

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

Faraz Ahmed

Hochschule Mannheim
Fakultät für Informatik
Paul-Wittsack-Straße 10
68163 Mannheim
farazahmed720@gmail.com

Zusammenfassung Heutzutage ist es als Betreiber eines Servers äußerst wichtig flexibel auf Änderungen zu reagieren. Zum Beispiel kann man im heutigen Internet heute auf einer Seite einen Besucher haben, aber morgen schon eine Millionen. Genau auf diesem Aspekt antwortet Amazon EC2, eines der bekanntesten Cloud-Dienste von Amazon. Ausgerüstet mit Hochverfügbarkeit, modernster Hardware und Funktionen bietet es einen elastischen, skalierbaren und dynamischen Infrastruktur-Dienst an. Dieser Dienst stellt eine äußerst attraktive Alternative zu den bisherigen Arten einen Server zu betreiben dar.

Amazon EC2 ist eines der vielen Cloud-Dienste von Amazon, das darauf setzt elastische Infrastrukturen in Form von virtuellen Maschinen anzubieten. Es besteht hier die Möglichkeit Rechenzeit pro Stunde zu erwerben.

1 Kurze Einführung in Cloud Computing

Heutzutage ist „Cloud Computing“ das Thema der Informationstechnologie. Seien es Fachzeitschriften oder die Werbungen von IT-Produkten im Fernsehen, die „Cloud“ ist immer ein Thema. Doch wird die Cloud meist von Person zu Person etwas unterschiedlich definiert. Nichts desto trotz, da das Oberthema dieser Arbeit Cloud Computing ist, wird hier versucht eine grundlegende Definition anzugeben:

Im Grunde genommen geht es darum, dass man einen bereitgestellten Service (z.B. Rechenkapazität oder gar eine ganze Software) über ein Netzwerk in Anspruch nimmt (Virtualisierung). Man löst sich von der Idee ab, dass man z.B. IT-Landschaften selbst betreibt (oder gar örtlich als Rechenzentrum bei sich hat). Über die Cloud kann man sich ganze Cluster aufbauen, die dann geografisch irgendwo auf der Welt liegen, und via Internet (dank der heutigen Bandbreiten) als Dienst nutzen.

Services, die über die Cloud zur Verfügung gestellt werden, unterteilen sich in drei Gebiete:

1. Infrastructure as a Service (IaaS): Bei IaaS werden Hardwareressourcen (z.B. Rechenkapazität oder Speicher) virtuell angeboten und man richtet auf diese z.B. einen Server ein.
2. Platform as a Service (PaaS): PaaS ist eher an Software-Entwickler gerichtet. Entwicklungsumgebungen werden über die Cloud angeboten. Dort können Entwickler besonders Cloud-Produkte effizient entwickeln.
3. Software as a Service (SaaS): Bei SaaS werden ganze Anwendungen über die Cloud angeboten.

Bei Cloud Diensten spielen unter anderem folgende Faktoren eine wichtige Rolle:
Skalierbarkeit: Die Software, Plattform oder die Infrastruktur muss je nach Bedarf leicht skalierbar sein.

2 Einführung in Amazon Web Services (AWS)

”Die Amazon Web Services Providing Platform (AWS), deren Bestandteil die Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) ist, stellt ein prominentes Beispiel für eine konsequent umgesetzte SOA (Service-Oriented-Architecture) dar. AWS bietet mit seinen Web services eine große Anzahl von unterschiedlichen Diensten an, die alle einen ganz bestimmten Zweck erfüllen. Dabei gibt es beispielsweise für eine Datenbank, eine Warteschlange, einen Onlinespeicher etc. jeweils eigene Dienste.“[1]

Die bekanntesten und größten Amazon Cloud-Dienste dabei sind Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) und Amazon Simple Storage Service (S3).

3 Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

In seinen Rechenzentren bietet Amazon seit 2007 für jedermann die Möglichkeit sich virtuelle Maschinen anzulegen (Amazon nennt diese Maschinen ”Instanzen”). Anstatt dass man selbst ständig physische Maschinen anschafft oder mietet, an deren begrenzten Leistung man dann gebunden ist, nutzt man den elastischen Dienst von Amazon. Dort hat man die Möglichkeit seine Ressourcen je nach Bedarf zu skalieren.

Server-Virtualisierung existierte schon seit einer Weile, aber das Kaufen einer Stunde Rechenzeit in Form eines Servers hatte bisher noch nicht existiert. Durch das Anbieten von Rechenzeit pro Stunde hatte Amazon neue Möglichkeiten geöffnet. Viele Arten von Applikationen konnten sich nun einfacher betreiben lassen. Z.B. für Wettervorhersagen konnte man nun für aufwendige Rechnungen einfach neue Ressourcen beanspruchen und diese nach beendigen der Rechnungen wieder freigeben. So hatte man nur in der Zeit für die zusätzlich benötigten Ressourcen gezahlt.

Der Stundenpreis für eine Instanz bildet sich aus folgenden Faktoren:

- **On-Demand, Reservierte oder Spot** Instanz: Bei On-Demand Instanzen nimmt man sich eine Instanz, zahlt dafür stundenweise und kann sie jederzeit wieder zurückgeben. Reservierte Instanzen sind in dem Sinne „billiger“, da man im Vorfeld einmalig eine bestimmte Summe an Amazon zahlt und daraufhin die Kosten pro Stunde im Vergleich zu On-Demand Instanzen geringer sind.
- **Region**: Jede Instanz liegt in einer bestimmten Region. Die Kosten pro Instanz sind von Region zu Region unterschiedlich. Näheres dazu in Abschnitt 3.2
- **Betriebssystem**: Instanzen auf denen Windows aufgesetzt wird sind teurer als Instanzen mit Linux/UNIX.
- **Ressourcen**: Je mehr Rechenleistung die Instanz hat, desto teurer wird sie.
- **Auslastung**: Im Bereich der reservierten Instanzen bestimmt auch die Auslastung der Instanz den Stundenpreis
- **Zusätzliche Features**: Amazon bietet weitere interessante kostenpflichtige Lösungen zum Verwalten ihrer Instanzen, die in diesem Dokument vorgestellt werden.

Eine Standard „On-Demand Instance“ der Größe „Small“ kostet \$ 0,115 pro Stunde, wenn man auf Ihr Windows aufsetzt. Dabei hat diese Instanz 1 ECU mit einem Kern und 1.7 GB an Arbeitsspeicher. Die Einheit „ECU“ ist eine eigene Kreation von Amazon. Gemeint ist damit eine CPU-Kapazität vergleichbar einem 1.0-1.2 GHz 2007 Opteron oder 2007 Xeon Prozessor. Falls man LINUX aufsetzt, verringert sich der Stundensatz für die Instanz.[4]

Das Beste, was man an Hardware zur Zeit für eine Instanz bekommen kann, ist eine „Cluster Compute Eight Extra Large“ Instanz mit 88 ECUs à 8 Kerne und 60.5 GB an Hauptspeicher!

Um die Nutzung des Dienstes effizienter zu machen, hat Amazon verschiedene Tools zur Verfügung gestellt, die hier vorgestellt werden. Mit diesen Tools sollte man sich als Dienstanutzer wirklich vertraut machen, denn nur durch Sie entfaltet sich die Elastizität in EC2.

3.1 Elastic Load Balancer

Ein wichtiger Aspekt, wenn man mehrere Server mit der gleichen Aufgabe betreibt, ist das Verteilen der Arbeit auf die einzelnen Server. Dafür hat Amazon das Elastic Load Balancing eingeführt.

Wenn die Arbeitslast einer Instanz zu hoch wird, können durch Auto Scaling (siehe Abschnitt 3.4) zur Lastausgleichung zusätzliche Instanzen gestartet werden. Wie verteilt man aber die Last auf die einzelnen Instanzen? Ganz einfach: Man verteilt den eingehenden Verkehr (Anfragen) auf die verfügbaren Instanzen. Diese Aufgabe übernimmt der Elastic Load Balancer (ELB). So muss der

Dienstnutzer kein eigenes Programm für das Load Balancing schreiben. Hinter der **Gruppe von Instanzen**, die die gleiche Art von Arbeit erledigen, steht dann dieser Elastic Load Balancer. Falls in der Gruppe von Instanzen fehlerhafte Instanzen existieren, so wird der Verkehr automatisch an fehlerfreie Instanzen anstelle von fehlerhaften Instanzen geleitet. Dies geschieht so lange, bis der Fehler behoben wird.

Der ELB stellt dabei einen DNS-Namen bereit. Jeglicher Verkehr, der durch diesen DNS-Namen geht, wird vom ELB auf fehlerfreie Instanzen verteilt. Dabei wird festgelegt, von welchem Port des ELB die Daten auf welchem Port der Instanzen weitergeleitet werden sollen.[3]

Die Kosten für diesen Service betragen \$ 0,025 pro angefangene Stunde, in der Elastic Load Balancing aktiv ist und zusätzlich \$ 0,008 \$ pro GB an Daten, die durch den ELB verarbeitet wurden.[4]

3.2 Availability Zones und Regionen

Die Availability Zones, sind eher eine Option in EC2 als ein Tool.

„Availability Zones sind eigenständige Standorte, die so entwickelt wurden, dass sie von Fehlern in anderen Availability Zones isoliert sind. Sie bieten eine kostengünstige Netzwerkverbindung mit geringer Verzögerungszeit zu anderen Availability Zones in der selben Region.“[2]

Die Availability Zones sind dazu da um die Anwendungen fehlerresistenter zu machen. Man legt Instanzen in verschiedenen Availability Zones ab. Wenn nun ein Fehler in einer kompletten Availability Zone eintritt, hat dies keinen Einfluss auf die Anwendung, da der ELB den Verkehr zu Instanzen in anderen fehlerfreien Availability Zones umleiten wird.

Zur Zeit kann man eine EC2-Instanz in einer der folgenden sieben Regionen anlegen:

USA Ost (Nord-Virginia), USA West (Oregon), USA West (Nordkalifornien), EU (Irland), Asien-Pazifik (Singapur), Asien-Pazifik (Tokio) und Südamerika (Sao Paulo)

Unter diesen Abschnitt sollten auch die Kosten für Datenübertragungen dargestellt werden, bei denen die Availability Zones eine Rolle spielen.

Für eine Instanz sind eingehende Daten kostenlos. Bei ausgehenden Daten gibt es Abstufungen. So kostet der erste GB pro Monat nichts. Bis zu 10 TB ausgehende Daten pro Monat kosten \$ 0,120 per GB. Je höher die Größe der ausgehenden Daten, desto geringer der Preis per GB.

Für Daten, die zwischen Amazon EC2 und anderen Amazon Services innerhalb der selben Region übertragen werden fallen keine Gebühren an.

Dateiübertragungen zwischen Instanzen, die in der selben Availability Zone liegen, sind kostenlos (unter Verwendung von privaten IP's, ansonsten \$ 0,01 per GB).

Datenübertragungen zwischen Instanzen, die in der selben Region liegen, kosten immer nur \$ 0,01 per GB unabhängig von der Gesamtgröße der übertragenen Daten.[4]

Viele der oben genannten Preise variieren, je nachdem in welcher Region die Instanzen liegen.

3.3 Amazon CloudWatch

Amazon CloudWatch ist ein Überwachungstool, mit der sich die Ressourcen von AWS Clouds überwachen lassen. So ist es auch möglich eine oder gleichzeitig mehrere EC2-Instanzen zu überwachen.

Man erhält dann Statistiken, Graphen und kann für bestimmte Kriterien Alarme festlegen, die aktiviert werden, falls ein bestimmter Wert überschritten wird. Über die Standard-Kriterien, die von CloudWatch bereitgestellt werden, gibt es die Möglichkeit eigene Kriterien zu erstellen und einzubinden. Über eine API ist sogar die automatische Überwachung aus dem System möglich, dass auf einer Instanz läuft.

Standardmäßig und gebührenfrei lassen sich sieben vorausgewählte Metriken bei einer Frequenz von fünf Minuten überwachen. Falls man eine Frequenz von einer Minute haben möchte, muss man das kostenpflichtige „Detailed Monitoring“ aktivieren. Auch hier kommt es auf die Region an in welcher die Instanz liegt. So kostet das Detailed Monitoring in der Region USA Ost (Virginia) \$ 3,50 pro Monat. Benutzerdefinierte Metriken kosten \$ 0,50 pro Metrik pro Monat.[4]

3.4 Amazon Auto Scaling

Um die Größe einer Gruppe von Instanzen zu verwalten gibt es das Auto Scaling. Aufbauend auf Amazon's CloudWatch, ist es mit Auto Scaling möglich Regeln für das Vergrößern bzw. Verkleinern der Gruppe festzulegen. So kann man automatisch neue Instanzen starten lassen, falls z.B. die CPU-Auslastung oder die Anzahl der Requests eine bestimmte Grenze überschreitet. Analog kann man Werte festlegen, bei deren Erreichen die Anzahl der Instanzen verringert wird.

Die Kombination des Elastic Load Balancers, des Auto Scalings und des Cloud-Watches bildet die Stärke von EC2. Das Wort „Elastic“ in Elastic Compute Cloud bezieht sich eben auf diese Stärke. Dies wird in Abbildung 1 nochmals deutlich gemacht.

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt ist hier, dass Denial-of-Service-Attacken hier nichts ausmachen können. Der Service kann nicht überlastet werden, da sozusagen „unendlich“ Ressourcen zur Verfügung stehen.

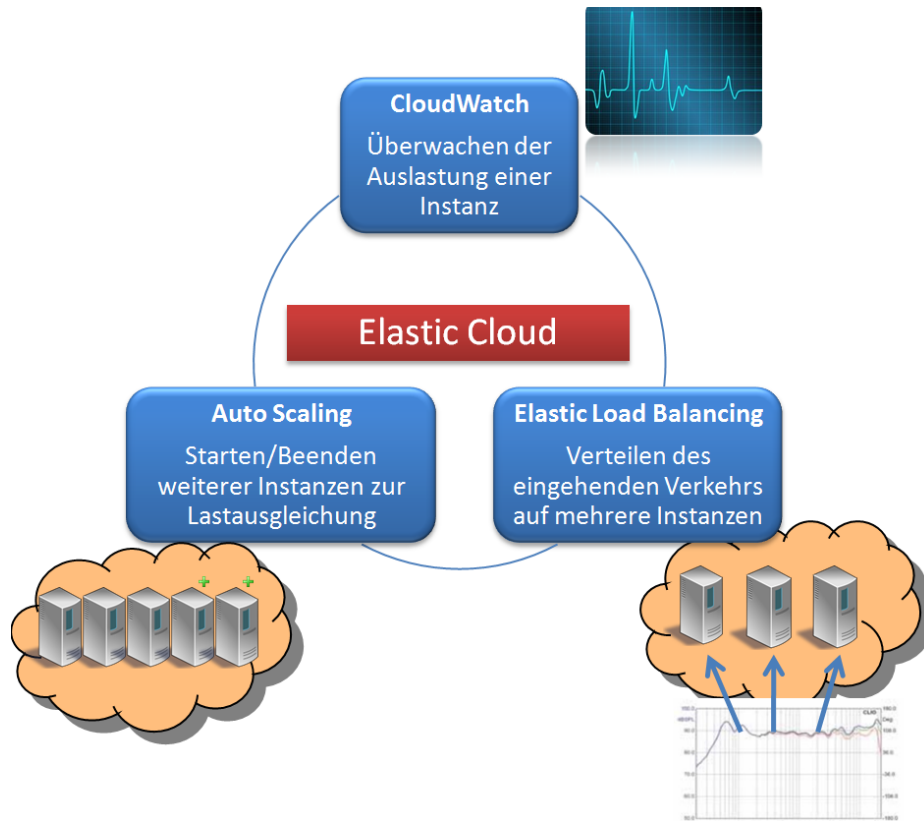


Abbildung 1. Die Bausteine aus denen die Elastizität und Skalierbarkeit in EC2 besteht

3.5 Amazon Elastic Block Store (EBS)

„Die Datenspeicherung auf den virtuellen Servern ist flüchtig; das bedeutet: Nach Abschaltung oder Neustart einer Instanz sind die Daten verloren. Zur persistenten Speicherung ist die S3 oder der Elastic Block Store (EBS) vorgesehen. Unter EBS sind mountbare Festplatten zu verstehen, die jeweils in eine Instanz eingehängt werden können.“ [5]

Die Größe des EBS reicht dabei von 1 GB bis 1 TB. Außerdem ist es möglich Snapshots von EBS-Datenträgern zu erstellen, welche dann in Amazon S3 (einen Online-Speicher Webservice) gespeichert werden. Zum einen dienen diese Snapshots als Backup für den Zustand eines EBS und zum anderen kann man daraus neue EBS-Datenträger erstellen.

Ein Manko gibt es hier, und zwar befindet sich ein EBS-Datenträger innerhalb einer Availability Zone und kann zu einer Zeit nur an einer Instanz angehängt

werden, die sich in dieser Availability Zone befinden muss. Zu einer Instanz aber wiederum können mehrere EBS-Datenträger angehängt werden.

Ein EBS-Datenträger kostet jeden Monat \$ 0,10 per GB. Darüber hinaus kommen kosten von \$ 0,10 pro 1 Millionen E/A-Anfragen hinzu. Ein Snapshot kostet jeden Monat pro GB \$ 0,125.[4]

3.6 Security groups

Security groups (Sicherheitsgruppen) legen fest, welche Ports auf den Instanzen offen sind. So kann man z.B. eine Security group „webservers“ festlegen, die bei denen die Ports für HTTP, HTTPS, und SSH offen sind. Wenn man dann neue Instanzen für den Webserver kann direkt die zuvor erstellte Security group zuweisen.

3.7 Command-line tools

Die Command-line tools von Amazon stellen, wie der Name sagt, Befehle für die Kommandozeile (Windows und Linux) bereit. Sie erlauben es EC2 Funktionen, wie z.B. das Starten einer neuen Instanz, schnell auszuführen.

Zum starten einer neuen Instanz müsste man nur folgende Bash Befehle ausführen:

```
$ ec2-add-keypair myKeypair
$ ec2-add-group webaccess -d 'Webserverzugriffsgruppe'
$ ec2-authorize webaccess -P tcp -p 443 -s 0.0.0.0/0
$ ec2-run-instances ami-baba68d3\
    --instance-count 1 \
    --instance-type m1.small \
    --key myKeypair \
    --group webaccess
```

Zuerst wird ein neues Schlüsselpaar angelegt, dann eine neue Sicherheitsgruppe und deren Ports und zuletzt wird eine Instanz mit den Parametern gestartet.

Man sehe sich an, wie gering der Aufwand ist! Nur wenige Zeilen Bash-code sind nötig um eine virtuelle Maschine anzulegen. So können Scripts angelegt werden, die mehrere Aktionen ausführen. So kann man die Scripts mehrmals ausführen, ohne die Aktionen selbst jedes Mal ausführen zu müssen. Natürlich ist es auch möglich die gleiche Aktion über die Amazon EC2 Management Console durchzuführen. Dabei würde man einen eher „Schritt-für-Schritt“-Prozess durchlaufen.

3.8 Amazon Machine Images

Zu einer EC2 Instanz gehört zu einem die Hardware und zum anderen die Software (Betriebssystem etc.) die darauf läuft. Bei der Software kommen die Amazon Machine Images (AMI) ins Spiel. Amazon stellt vorgefertigte Images zum Aufspielen auf die Virtuelle Maschine zur Verfügung. Diese Images bestehen aber nicht nur aus dem Betriebssystem, sondern beinhalten weitere Software. Neben Amazon bieten auch z.B. IBM, Oracle und Sun solche AMI's an, die für einen bestimmten Server-Zweck konfiguriert sind.[6] Möchte man beispielsweise WordPress auf einem Webserver anlegen, so bieten sich AMI's an, auf denen Ubuntu mit LAMP und WordPress vorinstalliert ist.

Man kann eigene AMI's erstellen und wiederverwenden und sie sogar im AWS Marketplace zum Verkauf anbieten.

3.9 Lebenszyklus einer Instanz

Der Lebenszyklus einer Instanz ist hierbei anders der eines „echten“ PC's. Eine EC2 Instanz kennt nur 4 Zustände: Pending, Running, Stopped, Shutting Down und Terminated. Wenn man eine Instanz startet, so ist sie im Pending Zustand, in der sie bleibt, bis sie fertig hochgefahren ist (Running Zustand). Im Running Zustand wird dann der Stundenpreis für die Instanz berechnet. Danach kann man die Instanz entweder in den Stop Zustand oder in den Terminated Zustand setzen. Der Unterschied zwischen den beiden ist folgender: Wählt man den Terminated Zustand, so wird dann die Instanz heruntergefahren und die virtuelle Maschine gelöscht. Alle EBS-Datenträger, die an dieser Instanz angehängt waren, werden ebenfalls gelöscht. So entfallen ab dem Zeitpunkt alle Instanz- u. EBS-Datenträgerkosten. Wählt man den Stop Zustand, so wird die Instanz nur heruntergefahren und nicht gelöscht. In diesem Moment kostet die Instanz nichts, aber für angehängte EBS-Datenträger fallen die normalen Gebühren an. Diese Option ist nur dann möglich, falls das AMI, das man auf die Virtuelle Maschine aufsetzt, EBS-based ist, d.h. das Hauptverzeichnis für die Daten liegt auf dem EBS-Datenträger. Dies ist nur dann von Vorteil, wenn man die Instanz nur für kurze Zeit herunterfahren möchte, da man ansonsten für den EBS weiterhin zahlt.

4 Sicherheit in EC2

Die Sicherheit ist ein großes Thema in EC2, das gewährleistet, dass nur befugten Benutzern der Zugriff zu ihrer virtuellen Maschine gewährt wird. Hier warnt Amazon aber, dass beim Benutzen von AMI's anderer Parteien besonders geachtet werden muss, da sie eventuelle Sicherheitslücken beinhalten könnten.

Neben den im Dokument zuvor erläuterten Sicherheitsgruppen gibt es weitere Sicherheitsaspekte in AWS:

- Ein Konto kann nur durch Angabe einer Kreditkarte erstellt werden
- Es existiert eine Access Key ID und ein Secret Access Key. Die ID ist nicht geheim und wird in verschiedenen Anfragen eingebunden. Mit dem Secret Access Key werden Nachrichten signiert.
- Ein X509 Zertifikat mit passendem RSA Privatschlüssel sind für die Kommunikation mit dem AWS System gedacht. Diese werden im AWS generiert und über HTTPS heruntergeladen. Wenn man möchte, kann man auch ein selbst erstelltes Zertifikat hochladen. Pro Konto kann nur zu einer Zeit ein X509 Zertifikat gültig sein. Das Zertifikat und der Schlüssel werden an der Access Key ID gebunden. So kann man mit den Servern kommunizieren, ohne eine Access Key ID einfügen zu müssen.
- Um bestimmte Maschinen anzusprechen, wird auf dem lokalen Rechner ein SSH Schlüsselpaar generiert. Der öffentliche Schlüssel wird dann auf die AWS Infrastruktur hochgeladen.

5 Fallbeispiel

Wenn man nur die einzelnen Cent-Beträge betrachtet, kann man nicht direkt auf die gesamten monatlichen Kosten schließen, welche wichtig für einen guten finanziellen Überblick sind. Die folgenden Kosten würden (z.b. für einen Webserver) entstehen für einen Zeitraum von 30 Tagen:

Region: EU-Irland

Medium On-Demand Instanz, Linux (2 ECU, 3,75 GB RAM)	\$ 133,92
Ausgehende Datenübertragung (bis zu 1 GB)	\$ 0,00
EBS-Datenträger (40 GB, 1 Millionen E/A-Anfragen)	\$ 4,51
Elastische IP-Adresse ¹ (bei 1000 Umleitungen im Monat)	\$ 90,00
Gesamt:	\$ 228,43
optional:	
Elastic Load Balancing (Ca. 3 GB an verarbeitete Daten)	\$ 25,92

Für einen Webserver mit ausreichend Hardware, mit ausgehendem Netzwerkverkehr von 1 GB, einen EBS-Datenträger von 40 GB Größe und 1 Millionen E/A-Anfragen, mit einer elastischen IP-Adresse, die 1000 Mal aufgerufen wird entstehen Kosten von \$ 228,43 im Monat! Würde man mehrere Instanzen haben, würde man natürlich die \$ 133,92 und die \$ 4,51 jeweils nochmal zahlen und zusätzlich für das Load Balancing zwischen den Instanzen \$ 25,92 zahlen.

Dies ist um einiges mehr als was man bei normalen Webhosting-Services zahlen würde. Dafür hat man bei Amazon Funktionen wie dynamische Skalierbarkeit und Hochverfügbarkeit. D.h. man muss schauen, auf was man mehr Acht legt.

¹ Die DNS einer Instanz wird bei jedem hochfahren einer Instanz erneuert. D.h. sie ist nicht statisch. Um einen statischen Zugriffsadresse zu haben, erwirbt man sich ein statische Elastische IP-Adresse und bindet sie an die Instanz.

Privatnutzer werden hier wohl eher ihre Probleme bekommen, als Unternehmen, die bei Ihren Services auf so etwas wie Hochverfügbarkeit nicht verzichten können.

6 Fazit

Amazon bietet mit EC2 einen sehr interessanten Infrastruktur-Dienst an. Als Nutzer braucht man sich keine Sorgen mehr um Hardware zu machen. Dank der Hochverfügbarkeit muss man sich eigentlich gar keine Gedanken mehr um den Ausfall seines Servers zu machen. Die bereitgestellten Funktionen wie Elastic Load Balancing, CloudWatch und Auto Scaling vereinfachen das Skalieren einer Serverfarm. Somit ist man gegenüber Änderungen jederzeit gewappnet. Damit gehört das Austauschen von fehlerhafter oder zu alter Hardware zur Vergangenheit an. Dafür zahlt man dann auch aber den dementsprechenden Preis.

Literatur

1. Andriy Luntovskyy, Dietbert Gütter, Igor Melnyk *Planung und Optimierung von Rechnernetzen*, Methoden, Modelle, Tools für Entwurf, Diagnose, und Management im Lebenszyklus von drahtgebundenen und drahtlosen Rechnernetzen, Vieweg+Teubner Verlag 1. Auflage 2012. S.253
2. Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)
<http://aws.amazon.com/de/ec2/>
3. Jurg van Vliet, Flavia Paganelli *Programming Amazon EC2*, O'Reilly Media, Inc., First Edition 2011, S.56 Zugriffszeitpunkt: 06.Mai.2012, 15:50 Uhr
4. Amazon EC2-Preise
<http://aws.amazon.com/de/ec2/pricing>
Zugriffszeitpunkt: 06.Mai.2012, 23:04 Uhr
5. Kornel Terplan, Christian Voigt *Cloud Computing*, mitp, 1.Auflage 2011. S.147
6. C.Baun, M. Kunze, J. Nimis, S. Tai *Cloud Computing*, Web-basierte dynamische IT-Services, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, S.42