

Cloud Computing Architekturen

Tim Winter

HTW Saar

Praktische Informatik

Email: pim.tim.winter@htwsaar.de

Michael Moser

HTW Saar

Praktische Informatik

Email: pim.michael.moser@htwsaar.de

Alexander Müller

HTW Saar

Kommunikationsinformatik

Email: kim.alexander.mueller@htwsaar.de

Zusammenfassung—Dieser Artikel enthält einen Überblick über die Definitionen, Kategorien und Einsatzgebiete von Cloud Computing. Die Abgrenzung vom Cloud Computing zum Grid Computing wird anhand der Unterschiede aufgezeigt. Weitergehend werden die Architekturen im Cloud Computing erläutert, sowohl aus der Sicht eines Providers als auch aus der Sicht einer Anwendung. Es werden auch die Besonderheiten der Cloud Computing Architekturen erklärt.

1. Introduction

This demo file is intended to serve as a “starter file” for IEEE Computer Society conference papers produced under L^AT_EX using IEEEtran.cls version 1.8b and later. I wish you the best of success.

mds

August 26, 2015

2. Cloud Computing

Seit der Entstehung des Begriffs „Cloud Computing“ haben IT Firmen oder öffentliche Institute unterschiedliche Definitionen für den Begriff formuliert. Der Grundgedanke von Cloud Computing ist es jedoch Ressourcen oder Dienste über ein Netzwerk bereitzustellen oder zu nutzen. Cloud Computing kann folgendermaßen definiert werden: Cloud Computing ist die Bereitstellung von Rechenressourcen über das Internet. Die Cloud Dienste ermöglichen sowohl Privatpersonen als auch Unternehmen Software oder Hardware zu nutzen, welche von einer außenstehenden Partei an einem anderen Standort zur Verfügung steht [1]. Cloud Computing ist per Definition eine spezifische Methode um skalierbare IT-bezogener Funktionen bei Bedarf über das Internet für mehrere Benutzer gleichzeitig nutzbar zu machen [2]. Wie man sieht, gibt es keine einheitliche Definition für den Begriff „Cloud Computing“, jedoch hat sich die Definition des amerikanischen National Institute of Standards and Technology (NIST) als weitläufig anerkannt herausgestellt. Das NIST bezeichnet Cloud Computing demnach als ein Modell, das einen einfachen und bedarfsgesteuerten Zugriff über ein Netzwerk zu einem geteilten Pool aus konfigurierbaren Rechenressourcen (bspw. Netzwerke, Server, Speicherplatz, Anwendungen und Dienste) ermöglicht. Diese Ressourcen

sollen mit minimalen Verwaltungsaufwand oder durch den Dienst Provider bereitgestellt werden können. Cloud Computing setzt sich aus 5 Eigenschaften, 3 Dienstmodellen und 4 Einsatzmodellen zusammen [3].

2.1. Eigenschaften

Selbstbedienung auf Nachfrage Ein Verbraucher kann sich selbst Rechenressourcen bereitstellen ohne mit einem Mitarbeiter des Anbieters kommunizieren zu müssen [3].

Breiter Netzwerkzugang Ressourcen sind über das Netzwerk verfügbar und können über Standardmechanismen von heterogenen Clients genutzt werden [3].

Ressourcen Vereinigung Die Rechenressourcen des Anbieters sind gebündelt, um mehrere Verbraucher zu bedienen und ihnen dynamisch physikalische oder virtuelle Ressourcen auf Nachfrage zuzuweisen. Dafür wird ein Multi-Tenant-Modell benutzt. Diese Ressourcen sind beispielsweise Speicherplatz, Rechenleistung oder Netzwerkbandbreite. Der Verbraucher hat in der Regel keine Kenntnis darüber, wo sich die bereitgestellten Ressourcen befinden. Dennoch kann es sein, dass er den Standort eingrenzen kann bspw. auf ein Land oder ein Rechenzentrum [3].

Schnelle Elastizität Die Ressourcen können dehnbar freigegeben und bereitgestellt werden, teilweise automatisch, um entsprechend der Nachfrage skalieren zu können [3].

Messbarer Service Die Cloud-Systeme steuern automatisch die Ressourcennutzung durch Verwendung einer Messkapazität. Je nach Dienst bietet sich hierfür unterschiedliche Werte an, dies kann beispielsweise der Speicher oder aktive Benutzerkonten sein. Die Ressourcennutzung kann überwacht, kontrolliert und protokolliert werden, somit kann sowohl für den Verbraucher als auch für den Anbieter Transparenz für die Nutzung des benutzten Dienstes geschaffen werden [3].

2.2. Dienst Modelle

Software as a Service (SaaS) Der Kunde hat hier die Möglichkeit, die bereitgestellten laufenden Anwendungen der Infrastruktur des Anbieters zu nutzen. Diese Anwendungen sind durch Client-Anwendungen über eine Schnittstelle erreichbar. Der Verbraucher hat keine Kontrolle

über die darunterliegende Infrastruktur, sprich Netzwerk, Server, Betriebssysteme, Speicherplatz oder individuelle Anwendungseinstellungen mit Ausnahme eingeschränkter anwenderspezifischer Einstellungen [3].

Platform as a Service (PaaS)

Der Kunde hat hier die Möglichkeit, eigens entwickelte oder erworbene Anwendungen auf der Infrastruktur des Anbieters bereit zu stellen. Der Verbaucher hat keine Kontrolle über die darunterliegende Infrastruktur, sprich Netzwerk, Server, Betriebssysteme, Speicherplatz. Aber er hat die Kontrolle über individuelle Anwendungseinstellungen sowie anwenderspezifische Einstellungen [3].

Infrastructure as a Service (IaaS)

Der Kunde bekommt vom Anbieter die Infrastruktur bereitgestellt um Operationen durchzuführen, dazu gehören Speicher, Hardware, sowie Netzwerk. Die Infrastruktur kann der Verbaucher benutzen um willkürliche Software darauf zu verwenden, einschließlich Betriebssysteme und Anwendungen. Der Verbaucher hat keine Kontrolle über die darunterliegende Infrastruktur, sprich Netzwerk und Hardware, aber er hat die volle Kontrolle über das Betriebssystem, Anwendungen, Speicher und möglicherweise eingeschränkten Zugriff auf die Netzwerkkomponenten beispielsweise Firewall-einstellungen [3].

2.3. Kategorien

2.3.1. Private Cloud. Diese Art von Cloud-Infrastruktur wird ausschließlich für eine einzige Organisation und ihren Mitarbeitern bereitgestellt. Die Infrastruktur kann besitzt, verwaltet und betrieben werden von der Organisation selbst, einer dritten Partei oder eine Kombination der beiden. Dabei kann die Infrastruktur innerhalb oder außerhalb der Räumlichkeiten der Organisation liegen [3].

2.3.2. Community Cloud. Diese Art von Cloud-Infrastruktur wird ausschließlich für eine spezielle Gemeinschaft an Verbrauchern mit einem gemeinsamen Interesse (bspw. Sicherheitsanforderungen oder Richtlinien) bereitgestellt. Die Infrastruktur kann besitzt, verwaltet und betrieben werden von einer oder mehreren Organisationen der Gemeinschaft selbst, einer dritten Partei oder eine Kombination der beiden. Dabei kann die Infrastruktur innerhalb oder außerhalb der Räumlichkeiten der Organisationen liegen [3].

2.3.3. Public Cloud. Diese Art von Cloud-Infrastruktur wird für die Öffentlichkeit bereitgestellt. Die Infrastruktur kann besitzt, verwaltet und betrieben werden von einem Unternehmen, staatlichen Einrichtung oder eine Kombination der beiden. Die Infrastruktur befindet sich in den Räumlichkeiten des Cloud-Providers [3]. Ein Teil der Service-Infrastruktur wird in der private Cloud bewältigt und ein anderer Teil in der Public Cloud. Das bietet eine bessere Kontrolle über die Daten und dennoch eine Möglichkeit Ressourcen nach Bedarf zu nutzen [4].

2.3.4. Hybrid Cloud. Diese Art von Cloud-Infrastruktur ist ein Verbund aus zwei oder mehreren Cloud-Infrastrukturen(private,community oder public),

welche weiterhin einzeln bestehen, aber mithilfe von standardisierten oder proprietären Technologien die Portabilität von Daten und Anwendungen ermöglichen [3].

3. Cloud Architektur

Bei den Cloud Architekturen gibt es genau 3 verschiedene Rollen:

- 1) **Provider:** bietet Cloud Produkte/Lösungen an
- 2) **Konsumenten:** konsumieren Cloud Lösungen
- 3) **Klient:** nehmen Cloud Lösungen (Anwendungen/Daten) in Anspruch

3.1. Konzeptuelle Sichtweise

In diesem Abschnitt werden die Architekturen der einzelnen Kategorien von Cloudlösungen beschrieben.

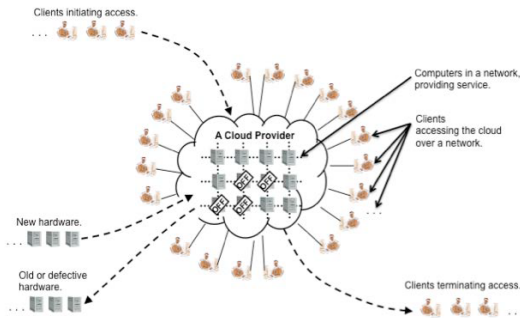


Abbildung 1. Cosumer View [5]

3.1.1. Konsumenten Sichtweise. Um die folgenden Cloud Architekturen zu verstehen, wird

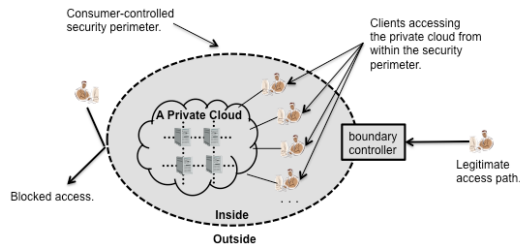


Abbildung 2. Private Cloud [5]

3.1.2. Lokale Private Cloud.

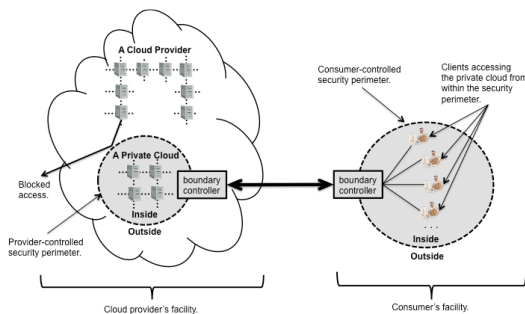


Abbildung 3. Ausgelagerte Private Cloud [5]

3.1.3. Ausgelagerte Private Cloud.

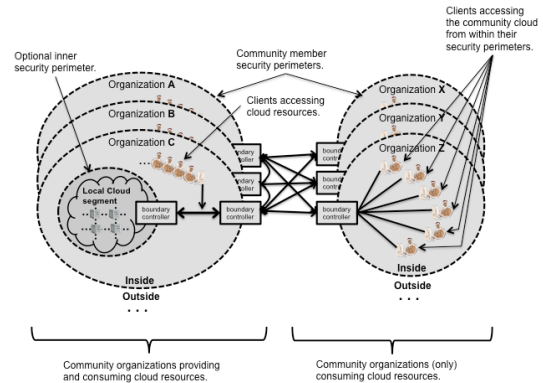


Abbildung 4. Lokale Community Cloud [5]

3.1.4. Lokale Community Cloud.

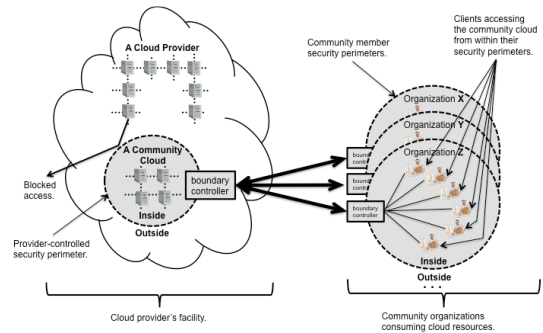


Abbildung 5. Ausgelagerte Community Cloud [5]

3.1.5. Ausgelagerte Community Cloud.

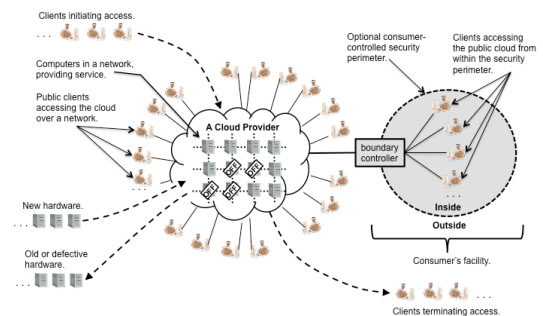


Abbildung 6. Public Cloud [5]

3.1.6. Public Cloud.

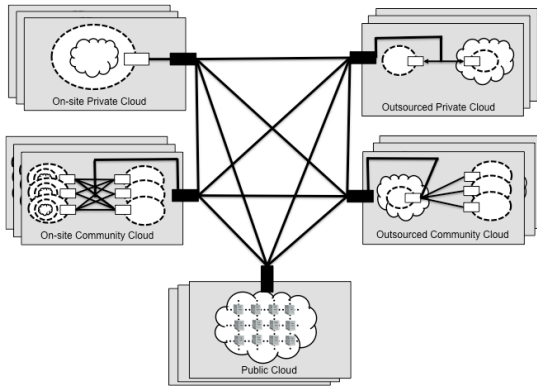


Abbildung 7. Hybrid Cloud [5]

3.1.7. Hybrid Cloud.

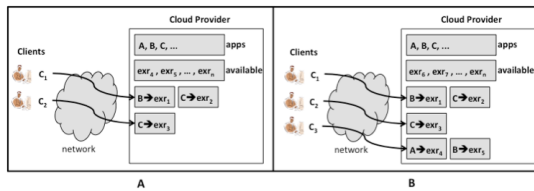


Abbildung 8. Hybrid Cloud [5]

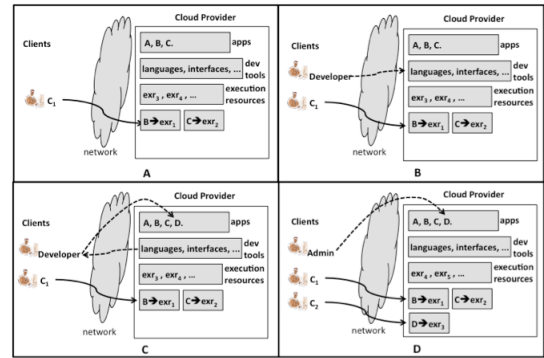


Abbildung 12. Hybrid Cloud [5]

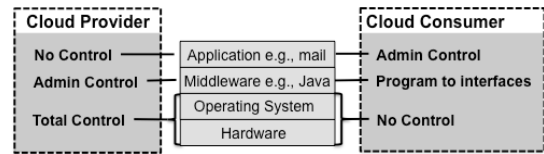


Abbildung 13. Hybrid Cloud [5]

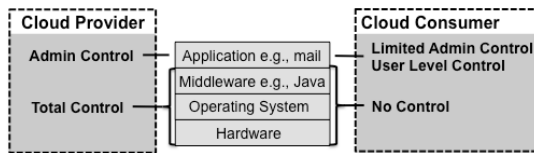


Abbildung 9. Hybrid Cloud [5]

3.1.9. Paas.

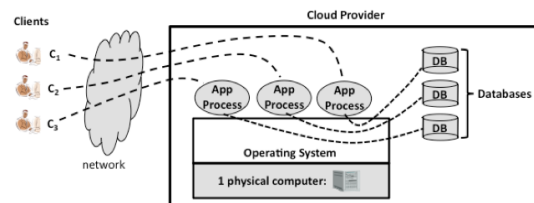


Abbildung 10. Hybrid Cloud [5]

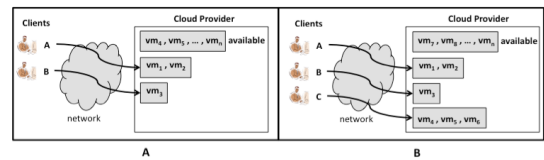


Abbildung 14. Hybrid Cloud [5]

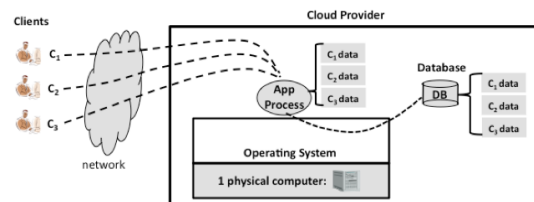


Abbildung 11. Hybrid Cloud [5]

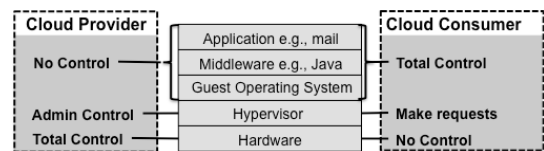


Abbildung 15. Hybrid Cloud [5]

3.1.8. SaaS.

3.1.10. IaaS.

3.2. Logische Sichtweise

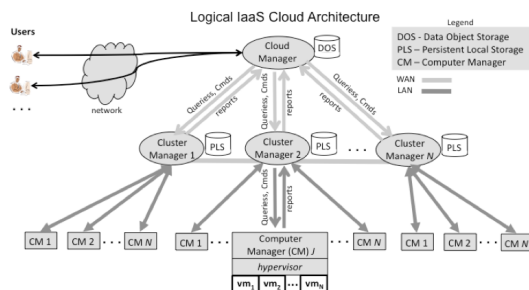


Abbildung 16. Hybrid Cloud [5]

3.3. Management

4. Abgrenzung zu Grid Computing

Der Ansatz – die Infrastruktur, Rechenleistung sowie Anwendungen oder Speicherplatz über ein Netzwerk für verschiedene Zwecke zur Verfügung zu stellen – ist kein neuer. Diese Idee, oder zumindest eine ähnliche, entstand schon vor mehreren Jahren mit dem Begriff **Grid Computing**.

Im folgenden Abschnitt werden einige Aspekte erläutert, die den Unterschied zwischen Cloud Computing und Grid Computing verdeutlichen.

4.1. Der Begriff „Grid Computing“

In [6] schlägt der Autor eine 3-Punkte-Checkliste vor, anhand deren sich ein Grid-System identifizieren lässt. Demnach ist Grid ein System, das:

- 1) Ressourcen koordiniert, die keiner zentralisierten Kontrolle unterliegen
- 2) dabei offene und allgemeine Standardprotokolle und Schnittstellen verwendet
- 3) um nicht-triviale „Quality of Services“ zu liefern

Cloud Computing überschneidet sich nicht nur mit Grid Computing, es ist in der Tat aus Grid Computing entstanden und bildet dessen Rückgrad auf dem seine Infrastruktur aufbaut [7].

Das spezielle Problem, das dem Konzept des Grids in Wirklichkeit zugrunde liegt, ist die koordinierte gemeinsame Nutzung von Ressourcen und das Lösen von Problemen in einer dynamischen institutionsübergreifenden virtuellen Organisation. Dabei ist mit „gemeinsamer Nutzung“ der direkte Zugang zu Computern, Software, Daten und anderen Ressourcen, die für das Lösen von Problemen in industriellen, wissenschaftlichen und technischen Bereichen benötigt werden, zu verstehen. Das Teilen der Ressourcen beinhaltet klar definierte Regeln, die notwendigerweise stark kontrolliert werden. Was geteilt werden kann, wer teilen darf und unter welchen Bedingungen geteilt werden darf ist dabei klar und sorgfältig definiert. Eine Gruppe von Individuen und/oder Institutionen, die durch solche Regeln definiert sind, bilden die sogenannten **Virtuellen Organisationen**. [8]

4.2. Anwendungsbereich

Während Cloud Computing hauptsächlich Lösungen für verschiedene webbasierte Businessfälle bietet, also eher einem kommerziellen Zweck dient, wird Grid Computing dagegen mehr in wissenschaftlichen Projekten bei rechenintensiven Aufgaben eingesetzt. Grids stellen Rechenressourcen bereit, die zum Speichern und Analysieren von großen Datenmengen verwendet werden. Davon profitiert beispielsweise der **Large Hadron Collider** bei CERN. [9]

4.3. Geschäftsmodell

Typischerweise ist das Geschäftsmodell der Grids (zumindest im akademischen Bereich) projektorientiert und die

Anwender oder die Community hat eine bestimmte Anzahl an Serviceeinheiten, die verbraucht werden können [7]. Dieses Konzept wird beispielsweise von XSEDE (Extreme Science and Engineering Discovery Environment) – einem Anbieter von digitalen Dienstleistungen wie Supercomputern – verwendet [10]. Wenn eine Institution mit ihren eigenen Ressourcen einem solchen Netzwerk beiträgt stellt sie diese zur Nutzung für die Community bereit und kann auf die Ressourcen der anderen zugreifen [7].

4.4. Architektur

Die Grid-Netze konzentrieren sich auf die Integration vorhandener Ressourcen mit ihrer Hardware, Betriebssystemen, lokalem Ressourcenmanagement und der Sicherheitsinfrastruktur. Um die Entdeckung sowie die gemeinsame Nutzung von diesen Ressourcen in den sogenannten „Virtuellen Organisationen“ zu ermöglichen, stellen Grids eine Menge von Standardprotokollen, Middleware, Toolkits sowie Diensten, die auf diesen Protokollen aufbauen, bereit. Da Ressourcen von verschiedenen administrativen Domänen sein können und somit ihre eigene Verwendungsregeln, andere Hard- oder Softwarekonfiguration haben können, stellt die Interoperabilität und Sicherheit das Hauptanliegen für die Gridinfrastruktur dar. [7]

In der Abbildung 17 wird die Grid Protokollarchitektur mit der Cloud Architektur vergleichend dargestellt.

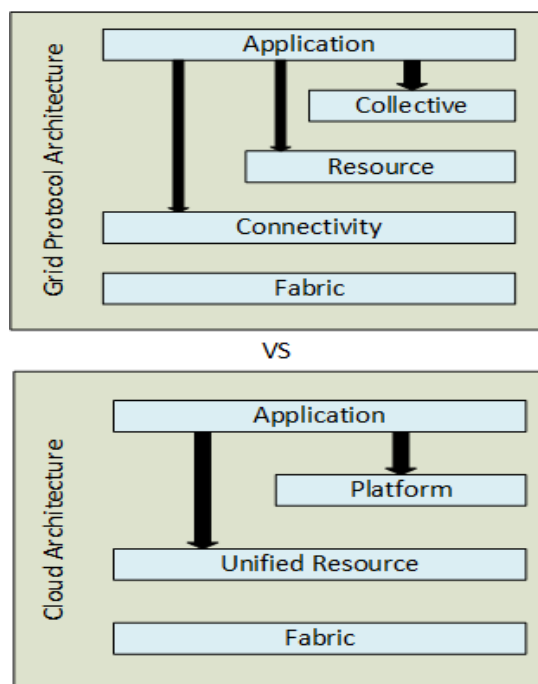


Abbildung 17. Grid Protokollarchitektur vs. Cloud Architektur

4.5. Ressourcenverwaltung

Während Grid Computing versucht Ressourcen zu bündeln, die innerhalb unterschiedlicher Organisationen sich

befinden, bietet Cloud Computing diese meistens innerhalb einer einzelnen Organisation an. Dies vereinfacht unter anderem solche Aspekte wie Sicherheit, Verfügbarkeit und Heterogenität [11]. Die Ressourcen einer virtuellen Organisation können geographisch verteilt sein.

Der Einsatz von Middlewareanwendungen bietet eine zusätzliche Schicht an Homogenität, um das Problem mit der heterogenen Hard- und Software etwas zu lindern. Dadurch wird die Ressourcenverwaltung innerhalb der virtuellen Organisationen vereinfacht. Jedoch bleibt die Entwicklung der Grid-übergreifenden Anwendungen, die mehrere virtuelle Organisationen betreffen immer noch schwierig. [12]

Grid Computing baut nicht so viel auf der Virtualisierung wie Cloud Computing, was allerdings daran liegen kann, dass jede einzelne Organisation ihre eigenen Ressourcen, die nicht notwendigerweise virtualisiert sind, verwalten will [7].

Aus Benutzersicht werden Ressourcen bei Cloud Computing zentral verwaltet. Der Benutzer kann, im Web, vom Cloud Provider zur Verfügung gestellte Schnittstelle verwenden, um Ressourcen bei Bedarf flexibel auf Anforderung hinzuzufügen oder zu entfernen. Grid Computing ist in dieser Hinsicht dezentralisiert. Die Ressourcen können sich in unterschiedlichen virtuellen Organisationen befinden. Außerdem ist eine flexible Erweiterung der Ressourcen nicht möglich. Um auf zusätzliche Ressourcen zugreifen zu können muss zuerst einer virtuellen Organisation beigetreten werden, was durch manuelle Genehmigungen eine längere Zeit dauern kann.

Compute Model (Batch-scheduled compute model bei Grid vs Cloud etc.) usw.

5. Einsatzgebiete

Inzwischen ist die Bedeutung und Wert von Informations Technologien in vielen Bereichen gestiegen und immer mehr Menschen möchten jederzeit und überall an Informationen kommen. Einige Gebiete in denen Cloud Computing dafür genutzt werden kann, werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

5.1. Gesundheitssystem

Das Gesundheitssystem ist der Bereich in dem man wahrscheinlich den größten Nutzen davon ziehen kann. Die Cloud Computing Technologie kann das Gesundheitswesen um einiges effektiver und kostengünstiger machen. Die Patientendaten können in einer sogenannten elektronischen Gesundheitsakte EHR „electronic health records“ gespeichert werden. Hier sind die Medikamente, Krankheitsgeschichte, Röntgenbilder usw. dokumentiert. Diese EHR eines Patienten können für die Ärzte, Ernährungsberater oder Familienangehörige mit zugeschnittenen Berechtigungen entsprechend der benötigten Informationen zugänglich gemacht werden durch die Cloud Computing Technologie.

6. Conclusion

Literatur

- [1] F. Sheet, "Introduction to cloud computing," tech. rep., Office of the privacy commissioner of Canada, 2011.
- [2] D. Plummer, C. Daryl, T. J. Bittman, and T. Austin, *Cloud computing: Defining and describing an emerging phenomenon* In *Research*. Gartner, 2008.
- [3] P. M. Mell and T. Grance, "Sp 800-145. the nist definition of cloud computing," tech. rep., Gaithersburg, MD, United States, 2011.
- [4] M. Singh, "Study on cloud computing and cloud database," in *International Conference on Computing, Communication Automation*, pp. 708–713, May 2015.
- [5] M. L. Badger, T. Grance, R. Patt-Corner, and J. Voas, "Cloud computing synopsis and recommendations,"
- [6] I. Foster, "What is the grid? a three point checklist," *GRID today*, vol. 1, pp. 32–36, 01 2002.
- [7] I. Foster, Y. Zhao, I. Raicu, and S. Lu, "Cloud computing and grid computing 360-degree compared," in *2008 Grid Computing Environments Workshop*, pp. 1–10, Nov 2008.
- [8] I. Foster, C. Kesselman, and S. Tuecke, "The anatomy of the grid: Enabling scalable virtual organizations," vol. 2150, 08 2001.
- [9] <http://wlcg.web.cern.ch/>, "Cern accelerating science."
- [10] <https://www.xsede.org/>, "Xsede coordinates sharing of digital services enhancing open research productivity."
- [11] R. Kumar and S. Charu, "Comparison between cloud computing, grid computing, cluster computing and virtualization," 01 2015.
- [12] G. V. Mc Evoy and B. Schulze, "Using clouds to address grid limitations," in *Proceedings of the 6th International Workshop on Middleware for Grid Computing*, MGC '08, (New York, NY, USA), pp. 11:1–11:6, ACM, 2008.