

# Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle und Entwicklungspotenziale

*Architekturparadigmen der IT stehen stets im Spannungsfeld von Zentralisierung und Dezentralisierung. Im Rahmen des Cloud Computing vollzieht sich aktuell eine Hinwendung zu stärker zentralisierten Architekturen. Die Anwender von IT-Dienstleistungen werden dabei weitgehend von der kapitalintensiven Beschaffung der Hard- und Software sowie der Vorhaltung eigener Personalressourcen befreit. Im Modell des Cloud Computing werden IT-Dienstleistungen bedarfsorientiert auf Basis eines Mietmodells bezogen. Cloud Computing ermöglicht es Unternehmen, auf Basis skalierbarer, lose gekoppelter IT-Ressourcen und variabler Kostenmodelle ein hohes Maß an Flexibilität zu erreichen.*

## Inhaltsübersicht

- 1 Definitiorische Abgrenzung
  - 1.1 Application Service Providing versus Software as a Service
  - 1.2 Grid Computing versus Cloud Computing
  - 1.3 Ausprägungen des Cloud Computing
- 2 Cloud-basierte Geschäftsmodelle
  - 2.1 IaaS-Geschäftsmodell
  - 2.2 PaaS-Geschäftsmodell
  - 2.3 SaaS-Geschäftsmodell
- 3 Potenziale im Cloud Computing
- 4 Herausforderungen im Cloud Computing
- 5 Literatur

## 1 Definitiorische Abgrenzung

Das Cloud Computing wird von einer Reihe Autoren als Basisinnovation charakterisiert, die das Potenzial hat, die IT-Industrie nachhaltig zu verändern [BITKOM 2009; Kurz 2008]. Als Blaupause dieser Entwicklung wird häufig das sogenannte »Utility Computing« genannt, eine

Vision aus den Anfängen des Internets. Demnach werden IT-Dienstleistungen eine Marktstruktur und Standardisierung erreichen, die denjenigen anderer Versorgungsindustrien (z.B. Gas, Wasser, Energie) ähnelt. In einem solchen Szenario entsteht eine globale Marktinfrastruktur, auf deren Basis standardisierte Einheiten von IT-Leistungen ähnlich bezogen bzw. gehandelt werden wie elektrischer Strom an einer Strombörse (»IT aus der Steckdose«).

In der Literatur existiert bisher keine eindeutige Definition für das Cloud Computing. Infolgedessen können jeweils nur einzelne Richtungen oder Ausprägungen beschrieben werden [Weinhardt et al. 2009]. Cloud Computing selbst stellt eine Ansammlung von Diensten, Anwendungen und Ressourcen dar, die dem Nutzer flexibel und skalierbar über das Internet angeboten werden, ohne eine langfristige Kapitalbindung und IT-spezifisches Know-how vorauszusetzen. Es handelt sich um eine Form des IT-Sourcings, bei der der komplette Betrieb und Wartungsaufwand beim Anbieter verbleibt und ausschließlich die Leistung vom Kunden angemietet und verbrauchsabhängig bezahlt wird. Der Kunde kann, abhängig von der vertikalen Integrationstiefe, entweder komplette Softwareanwendungen oder nur die notwendige IT-Infrastruktur beziehen [Stanoievska-Slabeva et al. 2010].

Cloud Computing baut auf existierende Technologien und Verfahren auf. Als Wegbereiter ist zum einen das Application Service Providing (ASP) zu nennen, das eine marktreife Weiterentwicklung in Form von Software-as-a-Service-(SaaS-)Modellen erfahren hat. Zum anderen liefert das vor allem im Forschungskontext entwickelte Grid Computing wesentliche Impulse für eine verteilte Ressourcennutzung.

### 1.1 Application Service Providing versus Software as a Service

Das ASP-Modell stellt eine besondere Form des IT-Outsourcings dar, bei der der Anbieter auf Basis fest definierter Service Level Agreements (SLAs) Leistungen, wie z.B. Administration, Support und Hosting, übernimmt und dem Kunden komplette Anwendungen über das Internet zur Verfügung stellt [Buxmann & Hess 2008]. Im Gegensatz zum klassischen IT-Outsourcing, bei dem jedem Kunden eine individuelle Lösung angeboten wird, handelt es sich beim ASP vorwiegend um Standardlösungen mit einem geringen Individualisierungsgrad. In diesem Fall wird häufig von einem One-to-many- oder Single-Tenant-Ansatz gesprochen, bei dem der Kunde einen nahezu identischen Dienst über separate Ressourcen bezieht [Günther et al. 2001].

Im Gegensatz zu den standardisierten ASP-Angeboten bietet das SaaS-Konzept eine deutlich höhere Individualisierungsmöglichkeit und ist besonders für die IT-gestützte Abwicklung komplexer Geschäftsprozesse geeignet. Es beruht auf einem verbrauchsabhängigen Mietmodell, bei dem der tatsächliche Ressourcenverbrauch pro Nutzer flexibel gestaltet und abgerechnet werden kann. Die Grundlage für solch eine nachfrageorientierte und dynamische Abwicklung ist eine Multi-Tenancy-Architektur, die es erlaubt, mehrere Kunden mit denselben virtualisierten IT-Ressourcen zu bedienen [Köhler-Schulte 2009]. Der hohe Individualisierungsgrad von SaaS-Software wird erreicht, indem die Standardlösungen anschließend für den Kunden konfigurier- und anpassbar bleiben, ohne die Systemarchitektur ändern zu müssen. Im Grunde beschreiben beide Konzepte, ASP und SaaS, das gleiche Modell, stellen aber unterschiedliche Entwicklungsstufen und Ausprägungen dar.

### 1.2 Grid Computing versus Cloud Computing

Grid Computing ermöglicht es, Rechenkapazitäten und Informationen über die Grenzen von einzelnen Standorten oder Organisations-

einheiten gemeinsam zu nutzen [Foster et al. 2001]. Die in diesem Zusammenhang benötigten verteilten Ressourcen werden dabei zu einem virtuellen Hochleistungscomputer verbunden, um rechenintensive Prozesse effektiver und schneller bearbeiten zu können. Der Koordination und Kontrolle einer entsprechenden verteilten Ressourcenallokation und -nutzung wird dabei ein besonderer Stellenwert beigemessen [Foster & Kesselman 2003].

Die Abgrenzung zwischen Grid und Cloud Computing liegt in der Ressourcenbereitstellung und -nutzung (vgl. Tab. 1). Während beim Cloud Computing ein zentraler Ressourcenbestand von einem Anbieter bereitgestellt und koordiniert wird, findet beim Grid Computing eine dezentrale Zusammenführung mehrerer verschiedener Ressourcenquellen statt [Marinos & Briscoe 2009]. Vergleicht man die Nutzer im Grid und Cloud Computing miteinander, wird ein wesentlicher Unterschied deutlich. Bei Grid-Kunden handelt es sich um wenige Einzelkunden, wie Forschungseinrichtungen, die Rechenleistung von vielen kleinen IT-Ressourcen meist kostenlos beziehen, z.B. im Falle des SETI@home-Projekts der Berkeley Universität (vgl. <http://setiathome.berkeley.edu>) hauptsächlich von privaten PCs. Demgegenüber steht beim Cloud Computing eine große Anzahl von Geschäfts- und Privatkunden, die ihre Leistung von einem einzelnen Anbieter beziehen. Ein weiterer Unterschied beider Ansätze liegt in der bisher mangelnden bzw. defizitären Etablierung von Geschäftsmodellen für das Grid Computing, die nach wie vor mithilfe öffentlicher Mittel finanziert werden [Weinhardt et al. 2009; Vaquero et al. 2009]. Demgegenüber ist das Cloud Computing durch eine Wirtschaftlichkeitsausrichtung geprägt, beispielsweise über die Ausgestaltung von Kundenbeziehungen.

### 1.3 Ausprägungen des Cloud Computing

Cloud-Computing-Modelle lassen sich aktuell nach drei wesentlichen Merkmalsausprägungen differenzieren. Zum einen existiert die

Merkmale	Grid-Ausprägung	Cloud-Ausprägung
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ = Nutzung</li> <li>● = Ressourcen Bereitstellung</li> <li>● = Koordination</li> </ul>		
Ressourcenverbrauch (Art)	Geplant, Batch-orientiert	Dynamisch (On-Demand)
Ressourcennutzung	Kollaboration (Virtuelle Organisation, »Fair share«)	Keine gemeinsame Nutzung zugeteilter Ressourcen
Leistungsangebot	Infrastruktur/Rechenleistung	Software, Plattform und Infrastruktur als Service
Skalierbarkeit	Mittel	Hoch (inkl. Hardwareebene)
Service Level Agreements	Kaum bis gar nicht	Ja
Abhängigkeit vom Anbieter	Hoch (aufgrund benötigter Ressourcen)	Mittel (Mangel an offenen Schnittstellen)
Anzahl der Kunden	Gering bis Mittel	Hoch
Anzahl der Anbieter	Hoch	Gering
Geschäftsmodell	Austausch/statische Preismodelle	Flexible Preisgestaltung (Pay-per-Use)
Umweltungskosten	Niedrig aufgrund von Standardisierung	Hoch aufgrund eingeschränkter Interoperabilität

Tab. 1: Unterscheidungsmerkmale Grid Computing und Cloud Computing

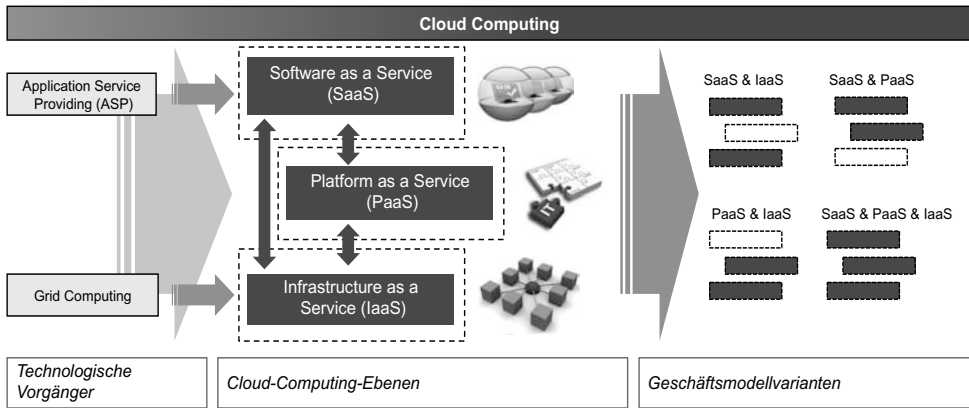
Variante einer privatisierten Cloud (»Private Cloud«), die einen beschränkten Zugang, vergleichbar mit einem Intranet, beschreibt. Die Ressourcen und Applikationen befinden sich in diesem Fall in einem firmeneigenen Rechenzentrum. Zum anderen kann das Cloud Computing als öffentlich zugänglicher IT-Ressourcen-Pool (»Public Cloud«) definiert werden. Hierbei befinden sich die genutzten Daten und Dienste in der Obhut des Cloud-Anbieters. Drittens ist auch eine Mischform (»Hybrid Cloud«) möglich, die sowohl aus einer Private Cloud als auch einer Public Cloud besteht. Dieser Mittelweg wird in der Praxis häufig genutzt, um unkritische Applikationen, Daten oder IT-Ressourcen auszulagern und gleichzeitig geschäftskritische Anwendungen weiterhin intern zu betreuen.

## 2 Cloud-basierte Geschäftsmodelle

In der Praxis haben sich drei Ebenen des Cloud Computing ausdifferenziert, die die Dienstleistungsangebote des Cloud Computing beschreiben: Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) und Infrastructure as a Service (IaaS; vgl. Abb. 1). Dementsprechend werden auch Geschäftsmodelle in diese Ebenen unter-

teilt [Weiner et al. 2010]. Auf der untersten Ebene wird dem Kunden eine skalierbare IT-Infrastruktur, die sowohl nach oben als auch nach unten skaliert werden kann, zur Verfügung gestellt. Auf einer darüber liegenden Ebene existieren Plattformen, die Schnittstellen zur Cloud-Infrastruktur und Tools für die Entwicklung von Cloud-Anwendungen bereitstellen. Auf der obersten Ebene werden komplette Anwendungen und Dienste, z.B. CRM- oder Office-Lösungen, angeboten. Bei einem Blick auf existierende Cloud-Geschäftsmodelle fällt auf, dass diese nicht ausschließlich auf eine Ebene beschränkt sind, sondern auch ebenenübergreifend auftreten [BITKOM 2009].

Das Erlösmodell im Cloud Computing basiert typischerweise auf einem nachfrageabhängigen (On-Demand-)Mietmodell. Entsprechend werden die Kosten auf Nutzerbasis, ähnlich zum Lizenzmodell, in Rechnung gestellt. Zudem findet eine nutzungsabhängige Abrechnung statt, die sich entweder auf Zeiträume – Monate, Stunden, Minuten – oder auf Verbrauchsmengen – Datenübertragungsumfang, Rechenleistung, Festplattenspeicher – bezieht. Im Gegensatz zum klassischen Eigenbetrieb



**Abb. 1: Cloud Computing: Layer und Geschäftsmodellvarianten**

entstehen dem Kunden keine langfristigen Kosten für Lizenzgebühren oder einmaligen Kosten für Hardwareanschaffungen. Der entscheidende Unterschied zu bisherigen Lizenzvereinbarungen sind die meist sehr kurzen Laufzeiten. Dadurch wird es Kunden ermöglicht, kurzfristig gemietete Software oder Rechenleistung zu beziehen und zukünftig Flexibilitätsvorteile gegenüber dem normalen IT-Betrieb zu realisieren.

## 2.1 IaaS-Geschäftsmodell

Für eine Realisierung von Cloud-basierten Konzepten ist eine entsprechende IT-Infrastruktur notwendig, die skalierbar an den Ressourcenbedarf angepasst werden kann. In diesem Zusammenhang können eigenständige virtualisierte Instanzen mit dazugehörigem Betriebssystem und inkludierter Rechenleistung genutzt werden. Die erforderlichen IT-Leistungen, wie Arbeits- und Festplattenspeicher oder Prozessorleistung, lassen sich flexibel anpassen. Solch eine Cloud-Infrastruktur lässt sich entweder dynamisch von IaaS-Anbietern anmieten oder in eigenen Rechenzentren betreiben bzw. in Rechenzentren outsourcen.

### Fallbeispiel: Amazon Web Services (AWS)<sup>1</sup>

Als Fallbeispiel für Infrastructure as a Service wird im Folgenden das »Amazon Web Services«-(AWS-)Leistungsangebot beschrieben.

Ergänzt wird Amazons IaaS-Angebot durch einzelne SaaS-Lösungen im eCommerce-Bereich; es repräsentiert damit ein ebenenübergreifendes Geschäftsmodell.

#### Produktangebot

Amazons AWS-Produktportfolio enthält mittlerweile mehr als zwanzig verschiedene Dienstangebote, die sich in folgende Bereiche unterteilen lassen: Rechenleistung, Datenspeicherung, Messaging, Content Distribution Network (CDN) und eCommerce. Während sich alle angebotenen Leistungen auf IaaS beziehen, stellen die eCommerce-Dienste ein SaaS-Angebot dar. Nachfolgend werden die Bereiche anhand einzelner Dienste kurz beschrieben. Den Kunden wird mit »Amazon Elastic Compute Cloud« (EC2) eine virtuelle Rechenumgebung bereitgestellt, in der sich die Rechenkapazitäten skalierbar an die Bedarfe ausrichten lassen. Für eine dynamische Datenspeicherung ist es möglich, über den »Amazon Simple Storage Service« (S3) Daten ortsunabhängig zu speichern und beliebige Datenmengen, die redundant auf mehrere Amazon-Server einer Region verteilt sind, abzurufen. Amazon bietet zwei webfähige

1. Sofern nicht anders angegeben, stammen sämtliche Informationen in diesem und den folgenden Fallbeispielen von offiziellen Unternehmensquellen.

Datenbanken an, zum einen »Amazon Simple-DB«, eine verteilte Datenbank, und zum anderen »Amazon Relational Database Service« (RDS), eine relationale Datenbank. Abschließend sei noch der vor allem für den QoS-Bereich (Quality of Service) interessante Content-Delivery-Network-(CDN-)Dienst »Amazon Cloud-Front« erwähnt, der Inhalte mit einer definierten Qualität über ein globales Netzwerk aus Serverstandorten bereitstellt [Reese 2009].

### *Infrastruktur zur Leistungserstellung*

Bei der Leistungserstellung kommt den weltweit betriebenen Amazon-Rechenzentren eine wichtige Rolle zu. Hier wird die Leistung vor allem durch Merkmale wie Ausfallsicherheit, skalierbare Rechenleistung oder beliebige Speicherkapazität beschrieben [Weiner et al. 2010]. Amazon bietet unabhängigen Softwareanbietern (Independent Software Vendors, ISVs) und Integratoren zudem ein Partnerprogramm (»AWS Solution Providers Program«) an. In Zusammenhang mit diesem Programm können Lösungsanbieter ihre Angebote für AWS in einem öffentlichen Directory auflisten. Bisher wird keine Entwicklungsplattform angeboten, es können lediglich oben genannte Dienste genutzt werden, um ggf. auf deren Basis Applikationen zu entwickeln. Für eine notwendige Anbindung der AWS-Basisleistungen an existierende Programmierumgebungen wie PHP, Java oder .NET stehen Schnittstellen zur Verfügung.

### *Erlösmodell*

Das Erlösmodell von AWS ermöglicht es, die IT-Ressourcen abhängig vom tatsächlichen Verbrauch abzurechnen. Dabei wird entweder, abhängig vom jeweiligen Dienst, der Ressourcenverbrauch oder die in Anspruch genommene Zeit bezahlt. Bei der Laufzeitabrechnung wird im Stundentakt gerechnet. Eine virtuelle Instanz kostet zwischen 0,1 und 2,0 € pro Stunde, abhängig von der gemieteten Rechenleistung. Aufgrund datenschutzrechtlicher Einflussfaktoren bietet Amazon zudem sämtliche Dienste in verschiedenen Regionen (US, EU, Asia-Pacific)

an, wodurch sichergestellt werden soll, dass ausschließlich innerhalb der jeweiligen Region Ressourcen genutzt bzw. Daten gespeichert werden.

### *Kunden- und Anwenderschnittstelle*

Aufgrund der Tatsache, dass die angebotenen IT-Leistungen von Amazon flexibel bezogen werden können und keine hohen Hardwareinvestitionen anfallen, sind Start-up-Unternehmen, aber auch Firmen, die große Lastschwankungen aufweisen, als Abnehmer geeignet. Auch spezielle Kundengruppen wie Schulen und Ausbildungseinrichtungen werden mit besonderen Preisstaffelungen angesprochen [Weiner et al. 2010].

## **2.2 PaaS-Geschäftsmodell**

Platform as a Service umfasst mit technischen Frameworks bzw. der gesamten Anwendungssoftware höherwertige Leistungen als IaaS. Es stellt als Basis die Entwicklungs- oder Applikationsplattform für darauf aufsetzende SaaS-Angebote bereit. Die Zielgruppe von Plattformservices sind Softwareanbieter, Anwendungsentwickler und Value Added Resellers (VARs), die Applikationen neu entwickeln, bestehende Dienste erweitern und fertige Lösungen auf der Plattform betreiben, ohne eigene IT-Kapazitäten vorhalten zu müssen [BITKOM 2009].

### **Fallbeispiel: Google App Engine**

Nachfolgend werden die »Google App Engine« (PaaS) und das komplementäre Angebot von »Google Apps« (SaaS) näher beschrieben. Das Geschäftsmodell von Google schließt sämtliche Ebenen ein und bietet ansatzweise auch IT-Infrastrukturleistungen in Zusammenhang mit der Google App Engine an.

### *Produktangebot*

Google bietet neben einer Vielzahl an Onlineprodukten zwei nennenswerte Cloud-basierte Lösungen an. Zum einen wird dem Kunden die Google App Engine, eine zentrale Plattform zur Entwicklung und zum Hosting von Web-

anwendungen auf Google-Servern, angeboten. Dabei stehen dem Nutzer alle benötigten Hardware- und Softwareressourcen online zur Verfügung. Unterstützt wird neben der eigenen proprietären Sprache Python auch die Java VM mit dazugehörigen Sprachen wie Scala oder JRuby. Dadurch öffnet sich Googles PaaS-Angebot, ähnlich wie das in Abschnitt 2.3 beschriebene von Salesforce.com, und gewährleistet eine standardisierte und offene Programmierung für zwei der größten Cloud-Plattformen. Zum anderen wird die Plattform komplementär ergänzt durch Google Apps, eine Cloud-Applikation für Büroanwendungen, Messaging und Kollaboration. Es stehen verschiedene Lizenzmodelle zur Auswahl. So besteht die Möglichkeit einer kostenlosen Nutzung, die werbefinanziert ist, oder alternativ einer kostenpflichtigen Nutzung, die dem Kunden erhöhte Verbindungssicherheit (z.B. in Form von SSL-Verschlüsselung), größeren Speicherplatz und diverse SLAs zusagt.

#### *Infrastruktur zur Leistungserstellung*

Google stellt seine Entwicklungsplattform frei zugänglich zur Verfügung und erlaubt es Webanwendern, diese mit Mengenrestriktionen zu nutzen. Die Einschränkungen umfassen u.a. den Datenverkehr, die Speicher- und Rechenkapazität sowie den E-Mail-Versand. Bei Überschreitung der Grenzen kann zusätzliche Leistung nachgekauft bzw. ein Budget eingerichtet werden, das vergleichbar ist mit »Google AdWords«, einem hauseigenen Keyword-Advertising-Programm. Aufgrund mangelnder Möglichkeiten, Geschäftsanwendungen zu implementieren, können Kunden zudem bei der Erstellung einer Webanwendung mit der Google App Engine auf eine API von Salesforce.com zurückzugreifen.

Für Software-Drittanbieter, die auf der Plattform nicht nur Applikationen entwickeln wollen, existiert zudem die Möglichkeit, über den »Google Apps Marketplace« die Anwendungen zu vertreiben. Des Weiteren werden mit einem Partnerprogramm unter dem Namen

»Google Apps Authorized Reseller« Systemintegratoren adressiert, die eine technologische Beratung oder Einführungsprojekte auf Basis von Google Apps anbieten.

#### *Erlösmodell*

Als Einnahmequelle dient zum einen der Marktplatz, über den Erlöse in Form von einmaligen Einstellungskosten und anteiligen Anwendungserlösen realisiert werden, die bei Inanspruchnahme von Googles automatischer Integrationsfunktion entstehen. Zum anderen werden IT-Leistungen, wie Bandbreite, CPU-Rechenzeit oder Datenspeicher, für den Applikationsbetrieb auf der Google-Plattform verkauft bzw. vom Kunden zugekauft (IaaS). Ergänzend dazu fließen jährliche Einnahmen für die Nutzung der Google-Apps-Premium-Lizenz.

#### *Kunden- und Anwenderschnittstelle*

Die Google-App-Engine-Plattform gewinnt zukünftig aufgrund des komplementär entstandenen Online-Marktplatzes besonders für externe Dienstleister an Bedeutung. ISVs können darüber Anwendungen direkt nach der Entwicklung einem breiten Publikum zugänglich machen, ohne notwendige Vertriebsinfrastrukturen aufbauen zu müssen. Aufgrund einer wachsenden Teilnehmer- und Anbieterzahl können z.B. auch Integratoren oder Berater ihre Leistungen und Angebote differenzierter ausgestalten. Mit dem ergänzenden Google-Apps-Angebot werden darüber hinaus Privat- wie auch Geschäftskunden und Forschungseinrichtungen, die Google Apps kostenlos in einem premiumähnlichen Umfang nutzen können, adressiert.

### **2.3 SaaS-Geschäftsmodell**

SaaS ist eine Form des Cloud Computing, bei der onlinefähige Standardanwendungen dem Kunden skalierbar angeboten werden. Diese können im Unternehmenskontext betrieben werden und bedürfen lediglich grundlegender unternehmensindividueller Einstellungen. Vor allem der Servicegedanke und eine flexible Skalierbarkeit spielen hierbei eine wichtige Rolle.

### Fallbeispiel: Salesforce.com

Im Rahmen des folgenden Fallbeispiels wird der SaaS-Ansatz grundlegend beschrieben. Der Geschäftsmodellansatz von Salesforce.com konzentriert sich hierbei neben dem SaaS-Angebot ebenso auf eine darunterliegende Plattform (PaaS) und stellt folglich ebenfalls ein ebenenübergreifendes Geschäftsmodell dar.

#### *Produktangebot*

Das Angebot von Salesforce.com setzt sich aus drei komplementären SaaS-Produkten, einer Entwicklungsplattform sowie einem Applikationsmarktplatz zusammen. Mit der onlinefähigen CRM-Lösung »Sales Cloud« wird dem Kunden eine ortsunabhängig nutzbare Anwendung an die Hand gegeben, die automatisch Anfragen und Kundenkontakte erfasst, Workflows realisiert sowie Informationen in personalisierten Dashboards anzeigt. Ergänzend dazu ist die Realisierung von Kundenservices mittels einer sogenannten »Service Cloud« möglich. Zukünftig ist zudem eine unternehmensweite Kommunikation über die kollaborative Cloud »Chatter« beabsichtigt, die das bestehende Angebot um einen weiteren Aspekt erweitert. Auf der Cloud-basierten Entwicklungsplattform »Force.com« können zudem eigene Business- und mobile Applikationen entwickelt oder aus einem bereits existierenden Angebot ausgewählt werden. Letzteres wird über einen eigenen Online-Marktplatz »AppExchange« für CRM- und Businesslösungen realisiert.

#### *Infrastruktur zur Leistungserstellung*

Einen wesentlichen Wertschöpfungsbeitrag liefert die Entwicklungsplattform Force.com, die es Programmierern und ISVs ermöglicht, Cloud-fähige Anwendungen neu zu erstellen oder zu erweitern und anschließend auf der Plattform zu betreiben [Weiner et al. 2010]. Aktuell existiert eine Reihe von Branchenlösungen, wie Rechnungswesen- oder HR-Applikationen, die von Kunden oder Drittanbietern erstellt werden und das ursprünglich standardisierte CRM um

spezifische Dienste ergänzen. Zusätzlich wird eine Anbindung an Fremdsysteme, wie SAP oder Google Apps, über definierte Schnittstellen unterstützt. Im Falle von Google besteht außerdem eine Kooperationsvereinbarung zum Datenaustausch zwischen Salesforce.com und Google Apps. Es sind Partnermodelle möglich, die zum einen die Entwicklung und den anschließenden Betrieb von Applikationen durch Software-Drittanbieter erlauben. Zum anderen können von Partnerunternehmen (Value Added Resellers, VARs) Beratungs- und Integrationsleistungen auf Basis von Salesforce.com angeboten werden.

#### *Erlösmodell*

Es gibt drei Erlösquellen: Das sind zum einen die Sales Cloud und die Service Cloud (zukünftig auch Chatter), die Einnahmen durch den Anwendungskunden auf monatlicher Nutzerbasis generieren. Zum Zweiten wird von ISVs eine Nutzungsgebühr entrichtet, die je nach Umfang des Leistungspakets bestimmt wird. Die Abrechnung erfolgt dabei auf monatlicher Basis mit festgelegten Konditionen und wird nicht dynamisch von der tatsächlichen Ressourcenauslastung beeinflusst. Als dritte Erlösquelle dient der AppExchange-Marktplatz, der von Entwicklern und ISVs genutzt werden kann, um Applikationen online zu bewerben und zu verkaufen. Hierbei fällt pro eingestellter Applikation eine jährliche Gebühr für den Anbieter an.

#### *Kunden- und Anwenderschnittstelle*

Salesforce.com spricht zwei grundlegende Kundengruppen aus dem Unternehmensumfeld – klassisches B2B-Geschäftsmodell – an. Die erste Kundengruppe besteht aus ISVs, die ihre auf der Plattform entwickelten Anwendungen skalierbar vertreiben möchten. Ein ISV kann dabei zwei wesentliche Kundengruppen bedienen. Entweder handelt es sich um einen Abnehmer, der bereits Kunde von Salesforce.com ist und beispielsweise Salesforce CRM nutzt. Tritt der Anbieter hingegen als Erstausrüster (Original Equipment Manufacturer, OEM) auf und

spricht neue Abnehmer an, die bei einer Nutzung der angebotenen Applikation des ISV zusätzliche Ressourcen auf der Force.com-Plattform beanspruchen, verlangt Salesforce.com vom ISV eine Gebühr für die Plattformnutzung durch Dritte. Die andere Kundengruppe setzt sich aus den eigentlichen Nutzern des CRM-Systems zusammen und besteht aus kleinen, mittelständischen und großen Unternehmen.

### 3 Potenziale im Cloud Computing

Die Grundlage für sämtliche Cloud-Computing-Geschäftsmodelle bildet eine skalierbare Cloud-Infrastruktur, über die IT-Leistungen als Gebrauchsgut bezogen werden. Aufbauend auf dem Cloud-Infrastrukturmarkt wird die IT-Wertschöpfungskette in ein globales, dynamisches Wertschöpfungsnetzwerk (Cloud-Ökosystem) transformiert, das IT-Dienstleistungen unterschiedlicher Komplexität und für unterschiedliche Anwendersegmente erbringt [BITKOM 2009; Marinos & Briscoe 2009]. IaaS-Anbieter koordinieren die physische Infrastruktur und handeln zukünftig Kapazitäten über einen Auktionsmechanismus, der eine effiziente Verteilung und Auslastung der Ressourcen durch dynamische Preismodelle sicherstellt.

Die Plattformbetreiber stellen darüber hinaus aggregierte Ressourcenpools und Plattformservices für einzelne Dienst- und Softwareanbieter bereit, die wiederum dem Kunden verkaufsfähige Anwendungen (SaaS) präsentieren. Es entsteht ein Wertschöpfungsnetzwerk aus einzelnen Akteuren, die erforderliche Cloud-Vorleistungen (z.B. Speicherplatz, Programmier-Framework) liefern, standardisierte Lösungen erstellen (CRM-Dienst), bestehende Lösungen anpassen (HR-Branchenlösungen, Erweiterungen) oder Softwarekomponenten verschiedener Hersteller integrieren (Anbindung eines CRM-Dienstes an ein bestehendes ERP-System).

Prinzipiell können zwei Gruppen von Akteuren beim Cloud Computing unterschieden werden, die Leistungsanbieter und die Leistungsabnehmer (vgl. Abb. 2).

Auf der Infrastrukturebene erzielen Leistungsanbieter einerseits Kostenvorteile durch eine effiziente Ressourcenauslastung und andererseits Skaleneffekte aufgrund großer Kapazitätsmengen. IaaS-Anbieter betreiben hierzu eigene Rechenzentren, die auf Basis verteilter Standorte und Kooperationen die Qualität der Cloud-Dienste global sicherstellen, um vereinbarte SLAs gewährleisten zu können. Um die niedrigen

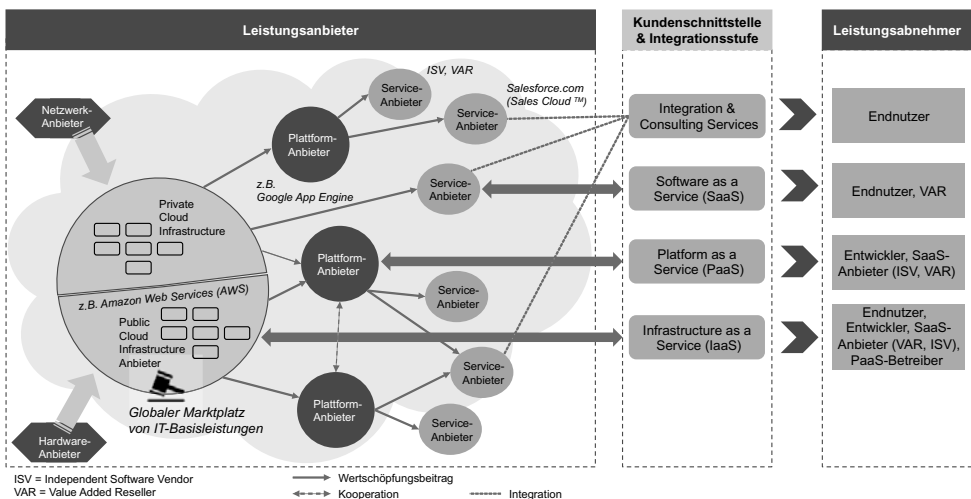


Abb. 2: Cloud-Computing-Ökosystem



Auslastungsgrade der Rechenzentren zukünftig zu steigern, besteht die Möglichkeit, Rechenzentren im Rahmen des Cloud Computing zusammenzuschließen und systemübergreifend IT-Ressourcen zu bündeln, dynamisch zu beziehen und zu planen [Nebel et al. 2009].

Plattformanbieter stellen eine Erweiterung des IaaS-Angebots dar und liefern Anwendungsentwicklern Basisdienste und die erforderliche Applikationsinfrastruktur. Auf der Plattform wird ein standardisiertes Produktangebot bereitgestellt und von unabhängigen Herstellern um zusätzliche Komponenten erweitert, die aggregiert auf einem Marktplatz zusammengefasst werden. Mit dem Maß an Standardisierung und Offenheit steigen die Anzahl der entwickelten Dienste und damit der Nutzwert der Plattform. Demgegenüber werden die Kunden durch proprietäre Standards verstärkt an eine Plattform gebunden und Lock-in-Effekte erzielt.

SaaS-Anbieter generieren ihren Mehrwert aus einem beschleunigten, flexiblen und wartungsfreundlichen Anwendungsbetrieb, der zudem beliebig skalierbar ist. Bedingt durch veränderte Softwareentwicklungsparadigmen, die zu verkürzten Releasezyklen führen, ist im Gegensatz zum klassischen IT-Betrieb, der das Aufspielen neuer Releases in aufwendigen Rollouts notwendig macht, eine Aktualisierung von Applikationen im Cloud Computing ohne Störung des laufenden IT-Betriebs möglich.

Grundsätzlich lassen sich für Leistungsabnehmer die Potenziale in zwei Blöcke einteilen: Kosteneinsparungen und Flexibilität. Kunden, die sich für eine Nutzung von Cloud Services entscheiden, profitieren in erster Linie von einer geringen Kapitalbindung. Hierbei bleiben den Kunden hohe Anschaffungskosten in Form benötigter Server, Lizenzen oder Stellfläche erspart und die Komplexität des IT-Betriebs wird reduziert. Das hat eine erhöhte Prozess- und Kostentransparenz zur Folge. Zweitens wird die Fähigkeit der Organisation, auf wechselnde Kapazitätsbedarfe schnell und flexibel reagieren zu können, durch das IT-Sourcing im Cloud

Computing unterstützt. Als wesentliche Einflussfaktoren sind die kurzen Vertragslaufzeiten, Pay-per-Use-Preismodelle und eine skalierbare Ressourcendeckung zu nennen.

## 4 Herausforderungen im Cloud Computing

Die Ausschöpfung der oben beschriebenen Potenziale des Cloud Computing impliziert verschiedene Voraussetzungen und Rahmenbedingungen. Ein erster Bereich betrifft erfolgskritische technische Einflussfaktoren im Rahmen des Cloud Computing. Damit Dienstleistungen und Softwareangebote innerhalb des Cloud Computing flexibel und erweiterbar angeboten werden können, ist eine stringent implementierte, standardisierte und serviceorientierte Architektur (SOA) notwendig. Diese schafft die Voraussetzung für Cloud-Anbieter, verteilte und lose gekoppelte Dienste zu nutzen und die Applikationsinfrastruktur so zu gestalten, dass eine Skalierbarkeit möglich wird. Die beschriebenen Marktplätze für Infrastruktur- und Softwaredienste, aber auch die Orchestrierung von Services über verschiedene Clouds hinweg, erfordern standardisierte Schnittstellen. Andernfalls können die potenziellen Vorteile leicht durch die erhöhte Komplexität und den Integrationsaufwand zunichte gemacht werden.

Ein weiterer Bereich betrifft die Herausforderungen im Rahmen der Cloud-Migration. Dabei sind zum einen Fragen der Haftung sowie die Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit zu berücksichtigen. Zum anderen erwartet der Kunde die Einhaltung vereinbarter Service Level Agreements, die sich auf die Zuverlässigkeit und Qualität der Cloud-Dienste beziehen, um das notwendige Vertrauen zu schaffen. Damit eine Cloud-Migration für Kunden attraktiv wird, sind Leistungsanbieter stets bemüht, eine Balance zwischen effizienzfördernder Standardisierung zur Realisierung der Kostensenkungspotenziale und den Individualisierungswünschen der Kunden zu finden.

Ungeachtet dessen ist eine Cloud-basierte IT-Leistung nicht per se nutzenstiftend oder kosteneinsparend, sondern muss kundenspezifisch analysiert werden. Entsprechend wichtig ist die Wahl des passenden Vorgehens bei der Cloud-Migration, die komplementär oder im Austausch zum bisherigen IT-Betrieb umgesetzt wird.

Eine dritte Herausforderung befasst sich mit den Auswirkungen des Cloud Computing auf die IT-Organisation. In einem Cloud-Szenario liegt deren Schwerpunkt nicht mehr auf dem IT-Betrieb und der Administration, sondern umfasst neue Kompetenzen und Aufgaben, die die Auswahl von Cloud-Anbietern, die Verhandlung von Service Levels, die Integration zwischen Cloud-Diensten und Legacy-Systemen oder die Steuerung und Kontrolle von Cloud Services erfordern. In der Konsequenz wird vielerorts eine organisatorische Umgestaltung und Neuausrichtung klassischer IT-Abteilungen notwendig.

## 5 Literatur

- [BITKOM 2009] *BITKOM: Cloud Computing – Evolution in der Technik, Revolution im Business.* Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2009.
- [Buxmann & Hess 2008] *Buxmann, P.; Hess, T.: Software as a Service.* Wirtschaftsinformatik 50 (2008), 6, S. 500-503.
- [Foster & Kesselman 2003] *Foster, I.; Kesselman, C.: The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure.* 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2003.
- [Foster et al. 2001] *Foster, I.; Kesselman, C.; Tueck, S.: The Anatomy of the Grid – Enabling Scalable Virtual Organizations.* International Journal of High Performance Computing Applications 15 (2001), 3, p. 200-222.
- [Günther et al. 2001] *Günther, O.; Tamm, G.; Hansen, L.; Meseg, T.: Application Service Providers: Angebot, Nachfrage und langfristige Perspektiven.* Wirtschaftsinformatik 43 (2001), 6, S. 555-567.
- [Köhler-Schute 2009] *Köhler-Schute, C. (Hrsg.): Software as a Service – SaaS: Strategien, Konzepte, Lösungen und juristische Rahmenbedingungen.* KS-Energy-Verlag, Berlin, 2009.
- [Kurz 2008] *Kurz, J.: Cloud Computing – IT in der Wolke, Cloud Computing Dossier. Netzwoche (2008), 17.*
- [Marinos & Briscoe 2009] *Marinos, A.; Briscoe, G.: Community Cloud Computing. First International Conference, CloudCom 2009, p. 472-484.*
- [Nebel et al. 2009] *Nebel, W.; Hoyer, M.; Schröder, K.; Schlitt, D.: Untersuchung des Potentials von rechenzentrenübergreifendem Lastmanagement zur Reduzierung des Energieverbrauchs in der IKT.* OFFIS Institut für Informatik, Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2009.
- [Reese 2009] *Reese, G.: Cloud Application Architectures – Building Applications and Infrastructure in the Cloud.* O'Reilly Media, 2009.
- [Stanoevska-Slabeva et al. 2010] *Stanoevska-Slabeva, K.; Wozniak, T.; Ristol, S.: Grid and Cloud Computing.* Springer-Verlag, Berlin, 2010.
- [Vaquero et al. 2009] *Vaquero, L.; Roderio-Merino, L.; Caceres, J.; Lindner, M.: A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition.* ACM SIGCOMM Computer Communication Review 39 (2009), 1, pp. 50-55.
- [Weiner et al. 2010] *Weiner, N.; Renner, T.; Holger, K.: Geschäftsmodelle im »Internet der Dienste«.* Aktueller Stand in Forschung und Praxis. Fraunhofer IAO Studie, 2010.
- [Weinhardt et al. 2009] *Weinhardt, C.; Anandasivam, A.; Blau, B.; Borissov, N.; Meinel, T.; Michalk, W.; Stößer, J.: Cloud-Computing – Eine Abgrenzung, Geschäftsmodelle und Forschungsgebiete.* Wirtschaftsinformatik 51 (2009), 5, S. 453-462.

Dipl.-Inf. Jonas Repschläger  
 Dipl.-Wirt.-Inf. Danny Pannicke  
 Prof. Dr. Rüdiger Zarnekow  
 Technische Universität Berlin  
 Lehrstuhl für Informations- und  
 Kommunikationsmanagement  
 Straße des 17. Juni 135  
 10623 Berlin  
 {jonas.repschlaeger, danny.pannicke,  
 ruediger.zarnekow}@tu-berlin.de  
 www.ikm.tu-berlin.de