäßige Formulierung aktueller Handlungsempfehlungen an die Politik (Zielvorgabe)
- Regelmäßige Klärung der aktuellen Lage und Überprüfung des Fortschritts koordinierter Aktivitäten (Bilanzierung)

Die Expertengruppe ist mit Vertretern universitärer und außeruniversitärer Wissenschaftseinrichtungen, von Unternehmen, Fachverbänden, zivilgesellschaftlichen Einrichtungen wie Nichtregierungsorganisationen und Behörden sowie gegebenenfalls mit – wenn nötig, aber nicht ausufernd – weiteren Akteuren zu besetzen. Alle relevanten Anspruchsgruppen und ihre Anforderungen sind ausreichend zu berücksichtigen. Dies betrifft die Anbieterseite ebenso wie die Nutzerseite, hier vor allem die dringend einzubindenden KMU sowie Interessenverbände wie BITKOM, Verband der IT-Anwender VOICE, VDI und andere.

Die Expertengruppe arbeitet in enger Abstimmung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und weiteren eventuell beteiligten Ressorts zusammen. Dabei strebt die Expertengruppe an, in dem ihr vorgegebenen engen Zeitfenster möglichst schnell einen Konsens zwischen den Akteuren – insbesondere zwischen der Anbieter- und der Nutzerseite – zu finden und Vorschläge zur möglicherweise notwendigen raschen Konfliktauflösung zu machen. Dieser Prozess muss transparent und bei Entscheidungen begründend gestaltet werden.

Zusammensetzung und Struktur der Expertengruppe müssen konsequent auf die gestellten Aufgabenbereiche ausgerichtet sein. Die Gruppe kann beispielsweise in verschiedene thematische Arbeitsgruppen untergliedert und durch einen Lenkungskreis koordiniert werden. Ein Lenkungskreis sollte mit Entscheidungsträgern aus den

vertretenen Handlungsfeldern und Stakeholdern aus den Interessengruppen besetzt sein.

Empfehlung 2: Die Expertengruppe legt eine nationale Roadmap zur langfristigen Weiterentwicklung, aber auch zur kurz- bis mittelfristigen Umsetzung der technologischen Stärken der deutschen Forschung und Industrie vor. Die Roadmap beschreibt, wie sich Deutschland als führender Anbieter für internetbasierte Produkte und Dienstleistungen profilieren kann.

Die Entwicklungsstufen zur Profilierung Deutschlands als führender Anbieter für internetbasierte Dienste müssen in einer Technologie-Roadmap festgehalten werden. Dabei sind drei Aspekte wesentlich:

- Die Ergebnisse abgeschlossener und laufender Förderprogramme und Initiativen müssen analysiert und, soweit geeignet, in kompakter Form in die Technologie-Roadmap integriert werden. Dazu gehören unter anderem Ergebnisse aus dem Zukunftsprojekt Industrie 4.0, der BMWi-Technologieprogramme Trusted Cloud und Autonomik und aus weiteren großen Verbundprojekten in den Bereichen Cloud Computing, Big Data etc., aber auch aus stärker anwendungs- und branchenbezogenen Entwicklungen wie Smart Grids.
- Eine enge Abstimmung bei der Festlegung der Technologie-Roadmap mit Programmen und Institutionen der Europäischen Union wie etwa dem EU-Programm Future Internet Public-Private Partnership (FI-PPP) oder den EIT ICT Labs ist notwendig, um ein Auseinanderdriften nationaler und europäischer Entwicklungen zu verhindern und den nachhaltigen Erfolg der deutschen Anbieterstrategie abzusichern.
- Die Roadmap muss die vorhandene Forschungs- und Technologielandschaft im Hinblick auf die Anforderungen der deutschen Anbieterstrategie

neu bewerten. Wichtige Technologien, wie etwa die weitgehende Integration von Sensoren, Hauptspeicherresidenten Datenbanksystemen (In-Memory-Databases) und Big Data-Plattformen, müssen zu marktgängigen Produkten ausgebaut und anschließend am internationalen Markt behauptet werden.

Die Roadmap sollte dem Anspruch „Stärken stärken“ genügen und Technologieentwicklung mit dem Ziel einer internationalen Anbieterrolle forcieren. Dabei sollte Deutschland anstreben, zumindest eine führende Position bei ausgewählten hochqualitativen Cloud Computing-Technologien und attraktiven Cloud-Dienstleistungen einzunehmen. Hier bietet sich ein Zusammenspiel der starken deutschen Industriebranchen mit der IKT-Branche an, wobei tendenziell der Business-to-Business (B2B)-Bereich und das Premiumsegment großvolumiger Massenmärkte die größten Erfolge bei einer angestrebten globalen Dominanz – zumindest in Nischenmärkten – versprechen.

Die Roadmap für internetbasierte Produkte und Dienstleistungen sollte federführend die Expertengruppe ausarbeiten und integraler Teil der von diesem Gremium entwickelten Gesamtstrategie sein. Parallel zu der Technologie-Roadmap sind auch eine verständliche Kommunikations-Roadmap und eine Roadmap für die notwendigen Investitionen zu erarbeiten. Diese inhaltlichen, detaillierten Vorgaben lassen sich aus der acatech STUDIE nicht verbindlich ableiten. Hier sollten schlagkräftige Konsortien unter Lenkung der Expertengruppe in jeweils kurzfristig vorzulegenden Konzepten konkrete Vorschläge unterbreiten.

Empfehlung 3: Der gesetzliche und regulatorische Rahmen für eine verlässliche Etablierung von Cloud-Diensten muss vor allem bezüglich Datenschutz, Datensicherheit sowie Sicherheits- und Haftungsfragen geklärt und offensiv vertreten werden. Hierzu müssen rechts- und regelkonforme Empfehlungen und Maßnahmen über alle relevanten Rechtsgebiete

ausgearbeitet werden – beginnend für den Standort Deutschland mit dem Anspruch einer EU-weiten und letztlich weltweiten Harmonisierung.

Ziel des Rechtsrahmens muss es sein, einen offenen und geregelten globalen Datenverkehr zu ermöglichen. Um den Weg für eine internationale Nutzung in Deutschland akzeptierter Dienste zu ebnen, gilt es, die Abschottung des deutschen Marktes durch rechtliche und regulatorische Schranken größtenteils zu vermeiden. Dennoch ist es notwendig, bezüglich Datenschutz, Datensicherheit sowie Sicherheits- und Haftungsfragen größtmögliche Klarheit herzustellen, um den Grundstein für eine verlässliche Angebotslandschaft für Cloud-Dienste zu legen.

Wichtig ist dabei nicht nur die rechtliche Bewertung von internetbasierten Produkten und Dienstleistungen im Nachhinein, das heißt erst nach ihrer Entwicklung und Inbetriebnahme, sondern die Ausarbeitung von rechts- und regelkonformen Empfehlungen und Maßnahmen (Compliance) über alle relevanten Rechtsgebiete, um internetbasierte Produkte und Dienstleistungen schon während der Konzeption im Vorhinein absichern zu können. In Ergänzung zum präventiven Datenschutz (Privacy by Design) kann hier von Compliance by Design gesprochen werden.⁶⁷ Dies sichert durch stabile Rahmenbedingungen schon in der frühen Phase der Geschäftsmodellkonzipierung eine zielgerichtetere Entwicklung und Nachhaltigkeit für einen zukünftigen Betrieb.

Den gesetzlichen und regulatorischen Rahmen sollte wie bei der Technologie-Roadmap federführend die Expertengruppe für internetbasierte Produkte und Dienstleistungen erarbeiten und integraler Bestandteil der von diesem Gremium erarbeiteten und vertretenen Gesamtstrategie sein.

Empfehlung 4: Eine differenzierte und attraktive Angebotslandschaft für Cloud-Dienste muss insbesondere für Nutzer und Anbieter aus dem großen KMU-Segment aufgebaut werden.

Neben der Klärung des gesetzlichen und regulatorischen Rahmens für Cloud-Dienste als grundlegende Voraussetzung müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden, um eine differenzierte und attraktive Angebotslandschaft für Cloud-Dienste aufzubauen. Hierbei stehen besonders die Nutzer und Anbieter aus dem KMU-Segment im Vordergrund, da sie das Rückgrat der deutschen Wirtschaft bilden und meist bereits stark und erfolgreich in Auslandsmärkten vertreten sind. Daher sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Erarbeitung von Blaupausen für neue und die Adaption bestehender Geschäftsmodelle für internetbasierte Dienste oder die Ergänzung klassischer Geschäftsmodelle aus starken Branchen um digitale Dienste hin zu hybriden (Premium-)Dienstleistungen
- Erarbeitung akzeptierter Richtlinien zur Transparenz und Kalkulierbarkeit der Gesamtkosten zur Dienstleistung und/oder -nutzung sowie zur Vergleichbarkeit der Kostenstrukturen von Cloud-Diensten mit herkömmlichen IT-Lösungen
- Bereitstellung transparenter und verlässlicher Richtlinien zu Datenschutz und Datensicherheit sowie Sicherheits- und Haftungsfragen
- Implementierung der technischen Mittel, um eine größere Modularität beziehungsweise Anpassbarkeit des Dienstangebots an die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens zu ermöglichen
- Entwicklung konkreter Empfehlungen für die Integration von Cloud-Diensten mit vorhandenen Inhouse-Lösungen von sowohl Anbietern als auch Nutzern, um in Pilotvorhaben zunächst einzelne Dienste in bestehenden Unternehmensarchitekturen austesten und danach ausrollen zu können
- Erarbeitung von Blaupausen für die Interoperabilität von Cloud-Diensten anhand repräsentativer Anwendungsfälle, um insbesondere für Startups Risiken einer möglichen Cloud-Vorreiterrolle sichtbar und berechenbar zu machen

⁶⁷ Vgl. Schaar 2010.

An der Umsetzung dieser Empfehlung und konkreter Maßnahmen sind verschiedene Akteure beteiligt. Die Expertengruppe sollte hier die beteiligten Stakeholder koordinieren; die Verantwortung zur Umsetzung der jeweils erarbeiteten Maßnahmen liegt aber naturgemäß bei den Akteuren selbst.

Empfehlung 5: Hochschulen und andere Träger der akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung müssen zeitnah mehr Fachkräfte mit Cloud Computing-Kompetenzen für den Arbeitsmarkt qualifizieren.

Der Bedarf an Fachkräften für Cloud Computing und internetbasierte Dienstleistungen für Wirtschaft und Verwaltung wurde in der Studie *Future Business Clouds* nicht analysiert. Die Notwendigkeit einer Ausbildungs- und Qualifizierungsoffensive ist aber breit belegt. Mit Blick auf Cloud Computing sucht fast jedes dritte (rund 32 Prozent) Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten bei der Besetzung freier Stellen Cloud-Spezialisten.⁶⁸

Universitäten, Fachhochschulen, Berufsakademien und weitere Bildungseinrichtungen müssen mehr Fachkräfte für Cloud Computing aus- und weiterbilden. Die für Cloud Computing-Spezialisten notwendigen Bildungsangebote sollten sich am technologischen Portfolio der nationalen

Cloud-Produkte und -Dienstelandschaft orientieren. Hierbei sind besonders die Schnittstellen zwischen IKT, Rechtsrahmen und Unternehmensorganisation zu beachten. Dazu müssen Aus- und Weiterbildung in betroffenen Studiengängen und anderen Bildungsangeboten in Informatik, Wirtschaftsinformatik, Softwaretechnik, IT-Management, Wirtschaftsingenieurwesen, Betriebswirtschaft, Jura etc. angepasst und gegebenenfalls interdisziplinäre Curricula mit Schnittflächenprofilen zwischen den einzelnen Disziplinen gebildet werden. Gleichzeitig müssen aber auch entsprechende Arbeitsplätze in deutschen Unternehmen geschaffen werden. Es sollte geprüft werden, inwieweit die Erarbeitung einer Gründungs- und Ausgründungsstrategie das Arbeitsplatzangebot positiv beeinflussen kann.

Wesentlich für die Profilierung Deutschlands als führender Anbieter internetbasierter Dienste sind auch die Technologien, die für Endnutzer nicht direkt sichtbar, aber für Cloud-Dienste unverzichtbar sind, wie Hauptspeicherresidente Datenbankmanagementsysteme und Big Data-Plattformen. Für deren Ausbau zu marktgängigen Produkten im internationalen Wettbewerb sind ebenfalls viele spezialisierte Fachkräfte notwendig, die bisher – vor allem auf dem deutschen Arbeitsmarkt – nicht ausreichend verfügbar sind.

⁶⁸ BITKOM 2013.

LITERATUR

acatech 2011

acatech (Hrsg.): *Cyber-Physical Systems. Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

Appelrath et al. 2013

Appelrath, H.-J./Kagermann, H./Krcmar, H. (Hrsg.): *Future Business Clouds. Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Internet-basierte Dienste für die Wirtschaft* (acatech STUDIE), München: Herbert Utz Verlag 2013.

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.

BGH 2013

Bundesgerichtshof (BGH): *Urteil vom 24.1.2013* (Az. III ZR 98/12), Karlsruhe 2013.

BITKOM 2013

BITKOM: *Pressemeldung: IT-Mittelstand sucht Software-Entwickler* (28.11.2012), Berlin 2013.

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.

BMWi 2013

Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi): *German Mittelstand. Motor der deutschen Wirtschaft*, Berlin 2013.

Bower/Christensen 1995

Bower, J. L./Christensen, C. M.: „Disruptive Technologies: Catching the Wave“, In: *Harvard Business Review*, 73(1), Cambridge 1995, S. 43–53.

Christensen 2000

Christensen, C. M.: *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, New York, NY: HarperCollins Verlag 2000.

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.

Financial Times 2013

Financial Times: *FT Global 500 2013*, 2013. URL: <http://www.ft.com/intl/companies/ft500> [Stand: 30.08.2013].

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].

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*. Berlin: Kompetenzzentrum Trusted Cloud 2012.

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].

Gudenauf et al. i. E.

Gudenauf, S./Josefiok M./Göring A./Norkus, O.: „A Reference Architecture for Cloud Service Offers“. In: *Proceedings of the 17th IEEE International EDOC Conference*, Vancouver, BC (09-13.09.2013), 2013, i. E.

Heuser/Wahlster 2011

Heuser, L./Wahlster, W.: *Internet der Dienste* (acatech DISKUTIERT), Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 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, NY 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].

Krishnan 2010

Krishnan, S.: *Programming Windows Azure* (1st ed.), Sebastopol, CA: O'Reilly Verlag 2010.

Leimbach 2010

Leimbach, T.: *Software und IT-Dienstleistungen. Kernkompetenzen der Wissensgesellschaft Deutschland* (Fraunhofer ISI), Karlsruhe 2010.

Lewis 2012

Lewis, G. A.: *The Role of Standards in Cloud-Computing Interoperability* (Technical Note CMU/SEI-2012-TN-012), Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University 2012.

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.

Schaar 2010

Schaar, P.: „Privacy by Design“. In: *Identity in the Information Society* 3 (2): Springer Verlag 2010, S. 267-274.

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.

THESEUS-Begleitforschung 2010

THESEUS-Begleitforschung: *Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation: Das Internet der Dienste*, Berlin 2010.

Truong/Dustdar 2009

Truong, H.-L./Dustdar, S.: „On Analyzing and Specifying Concerns for Data as a Service“. In: *Services Computing Conference* (APSCC 2009), IEEE Asia-Pacific 2009.

Vahldiek 2010

Vahldiek, A.: „Auslagern mit Diebstahlschutz: Persönliche Dateien sicher im Internet speichern“. In: *C't* 15/2010, Vogel Verlag: Hannover 2010.

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.

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*, Köln: Deutsche Standards Editionen 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/Weber 2013

Wallraf, B./Weber, M.: *Cloud-Monitor 2013. Cloud-Computing in Deutschland – Status quo und Perspektiven* (KPMG, BITKOM), 2013.

> BISHER SIND IN DER REIHE acatech POSITION UND IHRER VORGÄNGERIN acatech BEZIEHT POSITION FOLGENDE BÄNDE ERSCHIENEN:

acatech (Hrsg.): *Privatheit im Internet. Chancen wahrnehmen, Risiken einschätzen, Vertrauen gestalten* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2013.

acatech (Hrsg.): *Georessource Boden – Wirtschaftsfaktor und Ökosystemdienstleister. Empfehlungen für eine Bündelung der wissenschaftlichen Kompetenz im Boden- und Landmanagement* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

acatech (Hrsg.): *Perspektiven der Biotechnologie-Kommunikation. Kontroversen – Randbedingungen – Formate* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Faszination Konstruktion – Berufsbild und Tätigkeitsfeld im Wandel. Empfehlungen zur Ausbildung qualifizierter Fachkräfte in Deutschland* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

acatech (Hrsg.): *Anpassungsstrategien in der Klimapolitik* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

acatech (Hrsg.): *Die Energiewende finanzierbar gestalten. Effiziente Ordnungspolitik für das Energiesystem der Zukunft* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Menschen und Güter bewegen. Integrative Entwicklung von Mobilität und Logistik für mehr Lebensqualität und Wohlstand* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

acatech (Hrsg.): *Biotechnologische Energieumwandlung in Deutschland. Stand, Kontext, Perspektiven* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012.

acatech (Hrsg.): *Mehr Innovationen für Deutschland. Wie Inkubatoren akademische Hightech-Ausgründungen besser fördern können* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Georessource Wasser – Herausforderung Globaler Wandel. Ansätze und Voraussetzungen für eine integrierte Wasserressourcenbewirtschaftung in Deutschland* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Future Energy Grid. Informations- und Kommunikationstechnologien für den Weg in ein nachhaltiges und wirtschaftliches Energiesystem* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2012. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Cyber-Physical Systems. Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Den Ausstieg aus der Kernkraft sicher gestalten. Warum Deutschland kerntechnische Kompetenz für Rückbau, Reaktorsicherheit, Endlagerung und Strahlenschutz braucht* (acatech POSITION), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Smart Cities. Deutsche Hochtechnologie für die Stadt der Zukunft* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 10), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Akzeptanz von Technik und Infrastrukturen* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 9), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

acatech (Hrsg.): *Nanoelektronik als künftige Schlüsseltechnologie der IKT in Deutschland* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 8), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

acatech (Hrsg.): *Leitlinien für eine deutsche Raumfahrtspolitik* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 7), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

acatech (Hrsg.): *Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 6), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2010.

acatech (Hrsg.): *Intelligente Objekte – klein, vernetzt, sensitiv* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 5), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.

acatech (Hrsg.): *Strategie zur Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Handlungsempfehlungen für die Gegenwart, Forschungsbedarf für die Zukunft* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 4), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik in Deutschland. Empfehlungen zu Profilbildung, Forschung und Lehre* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 3), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008. Auch in Englisch erhältlich (als pdf) über: www.acatech.de

acatech (Hrsg.): *Innovationskraft der Gesundheitstechnologien. Empfehlungen zur nachhaltigen Förderung von Innovationen in der Medizintechnik* (acatech BEZIEHT POSITION, Nr. 2), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2007.

acatech (Hrsg.): *RFID wird erwachsen. Deutschland sollte die Potenziale der elektronischen Identifikation nutzen* (acatech BEZIEHT POSITION, 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