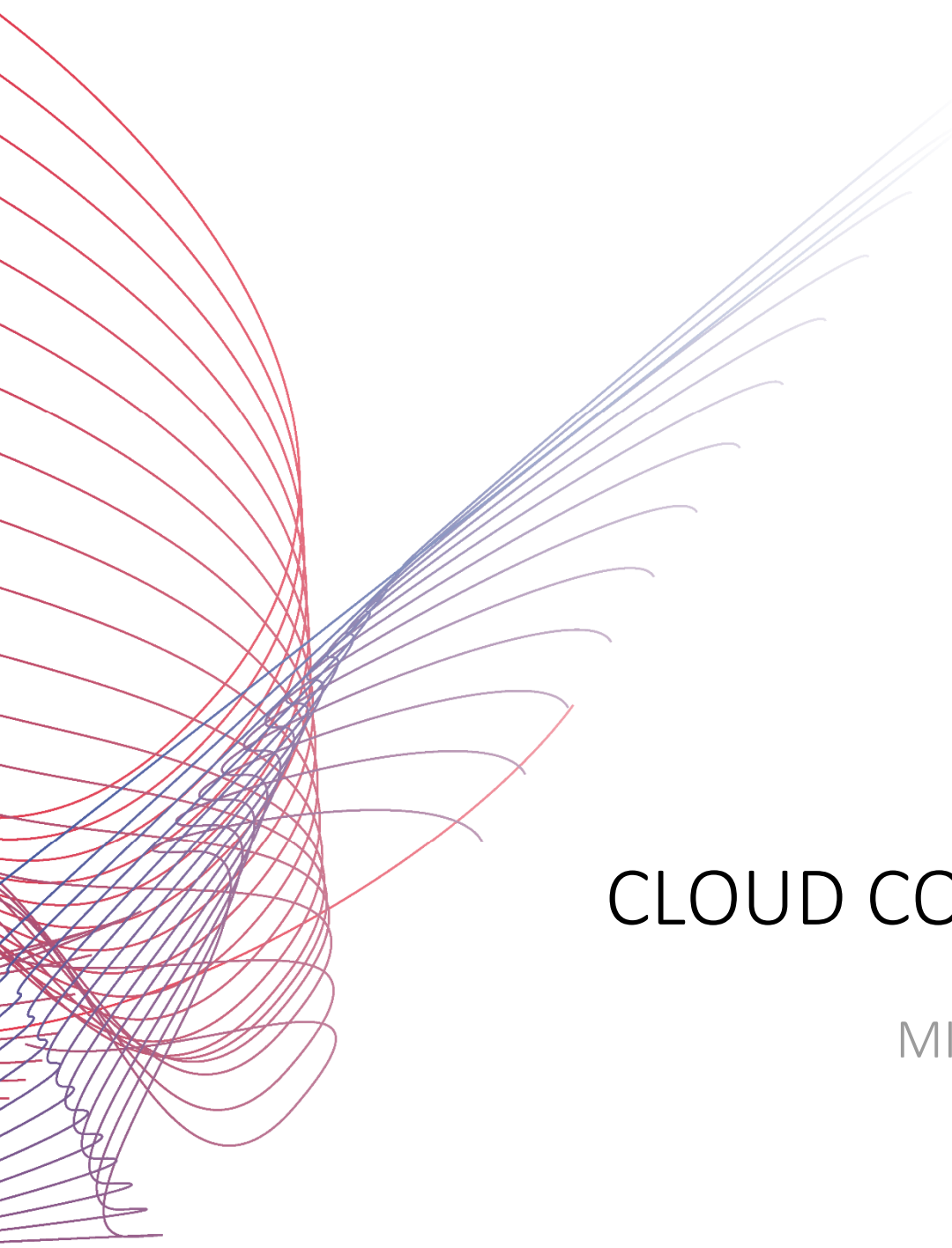




TECH pedia



CLOUD COMPUTING

MIGUEL SORIANO

Titel der Arbeit: Cloud Computing
Author: Miguel Soriano
Übersetzt (von): Alena Dvořáková
Veröffentlicht (von): České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktadresse: Technicka 2, Prague 6, Czech Republic
Tel.: +420 224352084
Drucken: (nur elektronisch)
Anzahl der Seiten: 32
Ausgabe: 1. Ausgabe, 2017
ISBN 978-80-01-06213-5

TechPedia

European Virtual Learning Platform for
Electrical and Information Engineering

<http://www.techpedia.eu>



Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung (Mitteilung) trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

ERLÄUTERUNG



Definition(en)



Interessantheit (Interessantes)



Bemerkung



Beispiel



Zusammenfassung



Vorteile



Nachteile

ZUSAMMENFASSUNG

Dieses Modul gibt eine grundlegende Orientierung im Bereich des Cloud Computings. In diesem Modul wird eine Übersicht der Geschichte dieser Technologie, ihrer Architektur, Dienste und Nutzungsmodelle geboten. Darüber hinaus werden Vor- und Nachteile des Cloud Computings im Vergleich zu anderen Architekturen vorgestellt.

ZIELE

Dieses Modul bietet die wichtigsten Informationen über Cloud Computing. Cloud Computing ist einer der modernsten technologischen Trends. Dieses Modul erklärt die Bedeutung dieser Technologie und die Möglichkeiten, welche dadurch geschaffen werden. Es erläutert, was Cloud Computing eigentlich anbietet, und stellt die zugehörige Terminologie vor.

Das Hauptziel dieses Moduls besteht darin, dass der Leser festlegen kann, ob diese Lösung für eine Organisation mit Rücksicht auf ihre Anforderungen nützlich sein kann, welche Dienste und Nutzungsmodelle für sie geeignet sind und welche allgemeine Vorteile und Risiken mit Cloud Computing zusammenhängen.

LITERATUR

- [1] U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST) The NIST Definition of Cloud Computing. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>. Sept. 2011. <http://www.nist.gov/itl/cloud>
- [2] Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy H. Katz, Andrew Konwinski, Gunho Lee, David A. Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia „Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing“ Universität von Kalifornien, Berkeley. <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS>
- [3] Cary Landis, Dan Blacharski *Cloud Computing Made Easy: An Easy to Understand Reference About Cloud Computing*. Virtual Global Inc, 2013, ISBN 978-1482779424
- [4] Douglas F. Parkhill *The Challenge of the Computer Utility*. Addison-Wesley Publishing Company, (1966), ASIN: B000O121OS, ISBN: 0240507177
- [5] Antonio Regalado, Who coined „Cloud Computing“? MIT Technology Review, USE, Okt. 2011
- [6] M. N. O. Sediku, S. M. Muse, O. D. Momoh „Cloud computing: Opportunities and challenges“ IEEE Potentials 02/2014; 33(1):34-36
- [7] Jinesh Varia *Architecting for the Cloud: Best Practices* Januar 2010

- [8] Peter Mell, Tim Grance „Effectively and Securely Using the Cloud Computing Paradigm“
- [9] Eugene Gorelik *Cloud Computing Models*, Januar 2013
- [10] The cloud tutorial <http://thecloudtutorial.com>
- [11] D. Catteddu and G. Hogben, „Cloud Computing: Benefits, Risks and Recommendations for Information Security“, ENISE, 2009;
www.enise.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport
[\[http://www.enisa.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport\]](http://www.enisa.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport).
- [12] Cloud Security Alliance, „Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing V2.1“, <http://www.cloudsecurityalliance.org/cseguide.pdf>.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung - Definition des Cloud Computings	7
2	Geschichte	9
3	Charakteristiken des Cloud Computings	12
4	Komponenten und Architektur des Cloud Computings	14
5	Dienstmodelle des Cloud Computings	16
	5.1 Software as a Service	18
	5.2 Platform as a Service	19
	5.3 Infrastructure as a Service	21
6	Nutzungsmodelle	23
	6.1 Public Cloud	24
	6.2 Private Cloud	25
	6.3 Community Cloud	26
	6.4 Hybrid Cloud	27
7	Einsatz und Anwendungen	28
8	Vor- und Nachteile des Cloud Computings	29
9	Sicherheit in der Cloud. Risiken im Bereich Privatsphäre.	31
10	Schlussfolgerung	32

1 Einleitung - Definition des Cloud Computings



$E=m \cdot c^2$

NIST definiert Cloud Computing als ein Modell für einen problemlosen, auf Abruf verfügbaren Netzzugriff auf einen gemeinsam genutzten Pool an konfigurierbaren Computerressourcen (z. B. Netzwerke, Server, Speicher, Anwendungen und Dienste), der schnell bereitgestellt und mit geringfügigem Verwaltungsaufwand bzw. minimalen Eingriffen durch den Dienstanbieter eingeführt werden kann [1].

Eine komplementäre Definition von RAD Lab der Universität von Kalifornien, Berkeley [2] sagt, dass Cloud Computing sowohl Anwendungen umfasst, die als Dienste via Internet angeboten werden, als auch die Hardware und Systemsoftware in Rechenzentren, welche diese Dienste erbringen.

Im Wesentlichen ist Cloud Computing eine verteilte Computerplattform, welche skalierbare, virtualisierte Hard- und/oder Softwareinfrastruktur via Internet einem breiten Benutzerspektrum anbietet.

Das Cloud Computing erlaubt das Teilen von Computerressourcen via Internet. Dies umfasst einen Satz von Technologien, die typischerweise in der Form eines Dienstes eines Anbieters für Kunden erbracht werden, wie ein konsistenter Speicherraum oder leistungsstarke Rechenkapazitäten mittels eines verteilten virtualisierten Hard-/Softwareretzwerkes. Der Cloud-Anbieter kann die für Heim- oder Unternehmenanwendungen erforderliche Hard- und Software nicht nur besitzen, sondern auch selbst beherbergen.

Das Cloud Computing ist ein komplexes und sich rasch entwickelndes Konzept. Es kann als ein verteiltes System betrachtet werden, welches Rechendienstleistungen über ein Computerkommunikationsnetzwerk, üblicherweise Internet, anbietet. Die Ressourcen in der Cloud sind für Benutzer transparent und die Benutzer müssen den genauen Standort nicht kennen. Sie können unter vielen Benutzern geteilt werden, die imstande sein sollen, auf Anwendungen und Daten von jedem Ort der Welt jederzeit zugreifen zu können. Ein einfaches Beispiel des Cloud Computings ist Webmail. Der Webmail-Anbieter verwaltet den Serverplatz und bietet den Zugriff darauf an. Der Webmail-Benutzer tippt einfach die Webadresse in einen Browser ein und gibt seine Benutzerinformationen ein, um sich zu seinem Konto anzumelden. Die Software und der Speicherplatz für sein Konto werden nicht auf seinem Computer, sondern in der Computercloud gespeichert.

Das Hauptziel des Cloud Computings ist eine bessere Ausnutzung der verteilten Ressourcen und das Behandeln von komplizierten Berechnungsproblemen. Das Wort „Cloud“ (auf Deutsch Wolke) ist eine Metapher für Web als ein Raum, wo Computingressourcen vorinstalliert wurden und als Dienst zur Verfügung stehen [1]. Betriebssysteme, Anwendungen, Speicherplatz, Daten und Rechenkapazität, alles existiert als ein Webdienst, der zum Teilen unter Benutzern vorbereitet ist.

Die Verwendung von Cloud Computing führt dazu, dass ein Benutzer von Rechenressourcen und Speicherplatz profitieren kann, die von einem Dienstleister als ein Internetdienst angeboten werden, wobei der Benutzer nicht nur die Hard-

und Software seiner Computer oder Server ausnutzen kann. Allgemein werden diese Dienste transparent erbracht, ihre Plattform verdeckt nur die Komplexität und Details der unterstützenden Infrastruktur.



Im Cloud Computing werden Rechenleistung, Software, Speicherdienste und Plattformen nach Bedarf für externe Kunden via Internet erbracht. Im Wesentlichen können alle Typen von Anwendungen, beginnend mit Textverarbeitungssoftware bis zu kundenspezifischen Computerprogrammen, in einem System des Cloud Computings arbeiten. Der Zugriff auf Ressourcen und Dienste, der diese Technologie anbietet, kann gemäß den Kundenanforderungen vergrößert oder verkleinert werden. Für das Cloud Computing bezahlen typischerweise Kunden gemäß dem Umfang der von ihnen verbrauchten Dienste (sog. Pay-per-Use-Modell).

Cloud Computing hat viele Vorteile und dazu gehören auch viele Nachteile. Wenn Cloud Computing richtig genutzt wird, ist es für Unternehmen aller Größen geeignet.



Die größten Vorteile des Cloud Computings sind Selbstbedienung nach Bedarf, allgegenwärtiger Netzwerkzugriff, ortsunabhängige Bündelung von Ressourcen und Gefahrübergang. Weitere Vorteile sind niedrigere Betriebskosten, einfache Verwendung, Qualität der Dienste, Zuverlässigkeit, keine hohen Investitionen in Infrastruktur, erhöhte Flexibilität, Skalierbarkeit und eine bessere Spitzenlastoptimierung. Beispielsweise kann die Leistung einiger tausend Computer mittels Cloud Computings auf ein Problem konzentriert werden, so dass Forscher ihre Arbeit schneller vollenden können.



Die wichtigsten Probleme des Cloud Computings sind die Wahrung der Privatsphäre und die Sicherheit. Weitere Nachteile stellen mangelnde oder begrenzte Kontrolle und direkte Abhängigkeit vom Dienstleister (sog. Anbindeeffekt oder Vendor-Lock-in) dar. Es ist oft schwierig, von einem Dienstleister zu einem anderen überzugehen.



Vivek Kundra, Bundes-CIO und ehemaliger Technischer Direktor von Bundesdistrikt Columbia, sagte: „Cloud wird für die Regierung das tun, was das Internet in den Neunzigern tat.“ [3]

2 Geschichte

Aus der Sicht der Kosten und Verwaltung wurde Informatik immer als das größte Hindernis für die Firmen betrachtet. Sie hat jedoch eine dramatische Entwicklung in dem letzten Jahrzehnt erlebt – Faktoren wie Kommodifizierung der Hardware, Open-Source-Software, Virtualisierung, Globalisierung der Arbeit und agile IT-Prozesse haben die Entwicklung von neuen Technologien und Geschäftsmodellen unterstützt.



Cloud Computing ist eine natürliche Evolution der weitverbreiteten Virtualisierung, der serviceorientierten Architektur und des Autonomic/Utility Computings. Tatsächlich handelt es sich um einen neuen Begriff für einen langgehegten Traum des Computings als eine Dienstleistung, der in jüngster Zeit zu einer wirtschaftlichen Realität wurde. Diese Evolution startete in den Fünfziger, als mehrere Benutzer auf einen zentralen Computer durch sehr limitierte Terminals zugreifen konnten (sog. Mainframe Computing). Noch später, in den Siebziger, entstand das Konzept der virtuellen Maschinen. Die Entwicklung des Cloud Computings gewann an Schwung in den Neunzigern, als über das Internet erhebliche Bandbreiten angeboten wurden und Telekommunikationsunternehmen virtualisierte private Netzwerkanschlüsse lieferten.

Einige Fachleute schreiben das Konzept von Clouds John McCarthy, Professor bei Stanford University und Erfinder von Lisp, zu. Er schlug 1961 die Idee der Rechenleistung vor, die öffentlich erhältlich sein würde und ähnlich wie ein öffentliches Serviceunternehmen wäre.

1966 publizierte Douglas F. Parkhill das Buch „The Challenge of the Computer Utility“ [4], in dem eine Vision des künftigen Computings vorgestellt wurde, die vorhersagte, dass Computerindustrie einem öffentlichen Dienst ähneln wird, „in dem viele entfernte Benutzer via Kommunikationsleitungen an ein zentrales Rechenzentrum angeschlossen sein werden“. Viele Charakteristiken des heutigen Cloud Computings (flexibles Erbringen, Merkmale eines Dienstes, online Verfügbarkeit, Illusion eines unendlichen Vorrats) wurden in diesem Buch eingeschlossen.

A. Regalado gibt in seinem Artikel „Who coined Cloud Computing“ [5] an, dass viele Leute glauben, dass das Cloud Computing in seinem modernen Kontext zuerst am 9. August 2006 verwendet wurde, als Google CEO Eric Schmidt den Begriff auf einer Konferenz vorgestellt hat. Schmidt sagte: „Es ist interessant, dass ein neues Modell entsteht. Ich glaube, dass die Leute bisher nicht verstanden haben, wie riesig diese Chance ist. Der Anfang ist die Annahme, dass Datendienste und -architektur sich auf Servern befinden. Wir bezeichnen das als Cloud Computing - sie sollen sich irgendwo in einer Wolke befinden.“

Einer der ersten Meilensteine in der Geschichte des Cloud Computings war der Auftritt von Salesforce.com in 1999, welche das Konzept eingeführt hat, Unternehmensanwendungen auf einer Webseite zur Verfügung zu stellen. Diese Firma bahnte den Weg sowohl für spezialisierte als auch etablierte Softwarefirmen, welche Anwendungen via Internet liefern konnten, und spielte eine sehr wichtige Rolle in der Einführung von **SaaS** (*Software als eine Dienstleistung*, engl. *Software*

as a Service). Das SaaS-Modell ermöglicht es den Firmen, auf Software online zu zugreifen und nur für verwendete Dienste und Anwendungen zu bezahlen.

Der nächste Schritt waren Amazon Web Services in 2002, die einen Satz von cloud-basierten Diensten einschließlich Speicherplatzes und Rechenleistung anboten. Anwendungen von Dritten konnten Produkte auf der Amazon-Webseite suchen, anzeigen und in den Warenkorb legen. Die erste Version von AWS in 2002 konzentrierte sich auf Bereitstellung der Informationen von Amazon für Partner mittels eines Webdienstmodells mit Programmierer- und Entwicklerunterstützung und war für Amazon als Einzelhändler bestimmt.

Im August 2006 führte Amazon einen kommerziellen Webdienst: Elastic Compute Cloud (EC2). Er brachte den Benutzern eine neue Möglichkeit, externe Daten zu speichern, Rechenzyklen als einen Dienst zu mieten und online Dienstleistungen für weitere Webseiten oder Kundenanwendungen zu erbringen. EC2 war wahrscheinlich das erste verfügbare Cloud mit Infrastruktur als Dienstmodell.

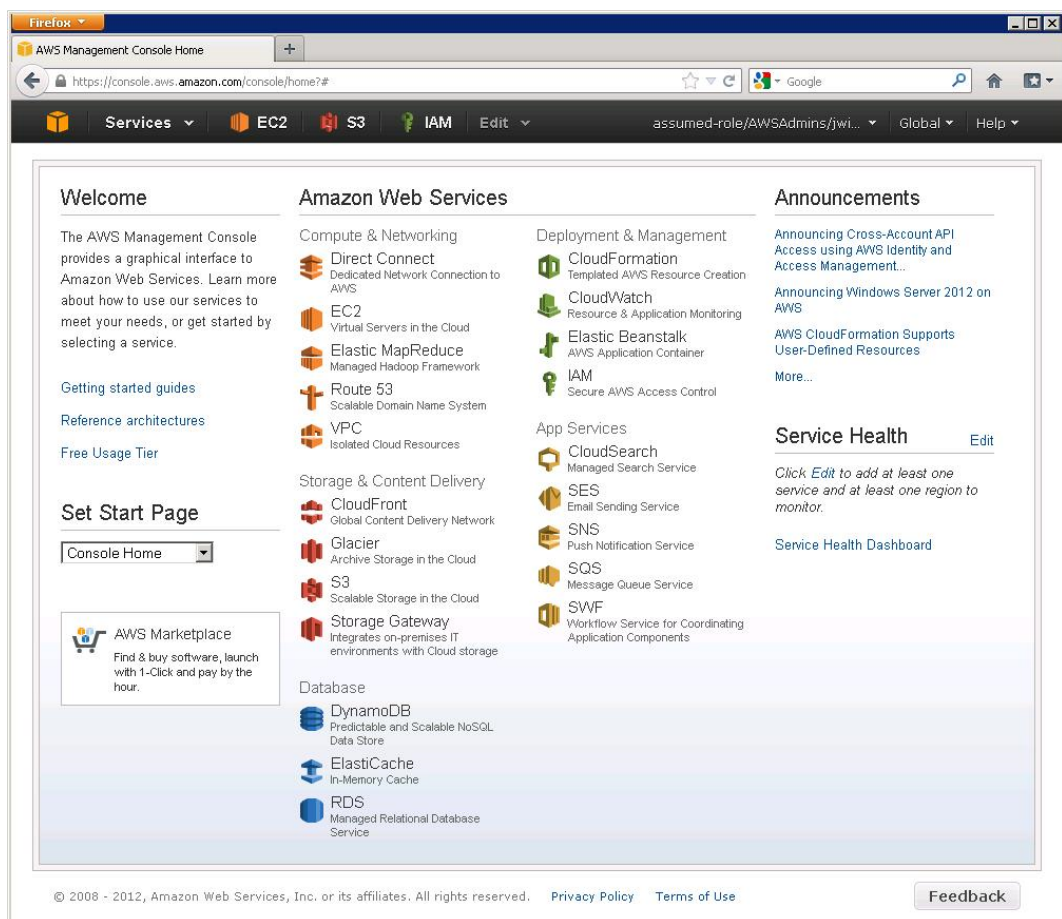


Abb. 1 – Verwaltungskonsole von Amazon Web Services

Google App Engine startete in April 2008 als das erste rein technologische Unternehmen auf dem Markt des Cloud Computings. Die Dienstleistungen von Google Apps erlaubten, dass Google browserbasierte Unternehmensanwendungen anbieten konnte.

Für einige Jahre akzeptierte Microsoft das Web nicht als einen bedeutenden Markt und konzentrierte sich weiterhin nur auf den Desktop-Markt. Jedoch in November 2009 änderte Microsoft seine Einstellung und startete seine Cloud-Plattform Windows Azure. Diese Plattform bietet sowohl **PaaS** (*Plattform als Dienst*, engl. *Platform as a Service*) als auch **IaaS** (*Infrastruktur als Dienst*, engl. *Infrastructure as a Service*) und unterstützt verschiedene Programmiersprachen, Tools und Frameworks. 2014 wurde sie in Microsoft Azure umbenannt.

Im Dezember 2013 startete Google Compute Engine. Diese Infrastruktur brachte den Benutzern die Möglichkeit, virtuelle Maschinen mit verschiedenen Konfigurationen nach Bedarf zu erzeugen und zu betreiben.

In Jahren 2009-2010 hat Cloud in der Open-Source-Version an Einfluss gewonnen. Es gibt zahlreiche Cloud Computing Dienste, die entweder komplett in einem Open-Source-Code geschrieben werden oder mindestens Open-Source in die Anwendung an sich einschließen. Die Verwendung des Open-Source-Codes im Cloud Computing erlaubt es den Entwicklern, Anwendungen aufgrund der bestehenden Anwendungsinfrastruktur aufzubauen und damit Kosten zu sparen, höhere Flexibilität und vielleicht Robustheit in den Anwendungen (mit weniger Fehlern) zu erzielen, im Vergleich mit den, die von Grund auf geschaffen werden. Unter den vielen Dienstmodellen des Cloud Computings gibt es eine große Anzahl verschiedener entweder kommerziell erhältlicher oder kostenloser Open-Source-Anwendungen, wie Apache CloudStack, Eucalyptus, OpenNebula und OpenStack [6].



Killeranwendungen von Microsoft, Google, Amazon, Apple, Adobe, Cisco und weiteren großen IT-Unternehmen verursachten zunehmende Akzeptanz der online Dienstleistungen und trugen zur Einführung des Cloud Computings erheblich bei.

3 Charakteristiken des Cloud Computings

Cloud Computing ist ein Modell für einen allgegenwärtigen, problemlosen, auf Abruf verfügbaren Netzzugriff auf einen gemeinsam genutzten Pool an konfigurierbaren Computerressourcen (z. B. Netzwerke, Server, Speicher, Anwendungen und Dienste), der schnell bereitgestellt und mit geringfügigem Verwaltungsaufwand bzw. minimalen Eingriffen durch den Dienstanbieter eingeführt werden kann [1]. Gemäß NIST ist dieses Cloud-Modell durch fünf grundlegende Charakteristiken gekennzeichnet: Selbstbedienung nach Bedarf, breiter Netzzugriff, Bündelung von Ressourcen, schnelle Elastizität, Messbarkeit der Dienste. Darüber hinaus gibt es noch einige weitere Eigenschaften wie Skalierbarkeit, Virtualisierung, Serviceorientierung, Rechenleistungsstabilität, erhöhte Sicherheit, geographische Verteilung usw.

Weiter werden die fünf grundlegenden Charakteristiken in Detail erklärt.

- **Selbstbedienung nach Bedarf:** Cloud Computing bietet Ressourcen, wie Serverzeit und Netzwerkspeicher, auf Abruf, d. h. im Moment, wann der Kunde sie braucht. Ressourcen können noch beispielsweise Speicherplatz, Verarbeitung, Speicher und Netzwerkbandbreite einschließen. Der Kunde kann Rechenkapazität einseitig und automatisch beziehen. Dies ist dank Selbstbedienung und Automatisierung möglich. Unter Selbstbedienung versteht man dabei die Tatsache, dass der Kunde alle Tätigkeiten selbst ausführt, die zur Realisierung des geforderten Dienstes erforderlich sind. Seine Anforderungen werden von der Cloud-Infrastruktur automatisch verarbeitet, ohne menschliche Interaktion auf der Seite des Dienstleisters. Dies setzt eine Planung auf hohem Niveau voraus, weil der Kunde weitere Ressourcen (d. h. weitere virtuelle Maschinen) jederzeit fordern kann und erwartet, dass sie in einigen Minuten funktionieren. Der Dienstleister soll daher Trends in der Verwendung von Ressourcen verfolgen und künftige Ausnutzung im Voraus planen.
- **Breiter Netzzugriff:** Auf die Technologien kann man über Netzwerk mittels verschiedener Kundenplattformen und standardmäßiger Mechanismen zugreifen. Dies umfasst nicht nur die üblichsten Geräte (Laptops, Workstationen usw.), sondern auch Handys, Thin Clients u. ä. Nicht nur das unterscheidet das Cloud Computing vom Mainframe Computing. Vor einigen Jahren waren die Ressourcen im Bereich Netzwerk, Speicherplatz und Rechenleistung limitiert und teuer. Im Laufe der Zeit senkten die mit diesen Ressourcen verbundenen Kosten wegen der Fertigungsskalierbarkeit und Kommodifizierung der zusammenhängenden Technologien. Mit dem Anstieg der Netzwerkbandbreite stieg auch der Netzzugriff und -skalierbarkeit entsprechend. Der breite Netzzugriff öffnet daher auch weitere Möglichkeiten.
- **Bündelung der Ressourcen:** Die Ressourcen des Dienstleisters werden gebündelt, um mehreren Kunden in einem mandantenfähigen Modell (engl. multi-tenant model) zu dienen, wobei verschiedene physische und virtuelle Ressourcen gemäß der Verbrauchernachfrage dynamisch zugeteilt werden. Dieses Konzept ist eine fundamentale Voraussetzung der Skalierbarkeit einer Cloud-Lösung. Mandantenfähige Umgebungen, wo mehrere Kunden

Ressourcen in der Cloud miteinander teilen, stellen die Grundlage der Infrastruktur von Public Clouds dar. Solche Mandantenfähigkeit bringt damit inhärente Erhöhung des Betriebsaufwands, der mittels einer bestimmten Hardwarekonfiguration und Softwarelösungen minimiert werden kann, wie Anwendungs- und Serverprofile. Die Bündelung der Ressourcen bietet das Gefühl der Standortunabhängigkeit, weil der Verbraucher im Allgemeinen den Standort der gelieferten Ressourcen weder kontrollieren kann noch kennt. Ohne Bündelung der Ressourcen und Mandantenfähigkeit würde das Cloud Computing finanziell keinen Sinn machen.

- **Elastizität:** Die Elastizität bedeutet im Wesentlichen das gleiche wie Skalierbarkeit, d. h. die Fähigkeit, Rechen- und/oder Speicherkapazität nach Bedarf hinzuzufügen oder zu reduzieren. Die Kapazitäten können elastisch und manchmal automatisch geändert werden, um der Nachfrage zu entsprechen. Häufig scheinen die versorgten Mittel den Verbrauchern grenzenlos, weil sie sich fast beliebige Menge jederzeit aneignen können. Die meisten Implementierungen der Skalierbarkeit beruhen auf das Hinzufügen oder Beseitigen von Knoten, Servern oder Instanzen zum/vom Bündel (Rechenverbund, Serverfarm). Ein bekanntes Beispiel ist der Zusatz eines Loadbalancers vor eine Serverfarm, welcher die Anforderungen verteilt.
- **Messbarkeit der Dienste:** Die Messbarkeit der Dienste gibt an, dass die Verwendung von Ressourcen überwacht, kontrolliert und dem Verbraucher gemeldet wird, womit Transparenz der Verbrauchsmengen und -kosten sowohl für den Dienstleister als auch für den Verbraucher sichergestellt wird. Dies ist für Berechnung, Zugriffskontrolle, Ressourcenoptimierung, Kapazitätsplanung und weitere Tätigkeiten maßgebend.

4 Komponenten und Architektur des Cloud Computings

Bei der Beschreibung der Architektur des Cloud Computings betonen viele Autoren die Verwendung der Rechenressourcen mit mehreren Servern und den Zugriff darauf.



Die Architektur einer Cloud ist jedoch die Struktur des Systems an sich, welche typischerweise Cloudressourcen (Back-End-Plattformen, Server und Speicher), Dienstleistungen, Netzwerk, Middleware, Softwarekomponenten, ihre äußerlich erkennbaren Eigenschaften und Beziehungen dazwischen umfasst [7].

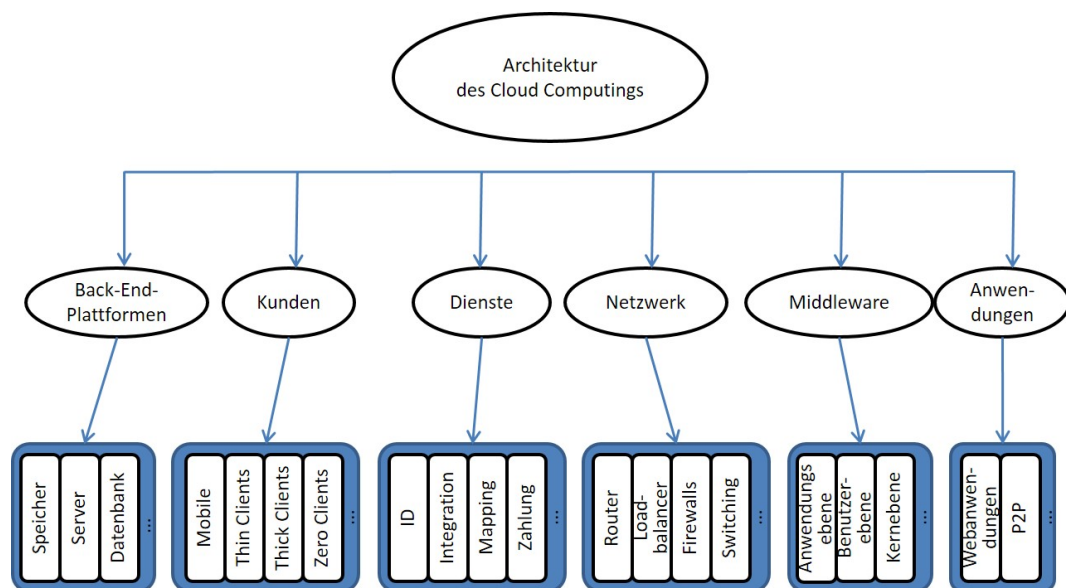


Abb. 2 – Komponenten des Cloud Computings

Es werden nun einzelne Komponenten des Cloud Computings vorgestellt.

- **Back-End-Plattformen:** Diese Server sind sehr umfangreich, können enorme Datenmengen speichern und an einer beliebigen Stelle auf der Welt platziert werden. Häufig werden sie geographisch verteilt, aber sie arbeiten, als befänden sie sich in unmittelbarer Nachbarschaft. Außerdem gibt es einen zentralen Server, der das System verwaltet und den Verkehr und Kundenanforderungen überwacht, um die richtige Funktion sicherzustellen.
- **Kunden:** Cloud-Benutzer können auf Serverressourcen mittels Cloud-Clients zugreifen, einschließlich Thick Clients, Thin Clients, Zero Clients, Tablets und mobiler Geräte. Diese Kundenplattformen arbeiten mit einem Cloud-Datenspeicher mittels einer vermittelnden Anwendung (Middleware), eines Webbrowsers oder einer virtuellen Sitzung zusammen.
- **Netzwerk:** Weil Firmen Dienste des Cloud Computings immer mehr benutzen, könnten sich die Herausforderungen der Serververwaltung in

Herausforderungen der Netzwerkverwaltung umwandeln. Daher werden größere Anforderungen an Netzwerke gestellt. Auch auf der Seite des Dienstleisters müssen Netzwerke garantieren, dass die Kommunikation problemlos, effizient und sicher erfolgt. Für Dienstleister ist es entscheidend, dass ihre Netzwerke intelligent, zuverlässig und funktionsfähig sind und Innovationen der nächsten Generation ermöglichen.

- **Middleware:** Diese Software erlaubt eine Verbindung zwischen jeweils zwei Kunden, Servern, Datenbanken oder sogar Anwendungen. Die Cloud-Middleware bietet eine Reihe von Funktionen für die Benutzer, beispielsweise Erstellen von Geschäftsanwendungen, Unterstützung der Nebenläufigkeit, Transaktionen, Threading und Nachrichtenvermittlung.
- **Dienste:** Cloud-Dienste sind Dienstleistungen, die cloud-basierte Lösungen unterstützen, wie Identitätsmanagement, Integration von Dienstleistungen, Mapping, Berechnungs-/Zahlungssysteme, Suche usw.
- **Anwendungen:** Eine Cloud-Anwendung (oder Cloud-App) ist ein Applikationsprogramm, das in der Cloud arbeitet, jedoch einige Charakteristiken reiner Desktop-Anwendungen und einige Charakteristiken reiner Webanwendungen hat. Üblicherweise werden diese Anwendungen in einer besseren integrierten Umgebung aufgebaut. Ein Beispiel solcher Anwendungen ist Google App Engine, welche es den Benutzern erlaubt, Webanwendungen auf den gleichen skalierbaren Systemen wie Anwendungen von Google zu erstellen.

5 Dienstmodelle des Cloud Computings

Das Cloud Computing bietet den Firmen neue Auswahlmöglichkeiten im Bereich der Infrastruktur, Kosteneinsparung und Delegation von Verantwortlichkeiten auf dritte Dienstleister. Es wurde zu einem integralen Bestandteil der Technologie- und Geschäftsmodelle und hat Firmen gezwungen, sich an neue technologische Strategien anzupassen. Die Nachfrage nach Cloud Computing hat auch die Entwicklung von innovativen Angeboten in der Form verschiedener Dienst- und Bereitstellungsmodelle durchgesetzt. Diese Modelle vermehren den Umfang der verfügbaren Möglichkeiten und erschweren den Firmen die Entscheidung für ein bestimmtes Modell des Cloud Computings.

Die Cloud-Dienstmodelle beschreiben, wie die Cloud-Dienste den Kunden zur Verfügung gestellt werden. Gemäß NIST gibt es drei Dienstmodelle: **SaaS** (*Software als eine Dienstleistung*, engl. *Software as a Service*), **PaaS** (*Plattform als Dienst*, engl. *Platform as a Service*) und **IaaS** (*Infrastruktur als Dienst*, engl. *Infrastructure as a Service*), die in den folgenden Kapiteln beschrieben werden. Tatsächlich ist das fundamentalste Dienstmodell eine Kombination von IaaS, PaaS und SaaS. Diese Dienstmodelle können Synergien untereinander haben oder unabhängig sein. Zum Beispiel hängt PaaS von IaaS ab, weil Anwendungsplattformen physische Infrastruktur erfordern.

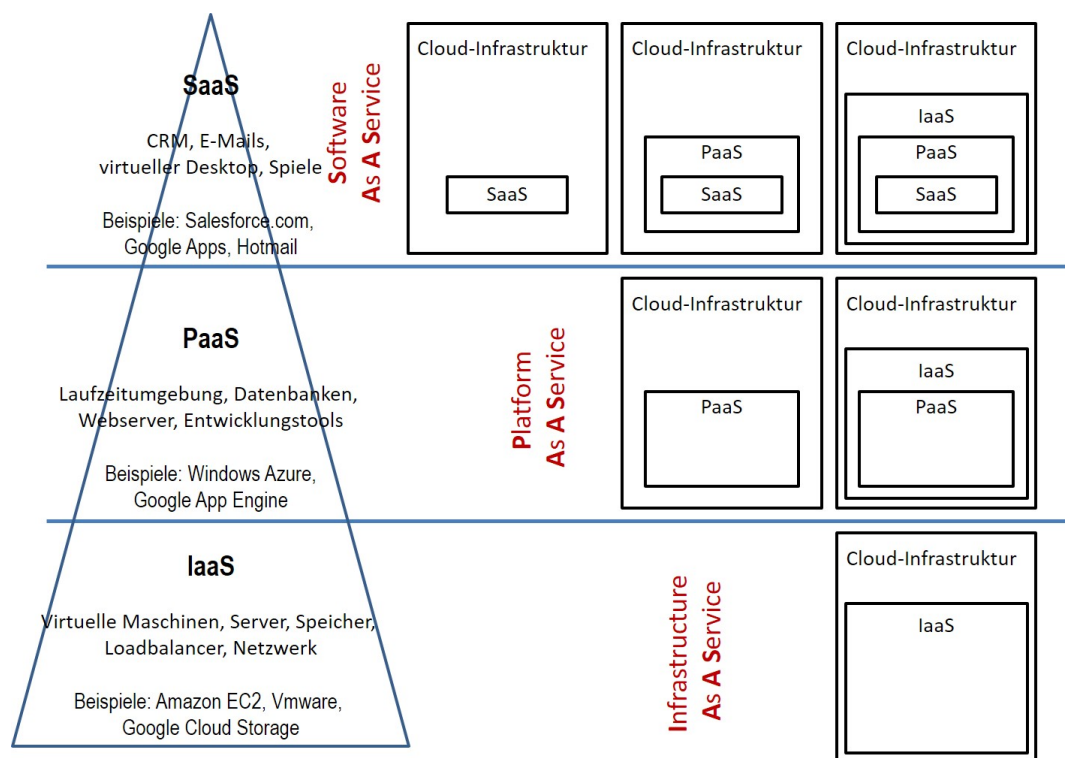


Abb. 3 – Dienstmodelle. Basierend auf [8]

Heutzutage sparen Firmen mehr Ressourcen in Software- und Plattformdiensten als durch Infrastruktur. Daher wird das IaaS-Modell wahrscheinlich den Marktanteil gegenüber PaaS und SaaS noch weiter verringern. In der nächsten Zukunft erwartet

man eine hohe Anzahl von Marktkonsolidierungen mit dem Ergebnis, dass wenige große Anbieter die Kontrolle über den Markt behalten werden [9].

5.1 Software as a Service

SaaS ist ein Modell der Softwareverteilung, in dem Anwendungen von einem Anbieter oder Dienstleister gehostet und den Kunden über ein Netzwerk, typischerweise via Internet, zur Verfügung gestellt werden. Damit entfällt die sonst notwendige Installation der Software auf Computern der Benutzer. Dies kann auch für mobile oder temporäre Mitarbeiter nützlich sein.

Ein einfaches Beispiel von SaaS ist ein E-Mail-Dienst. Wenn ein Benutzer einen Dienstleister hat, möchte er eine Desktop- oder Mobilanwendung für den Zugriff auf seine E-Mail nutzen. Es soll jedoch darauf hingewiesen werden, dass der Benutzer die unterstützende Cloud-Infrastruktur weder verwaltet noch kontrolliert, noch die einzelnen Eigenschaften der Anwendung beeinflussen kann, mit Ausnahme der begrenzten Benutzerkonfiguration der Anwendung.



Vorteile von SaaS:

- **Kosteneinsparung:** Kleine oder keine Anlageinvestitionen
- **Flexibilität:** Nach Bedarf erbracht
- **Stabilität:** SaaS-Anwendungen werden auf einer renommierten, gesicherten und redundanten Hardware installiert.
- **Schnelle Bereitstellung:** Kurze oder gar keine Zeit für die Bereitstellung
- **Verfügbarkeit:** Nur Internetzugriff erforderlich
- **Neue Versionen (Updates):** Die Dienstleister aktualisieren ihre Lösungen und stellen diese Updates ihren Kunden zu; der zusätzliche Aufwand ist niedriger als beim traditionellen Modell.



Neben der fehlenden Kontrolle besteht der größte Nachteil darin, dass SaaS-Anwendungen nicht die gleichen Eigenschaften wie nicht-SaaS-Anwendungen haben können. Ihre Funktionalität ist oft nicht so verfeinert oder komplett. Dieses Problem wird sich jedoch im Laufe der Zeit verringern. Die Entwicklungsinstrumente für SaaS-Anwendungen werden immer leistungsfähiger. Und schließlich ist auch die Geschwindigkeit ein Nachteil bei SaaS - solche Anwendungen sind langsamer als ihre entsprechenden nicht-SaaS-Äquivalente.

Beispiele der SaaS-Dienstleister:

- **Google Apps:** webbasierten Bürotools, wie E-Mail, Kalender und Dokumentenmanagement
- **Selesforce.com:** komplette Anwendung für **CRM** (*Kundenbeziehungsmanagement*, engl. *Customer Relationship Management*)
- **Zoho.com:** breites Spektrum von webbasierten Anwendungen, meist für Firmen

5.2 Platform as a Service

PaaS ist eine Kategorie des Cloud Computings, die eine Plattform und eine Umgebung zum Aufbau von Anwendungen via Internet anbietet. PaaS-Dienste werden in der Cloud gehostet und von Benutzern einfach über den Webbrowser verwaltet. Üblicherweise handelt es sich um eine Art des Mietens von Hardware, Betriebssystemen, Speichern und Netzwerkkapazitäten via Internet.

Dieses Modell ermöglicht es den Benutzern, virtualisierte Server und verbundene, für den Lauf der Kundenanwendungen erforderliche Dienste zu mieten, die mittels der vom Dienstleister unterstützten Programmiersprachen, Bibliotheken, Dienstleistungen und Tools erstellt wurden. Die Plattformen für die Entwicklung der Anwendungen erlauben es den Benutzern, größere Anwendungen zu erstellen und zu hosten. PaaS-Dienstleister können den Entwicklern beginnend mit den Konzepten ihrer originalen Ideen, über Erstellen der Anwendungen bis zum Test und zur Einführung helfen.

Die Verwaltung und Kontrolle der unterstützenden Cloud-Infrastruktur, einschließlich Netzwerks, Servern, Betriebssystemen oder Speichern erfolgt nicht durch den Anwender, aber er kontrolliert seine Anwendungen und Konfigurationseinstellungen für die gehostete Umgebung. Die Benutzer profitieren von den Größenvorteilen, die sich aus dem Teilen der unterstützenden physischen Infrastruktur unter allen Benutzern ergeben, und erzielen deshalb Kostenersparnisse. Für PaaS-Dienste bezahlt man üblicherweise in Form eines Abonnements, wobei dem Kunden nur das berechnet wird, was er wirklich verwendet hat.

Beispiele der PaaS-Bestandteile:

- Betriebssystem
- Scripting-Umgebung auf Server
- Datenbankmanagementsystem
- Serversoftware
- Unterstützung
- Datenspeicher
- Netzwerkzugriff
- Entwurfs- und Entwicklungstools
- Hosting



Vorteile von PaaS:

- Softwareentwickler können individuelle PaaS-Umgebungen auf jeder Ebene des Prozesses benutzen, um ihre Anwendungen zu entwickeln, zu testen und schließlich zu hosten.
- Sogar entfernte Teams können miteinander zusammenarbeiten. Alle können unabhängig von ihren Standorten an gemeinsamen Softwareprojekten arbeiten.
- Flexibilität: Kunden kontrollieren die auf ihren Plattformen installierten Tools und schaffen Plattformen, welche ihren spezifischen Anforderungen entsprechen.
- Kosteneinsparung: Keine Investition in physische Infrastruktur erforderlich.
- Maximieren der Betriebszeit: PaaS-Anbieter haben Instrumente, Technologien und Erfahrung, um den Benutzern bei der Vermeidung ungeplanter Ausfallzeiten zu helfen.
- Einfache Skalierung: Die Eigenschaften können angepasst werden, wenn die Umstände dies erfordern.



Einer der Nachteile von PaaS besteht darin, dass der Benutzer in eine Abhängigkeit vom Angebot des PaaS-Dienstleisters mit einer bestimmten Softwareumgebung, sprache oder schnittstelle geraten kann. Dies betrifft jedoch nicht alle Dienstleister.

Beispiele von PaaS:

- Google App Engine: vollständige Umgebung für Entwicklung und Lauf von Anwendungen in der Infrastruktur von Google
- Akamai EdgePlatform: umfangreiche verteilte Computerplattform zur Einführung von Webanwendungen mit Orientierung auf Analysen und Überwachung
- Microsoft Azure: Plattform mit Rechenleistung, Speichern und Entwicklungsumgebung basierend auf Windows Azure
- Yahoo! Open Strategy (Y!OS): Tools zur Entwicklung von Webanwendungen auf Basis der bestehenden Plattform von Yahoo!

5.3 Infrastructure as a Service

IaaS ist ein Modell, in dem Firmen Betriebssysteme, Netzwerke, Speicher und Server für die Entwicklung von Anwendungen und Diensten und für die Einführung von Entwicklungstools und Datenbanken outsourcen. Der Dienstleister besitzt die Einrichtungen und ist für ihr Beherbergen, ihren Lauf und ihre Wartung verantwortlich. Typischerweise bezahlen die Kunden nur für die benutzten Ressourcen. Anstatt vorgefertigter Anwendungen oder Dienste wird nur ein Netzwerk bereitgestellt. Am häufigsten werden IaaS für virtuelle Server, Loadbalancer und Netzwerkanschlüsse eingesetzt.

IaaS erlaubt es den Firmen und Entwicklern, dass sie ihre IT-Infrastruktur nach Bedarf expandieren. Der Cloud-Anbieter hat einen Satz von virtualisierten Rechenressourcen und Speichern, die von Kunden genutzt werden können. Damit werden Schwankungen in der Rechenleistungsausnutzung gedeckt. Der Satz der Hardwareressourcen wird von einer Reihe von Servern und Netzwerken zusammengestellt, die üblicherweise in zahlreichen, vom Cloud-Anbieter gewarteten Datenzentren verteilt sind. Die Kunden können dann auf die virtualisierten Komponenten zugreifen, um ihre eigenen IT-Plattformen zu erstellen. Sie verwalten oder kontrollieren die unterstützende Infrastruktur nicht, aber können eine begrenzte Kontrolle über Betriebssysteme, Speicher, eingeführte Anwendungen und die Auswahl der Netzwerkkomponenten (z. B. Firewalls) haben.



Vorteile von IaaS:

- Schneller und einfacher Zugriff auf Lösungen für Firmen
- Skalierbarkeit: Ressourcen stehen immer in dem geforderten Umfang zur Verfügung und daher gibt es keine Verzögerung bei der Erhöhung der Kapazität und keinen Verlust wegen einer unbenutzten Kapazität
- Einfachheit: Dienstleister sorgen für die Verwaltung der Anlagen, Beschaffung von Hard-/Software, Patches und alle weiteren komplexen Details in Bezug auf die Infrastruktur.
- Keine Investitionen in Hardware erforderlich: Die unterstützende physische Hardware der IaaS-Dienstleistungen wird vom Cloud-Anbieter eingestellt und gewartet, was dem Kunden Zeit und Kosten spart.
- Standortunabhängigkeit: Auf den Dienst kann man üblicherweise von einer beliebigen Stelle zugreifen, sofern es dort einen Internetanschluss gibt und das Sicherheitsprotokoll der Cloud es ermöglicht.
- Physische Sicherheit der Datenzentren: Die durch Public Clouds erhältlichen Dienstleistungen oder die vom Cloud-Anbieter extern gehosteten Private Clouds profitieren von der physischen Sicherheit der Server, die in einem Datenzentrum gehostet werden.
- Schneller Einsatz: Für die Bereitstellung und Einführung braucht man fast keine Zeit.

Der letzte Vorteil ist für größere Unternehmen entscheidend - eine rechtzeitige Einführung bedeutet eine Unterstützung ihrer kurzfristigen und unerwarteten Bedürfnisse.



Der wichtigste Nachteil von IaaS ist das Geschäftsrisiko. Sogar mit der höchsten Sorgfalt, regelmäßigen Audits und dem proaktiven Management erfordert IaaS immer noch Vertrauen in die Infrastruktur/Operationen des Cloud-Anbieters was die Verfügbarkeit, Datensicherheit usw. betrifft.

Beispiele der IaaS-Dienstleister:

- Amazon Elastic Compute Cloud (EC2): spezielle virtuelle Maschinen (AMI), die in der EC2-Infrastruktur eingeführt und betrieben werden können
- Amazon Simple Storage Solution (S3): Zugriff auf dynamisch skalierbare Speicherressourcen
- Microsoft Live Mesh: Zugriff auf ein verteiltes Dateisystem; auf individuelle Nutzung orientiert
- IBM Computing on Demand (CoD): Zugriff auf konfigurierbare Server und Mehrwertdienste wie Datenspeicherung

Zusammen mit den anderen zwei Formen des Cloud Hostings kann IaaS von Firmen ausgenutzt werden, um kosteneffektive und einfach skalierbare IT-Lösungen zu erstellen, wobei die Komplexität und Kosten der Verwaltung der unterstützenden Hardware auf den Cloud-Anbieter outgesourct werden. Wenn der Umfang der Operationen eines Unternehmens schwankt oder bald expandieren soll, kann es Cloud-Ressourcen verwenden, die in der richtigen Zeit und in dem erforderlichen Ausmaß zur Verfügung stehen, eher als selbst Hardware einkaufen, installieren und integrieren.

6 Nutzungsmodelle

Es gibt vier geläufigste Cloud-Nutzungsmodelle: Private, Public, Hybrid und Community Clouds. Der letzte wird am wenigstens eingesetzt.

- Eine Private Cloud wird im Rahmen eines Unternehmens aufgebaut und verwaltet. Unternehmen verwenden Software, die Cloud-Funktionalitäten ermöglichen, wie VMware.
- Eine Public Cloud (öffentliche Rechnerwolke) stellt einen Satz von Computerressourcen dar, die von Dritten zugestellt werden. Die beliebtesten Public Clouds sind Amazon Web Services, Google AppEngine und Microsoft Azure.
- Eine Hybrid Cloud ist eine Kombination von Rechenressourcen sowohl aus Private und Public Clouds.
- Eine Community Cloud (gemeinschaftliche Rechnerwolke) ermöglicht das Teilen der Computerressourcen unter einigen Organisationen und kann entweder von organisatorischen IT-Ressourcen oder Dritten verwaltet werden.

Das bisher dominante Nutzungsmodell der Public Clouds wird weiter expandieren. Die Nutzungsmodelle der Private und Hybrid Clouds werden weiter verwendet werden, aber ihr Marktanteil wird kontinuierlich senken. Langfristig werden die Modelle der Private und Hybrid Clouds wahrscheinlich nur in spezifischen Geschäftsszenarios eingesetzt.

6.1 Public Cloud

Public Clouds werden für die breite Öffentlichkeit vom Dienstleister angeboten, der die Cloud-Infrastruktur hostet. Diese Dienstleister, wie Amazon AWS, Microsoft und Google, besitzen und betreiben im Allgemeinen die Infrastruktur und bieten den Zugriff darauf via Internet für die Öffentlichkeit. In diesem Modell haben Kunden keine Ahnung oder Kontrolle über die Anordnung der Infrastruktur. Es soll darauf hingewiesen werden, dass alle Kunden in Public Clouds die gleiche Infrastruktur mit einer begrenzten Konfiguration, Sicherheit und Abweichungen in Verfügbarkeit miteinander teilen. Ein Beispiel sind Dienstleistungen für die breite Öffentlichkeit, wie online Fotospeicherung, E-Mail-Dienste oder Social-Networking-Webseiten. Jedoch in einer Public Cloud können auch Dienstleistungen für Unternehmen angeboten werden.

In Public Clouds werden Ressourcen als eine Dienstleistung angeboten. Benutzer können ihre Verwendung nach Bedarf ändern und müssen keine Hardware kaufen, um den Dienst benutzen zu können. Dienstleister von Public Clouds verwalten die Infrastruktur und liefern die Kapazitäten für die vom Benutzer geforderten Ressourcen.



Die Kunden der Public Clouds profitieren vom Skaleneffekt, weil die Kosten der Infrastruktur unter allen Benutzern aufgeteilt werden. Daher kann jeder Benutzer seine Aktivitäten mit niedrigen Kosten im Modell „pay as you go“ betreiben. Ein weiterer Vorteil der Infrastruktur der Public Cloud ist, dass sie typischerweise größer als eine interne Firmen-Cloud ist, womit Kunden problemlos nach Bedarf ihre Bedürfnisse erhöhen können. Diese Clouds bieten die höchste Effizienz der geteilten Ressourcen.

Eine Public Cloud ist die klare Wahl, wenn:

- eine standardisierte Anwendungslast von vielen Leuten genutzt wird, wie E-Mail,
- ein Anwendungscode entwickelt und getestet werden soll,
- eine inkrementelle Kapazität erforderlich ist (Rechenressourcen in der Hauptbelastungszeit zugefügt werden können),
- auf gemeinsamen Projekten gearbeitet wird.

6.2 Private Cloud

In einer Private Cloud wird die Infrastruktur nur für einen einzigen Kunden oder eine einzige Organisation betrieben. Sie wird nicht mit weiteren Subjekten geteilt, aber kann auch mehrere Verbraucher (z. B. Geschäftseinheiten) haben. Die Infrastruktur kann intern oder extern gehostet und von dem Subjekt an sich, von einem Dritten oder kombiniert von beiden verwaltet werden. So können Firmen Daten und Anwendungen in der Cloud haben, jedoch im Vergleich zu Public Clouds in einer sicheren und mehr kontrollierten Umgebung. Die Ressourcen werden hinter einer Firewall gespeichert und können durch private Mietleitungen oder sichere verschlüsselte Verbindung via öffentliche Netzwerke verwendet werden, so dass nur die spezifizierten Kunden mit ihr arbeiten können. Das Ziel dieser Mechanismen ist die Minimierung der Sicherheitsrisiken und die Begrenzung des Zugriffs nur für bestimmten Kunden.

Es gibt zwei Varianten der Private Clouds gemäß der Stelle, wo sie gehostet werden [10]:

Intern gehostete Private Cloud: Dieser Typ der Clouds wird im Rahmen der eigenen Anlagen gehostet. Diese Variante ist für Organisationen geeignet, die in Server- und Speicherausstattung erhebliche Investitionen vorgenommen haben und diese Investitionen teilweise für einen anderen Zweck in einer Private Cloud wirksam nutzen möchten, zum Beispiel für Anwendungen, die eine komplette Kontrolle und Konfigurierbarkeit der Infrastruktur und Sicherheit erfordern.

Extern gehostete Private Cloud: Sie werden von Dritten gehostet, die sich auf Cloud-Infrastruktur spezialisieren. Der Dienstleister errichtet eine exklusive Cloud-Umgebung mit einer vollen Gewährleistung der Privatsphäre. Dieses Modell wird für Organisationen empfohlen, die Public Clouds wegen der Risiken nicht verwenden möchten, die mit dem Teilen der physischen Ressourcen verbunden sind.



Um ein Projekt in einer Private Cloud zu starten, muss man sich mit der Virtualisierung der Unternehmensumgebung befassen. Im Vergleich zu Public Clouds sind Private Clouds teurer, aber auch sicherer. Viele IT-Entscheidungsträger konzentrieren sich ausschließlich auf Private Clouds, weil sie das höchste Niveau der Sicherheit und Kontrolle gewährleisten.

Zusammengefasst ist eine Private Cloud die beste Wahl, wenn

- ein hohes Niveau der Kontrolle erforderlich ist,
- Datensicherheit und Privatsphäre entscheidend sind,
- Datenhoheit gefordert wird, aber Effizienz der Clouds erwünscht ist.

6.3 Community Cloud

Eine Community Cloud ist ein Modell der mandantenfähigen Cloud-Dienste, die unter mehreren Subjekten aus einer spezifischen Gruppe mit gemeinsamen Computeranforderungen (z. B. Mission, Sicherheitsanforderungen, Übereinstimmungsaspekte) geteilt werden. Diese Subjekte oder Gemeinschaften haben ähnliche Anforderungen an die Cloud und ihr oberstes Ziel ist die Zusammenarbeit auf Basis ihrer Geschäftspläne. Eine Community Cloud hat eigene Besonderheiten wie die Zuweisung von Kosten, Verantwortungen, Steuerung und Sicherheit.

Die Kosten werden unter weniger Benutzern im Vergleich zur Public Cloud (aber mehr im Vergleich zur Private Cloud) aufgeteilt und daher kann das Potenzial der Kosteneinsparungen nur teilweise realisiert werden. Solche Clouds können von den Subjekten an sich oder von Dritten intern oder extern verwaltet werden.

Im Allgemeinen sind Dienstleistungen der Public Clouds kostengünstiger und skalierbarer als Private Clouds, aber nicht so sicher.



Das Ziel der Community Clouds ist, dass die beteiligten Subjekte Vorteile der Public Clouds und zugleich Privatsphäre, Sicherheit und Konformität mit internen Regeln der Private Clouds nutzen können.

Die Bereiche, zu denen die Vorteile der Community Clouds am besten passen, sind Regierungen, Gesundheitswesen, Telekommunikationsindustrie und einige regulierte private Industrien. Wobei in Public Clouds nur Räume genutzt werden können, arbeiten die Subjekte in einer Community Cloud mit sicheren, für sie reservierten und intern geregelten Plattformen.

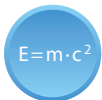
6.4 Hybrid Cloud

Eine Hybrid Cloud ist eine Kombination verschiedener Methoden der Bündelung der Ressourcen (zum Beispiel Public und Community Clouds). Hybrid Clouds kann man auch als eine Zusammenstellung von zwei oder mehr (Private, Community oder Public) Clouds betrachten, die miteinander verbunden sind und Vorteile mehrerer Nutzungsmodelle mittels einer standardisierten oder eigenen Technologie bieten, welche die Übertragbarkeit von Daten und Anwendungen sicherstellt. Dies kann von einem externen Dienstleister teilweise oder völlig erbracht werden, womit die Flexibilität des Computings erhöht wird. Die Idee hinter Hybrid Clouds ist die Kombination einiger Cloud-Modelle, um eine kundenindividuelle Lösung aufgrund der spezifischen Anforderungen zu bieten.

Die Architektur der Hybrid Clouds erfordert sowohl interne Ressourcen als auch externe Server. Sie kann auf verschiedene Art implementiert werden. Beispielsweise kann ein Subjekt seine Daten und Anwendungen in der Cloud haben, um Kontrolle über die organisatorische Netzwerktopologie und -regeln zu haben. Zugleich kann seine bestehende physische Infrastruktur aufrechterhalten werden (obwohl sie nicht skalierbar ist) und zusätzliche Ressourcen nach Bedarf gemietet werden.



Hybrid Clouds ermöglichen es den Unternehmen, alle Aspekte ihrer Geschäfte in der effizientesten Umgebung zu halten. Darüber hinaus sind diese Modelle leicht skalierbar, sicher, flexibel und kostengünstig (der Druck auf eine Private Cloud kann durch Verschieben der nicht sensiblen Daten oder Anwendungen in eine Public Cloud gemindert werden).



Die Kehrseite der Hybrid Cloud bestehen darin, dass man mehr Cloud-Sicherheitsplattformen verfolgen muss und gewährleisten muss, dass alle Geschäftseinheiten miteinander kommunizieren können.

Eine Hybrid Cloud sollte gewählt werden, wenn:

- ein Unternehmen eine Public Cloud für die Entwicklung und das Testen und eine gehostete Private Cloud innerhalb des Unternehmens als Produktionsumgebung verwenden möchte,
- ein Unternehmen Public Clouds für externe Anwendungen und eine gehostete Private Cloud für interne Anwendungen verwenden möchte,
- ein Unternehmen eine Public Cloud zur Interaktion mit Kunden und eine Private Cloud zur Speicherung von sensiblen Daten verwenden möchte.

7 Einsatz und Anwendungen

Cloud Computing kann fast alle Anwendungen unterstützen. Einige Aufgaben können jedoch aus der organisatorischen oder technischen Sicht mit einer Cloud besser ausgeführt werden. Die zwei besten Beispiele des Einsatzes von Cloud Computing sind:

Verwaltung großer Datenmengen: Cloud Computing ist für Analyse von großen Datenmengen ideal, weil elastische, bedarfsgeführte Rechenkapazität sie für mehr Teams im Rahmen einer Firma nutzbar macht. Darüber hinaus stellt eine Cloud auch eine geeignete Lösung dar, wenn viele Berechnungen zum Lösen von komplexen Problemen erforderlich sind oder wenn Zusammenarbeit unter Entwicklern benötigt wird. Cloud Computing erlaubt viel effizientere Berechnungen durch Zentralisieren der Verarbeitung der Speicherplätze.

Testen und Entwicklung: Entwicklerteams profitieren von der Agilität der Erzeugung virtueller Maschinen in wenigen Minuten. Cloud Computing erfordert nicht, dass Firmen eine Entwicklungsumgebung mittels physischer Anlagen, eines erheblichen Arbeitsaufwands und viel Zeit schaffen. Außerdem kann die Firma Anwendungen schnell in die Produktionsumgebung verschieben und sie nach Bedarf skalieren.

Weitere relevante Einsatzfällen umfassen:

- Speicherung und Teilen von Dateien
- Backup und Notfallwiederherstellung
- CRM
- Hosting von Webseiten

Typische Anwendungen:

- Seiten von sozialen Netzwerken
- E-Mail-Seiten
- Suchmaschinen
- Kommunikationslösungen (z. B. Skype)
- Zeitüberwachungssoftware
- Organisation von Bemerkungen (z. B. Evernote)
- Erstellen und Teilen von Bürodokumenten (Google Apps)

8 Vor- und Nachteile des Cloud Computings

Viele Benutzer und sowohl kleine als auch große Firmen verwenden Cloud Computing heutzutage entweder direkt (z. B. Google oder Amazon) oder indirekt (z. B. Twitter) anstatt der traditionellen Alternativen.

Clouds können den Benutzern eine Reihe von Vorteilen anbieten. Einer der wichtigsten ist die Reduzierung der Kosten und Komplexität des Besitzes und Betriebens von Computern und Netzwerken. Die Benutzer müssen nichts in die IT-Infrastruktur investieren, keine Hardware kaufen und keine Softwarelizenzen bezahlen. Ferner spezialisieren sich Cloud-Anbieter oft auf spezifische Bereiche (wie E-Mail), was verbesserte und nützliche Dienstleistungen für Firmen bedeutet.

Weitere Vorteile für Kunden umfassen Skalierbarkeit, Zuverlässigkeit und Effizienz. Unter Skalierbarkeit versteht man, dass das Cloud Computing eine unbegrenzte Verarbeitungs- und Speicherkapazität bietet. Die Zuverlässigkeit der Cloud besteht darin, dass sie einen Zugriff auf Anwendungen und Dokumente via Internet sicherstellt. Cloud Computing wird als effizient betrachtet, weil Ressourcen der Firmen freigesetzt und in Innovationen und Produktentwicklung investiert werden können. Darüber hinaus können Informationen in der Cloud nicht so leicht verloren werden.

Weitere wichtigste Vorteile des Cloud Computings sind:

- Verfügbarkeit und universaler Zugriff: Cloud Computing erlaubt es den entfernten Mitarbeitern, auf Ressourcen und Anwendungen jederzeit über einen standardmäßigen Internetanschluss zu zugreifen.
- Wahl der Anwendungen: So können sich Cloud-Benutzer die beste Variante für ihre Bedürfnisse flexibel wählen. Firmen können so nur das verwenden und bezahlen, was sie wirklich brauchen, und das dann schnell implementieren.
- Zusammenarbeit: Benutzer betrachten jetzt Clouds als eine Möglichkeit zur gleichzeitigen Arbeit auf geteilten Daten und Informationen.
- Reduzierung der Kosten: Das Pay-per-Use-Modell, im Unterschied zum internen Hosting, erlaubt es den Firmen, nur die Ressource zu bezahlen, die sie wirklich brauchen, und keine zusätzlichen Investitionen in die physischen Ressourcen einer Cloud zu machen.
- Elastizität: Dienstleister verwalten die Ressourcen für ihre Kunden transparent aufgrund der dynamisch veränderlichen Bedürfnisse.
- Flexibilität: Kunden können Anwendungen leicht und schnell wechseln und nur die wählen, die ihren aktuellen Anforderungen am besten entsprechen.
- Potenzial für Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit: Die durchschnittliche Energiemenge, die für eine rechnerische Operation in der Cloud erforderlich ist, ist viel kleiner als in der internen Umgebung. Der Grund dafür ist das Teilen von physischen Ressourcen unter verschiedenen Subjekten.

- Risikominderung: Firmen können in der Cloud Ideen und Konzepte testen, bevor sie in Technologien erheblich investieren.
- Skalierbarkeit: Benutzer können auf viele Ressourcen zugreifen, die gemäß ihrer Nachfrage skalierbar sind.
- Aktuelle Software: Cloud-Dienstleister aktualisieren ihre Software und verfolgen Rückkopplungen von vorigen Softwareversionen.
- Virtualisierung: Jeder Benutzer kann die verfügbaren Ressourcen betrachten, unabhängig davon, wo sie physisch angeordnet sind. Daher können Dienstleister mehr Benutzer mit weniger physischen Ressourcen bedienen.

Es gibt trotzdem auch Probleme, welche den Firmen bei der Verwendung des Cloud Computings hindern können. Solche Begrenzungen werden nun aufgelistet:

- Interoperabilität: Bisher wurde kein universaler Satz von Standards und/oder Schnittstellen definiert, was ein Risiko des Anbindeeffektes für Firmen darstellen kann.
- Latenz: Auf Cloud-Dienste wird via Internet zugegriffen, was eine Latenz in jeder Kommunikation zwischen dem Benutzer und dem Anbieter bedeutet.
- Begrenzungen der Plattform oder Sprache: Einige Dienstleister bieten nur bestimmte Plattformen und Sprachen.
- Regelung: In der Gemeinschaft des Cloud Computings gibt es noch offene Fragen über gerichtliche Zuständigkeit, Datenschutz, faire Informationspraktiken und internationale Datenübertragung, vor allem für Firmen, welche sensible Daten verwalten.
- Zuverlässigkeit: Viele bestehende Cloud-Infrastrukturen verwenden Standardhardware, die unerwartet versagen kann.
- Kontrolle der Ressourcen: Unterschiedliche Dienstleister bieten ein unterschiedliches Niveau der Kontrolle über Ressourcen für Benutzer.
- Sicherheit: Das größte Problem stellt der Datenschutz dar. Die Benutzer haben keine Kontrolle und sogar keine Kenntnis, wo ihre Daten gespeichert werden. Cloud Computing (mit Virtualisierung) kann jedoch aus der Sicht der forensischen Sicherheit reservierte forensische Bilder der virtuellen Maschinen im Pay-per-Use-Modell bieten, die ohne Abschalten der Infrastruktur zugreifbar sind. Dies führt zu wenigen Ausfällen für eine forensische Analyse und kann auch eine kostengünstigere Speicherung von Auditberichten bedeuten, dank dessen umfassende Audits ohne Beeinträchtigung der Leistung durchgeführt werden können [11].

9 Sicherheit in der Cloud. Risiken im Bereich Privatsphäre.



Trotz vieler Vorteile gibt es noch Probleme mit der Sicherstellung der Privatsphäre und der Sicherheit in der Cloud. Daten werden via Internet übertragen und auf entfernten Speicherplätzen abgelagert. Ferner bedienen Cloud-Anbieter zugleich auch mehrere Kunden. Dies kann das Risiko von eventuellen, sowohl zufälligen als auch absichtlichen Verletzungen erhöhen. Die personenbezogenen Daten müssen geeignet behandelt werden [12]. Die Bedrohung der Sicherheit kann wegen des dynamischen Charakters der Cloud-Umgebung erhöht sein. Einer der entscheidenden Vorteile im Cloud Computing ist die Geschwindigkeit, mit der die Dienstleister ihr Angebot anpassen, entwickeln und ändern können. Es gibt eine Wechselbeziehung zwischen den Anforderungen an Geschwindigkeit und Flexibilität und dem Sicherheitsniveau.

Cloud Computing stellt einige Risiken im Bereich des Datenschutzes für seine Benutzer und Anbieter dar. Es kann für Kunden in der Cloud (als Datenverantwortliche) schwierig sein, die Regeln der Datenspeicherung des Cloud-Anbieters effizient zu überprüfen und so sicherzustellen, dass die Daten gesetzeskonform verarbeitet werden. Brennend ist dieses Problem bei häufigen Datenübertragungen, z. B. zwischen verbundenen Clouds.

Die Privatsphäre, einschließlich des Identitätsschutzes, ist ein zentrales Thema für eine erfolgreiche Einführung des Cloud Computings. Vielen Firmen gefällt es nicht, dass ihre Daten und Anwendungen in Systemen gespeichert werden, die außerhalb ihrer internen Datenzentren liegen. Das Risiko des unbefugten Zugriffes auf sensible Daten steigt noch, wenn die Operationen in eine geteilte Infrastruktur migrieren.

Viele befürchten, dass Cloud Computing zur schleichenden Ausweitung der Zweckbestimmung (sog. „function creep“) führen kann - dass Daten von Cloud-Anbietern verwendet werden können, was nicht nur unerwartet war, sondern wozu die Informationen ursprünglich erfasst nicht wurden und wofür keine Zustimmung gegeben wurde. Wenn das Löschen einer Cloud-Ressource angefordert wird, bedeutet dies wie bei den meisten Betriebssystemen nicht immer das komplette Löschen der Daten. Ein adäquates oder rechtzeitiges Löschen von Daten kann auch unmöglich (oder unerwünscht von der Sicht des Benutzers) sein, entweder weil Kopien der Daten weiter gespeichert werden, aber nicht verfügbar sind, oder weil die zu zerstörende Platte Daten anderer Kunden beinhaltet. Im mandantenfähigen Modell und bei der Wiederverwendung von Hardwareressourcen steigt das Risiko für den Kunden im Vergleich zu einer reservierten Hardware. Im Hinblick auf die niedrigen Kosten der Speicherung von Daten hat es wenig Anreiz, die Informationen in der Cloud zu beseitigen, und mehr Gründe, mit ihr weitere Aktivitäten auszuführen.

Cloud-Dienstleister müssen ihre Kunden überzeugen, dass Cloud-Operationen einerseits transparent und andererseits privat gehalten werden. Mechanismen zum Schutz der Privatsphäre müssen in allen Sicherheitslösungen integriert werden.

10 Schlussfolgerung

Cloud Computing ist ein neues und rasch sich entwickelndes Modell mit neuen Möglichkeiten und Anwendungen. Cloud Computing stellt üblicherweise eine Alternative zu den traditionellen internen Firmenlösungen dar und setzt dynamisch skalierbare und häufig virtualisierte Ressourcen in der Form eines Dienstes via Internet/Intranet ein. Beispielsweise der Webmail-Dienst als eine cloud-basierte Variante im Vergleich zum Hosting eines eigenen E-Mail-Servers.

Auf die meisten Dienstleistungen im Bereich des Cloud Computings wird über einen Webbrowser mittels eines angeschlossenen Gerätes (Handy, Tablet, PC usw.) zugegriffen. Daher erfordern diese Dienste nicht, dass die Kunden hochentwickelte Computer mit einer spezialisierten Software verwenden. Eine benutzerorientierte Schnittstelle macht die Cloud-Infrastruktur, welche die Anwendungen unterstützt, für Benutzer transparent.

Cloud Computing hat das Potenzial, eine Wende in der Einführung und Verwendung von Technologien darzustellen - tatsächlich wandelt Cloud Computing die Art, wie Firmen ihre IT behandeln. In Abhängigkeit von der Perspektive und Situation einer Firma oder Einzelperson stellt dies sowohl eine Gelegenheit als auch eine Krisis dar. Solche Umwandlung kann Widerstand erzeugen, obwohl es im Prinzip eine gute Idee ist. Firmen haben eine Reihe von Möglichkeiten für die Cloud-Nutzung, einschließlich seiner Infrastruktur, Plattformen und Anwendungen, die vom Cloud-Dienstleistern als online Dienste angeboten werden.

Eine der offenen Fragen des Cloud Computings ist die Sicherheit und die Privatsphäre. Beide hängen vom Typ der Firma ab. Im Fall von größeren Firmen mit vielen Ressourcen, die in einem hochentwickelten Informationssicherheitsprogramm investieren können, muss eine Reihe von Herausforderungen im Bereich Sicherheit, Privatsphäre und Übereinstimmung mit internen Regeln gemeistert werden. Jedoch für kleine und mittlere Unternehmen kann die Sicherheit des Cloud Computings attraktiv sein, im Vergleich zu Ressourcen, die sie für die Informationssicherheit selbst aufwenden müssten.