

Infrastructure as a Service Am Beispiel von Amazon EC2 und Eucalyptus

Jörg Brendel
Joerg.Brendel@informatik.stud.uni-erlangen.de

Hauptseminar
Ausgewählte Kapitel der Systemsoftware (AKSS):
Cloud Computing, Sommersemester 2010

Betreuung: Timo Hönig, Tobias Distler
Verteilte Systeme und Betriebssysteme
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Cloud Computing

- Jede Menge Buzzwords
 - Virtualisierung
 - „On demand“
 - „As a Service“
- War alles schon da
 - Ist die Cloud ein alter Hut?
 - Marketing-Trick:
neuer Name für alte
Technik



Cloud Computing

Upps...



Cloud Computing

Falsches Thema!

~~Cloud Computing~~



Infrastructure as a Service

Jetzt passt es!

Offen bleibt:

```
IaaS == Cloud_Computing ? true : false;
```



Übersicht

- Motivation
 - Was ist wirklich neu an der Cloud?
- Einleitung
 - Bereitstellung von Ressourcen „on demand“
 - Abrechnung „as a Service“
- Infrastructure as a Service
 - Everything as a Service
 - Service-Stack
 - Infrastructure
 - Infrastructure as a Service
 - Amazon EC2 und Eucalyptus
- Zusammenfassung



Was ist wirklich neu an der Cloud?

- Virtualisierung :
 - Existiert schon seit Jahren: VMware, XEN, KVM
 - Wird als Service von Providern bereitgestellt
- Bereitstellung „on demand“:
 - Viele Dienste werden „on demand“ bereitgestellt: E-Mail, Webspace, Online-Video
 - Möglich durch Aufteilen (Sharing) von zuvor bereitgestellten Ressourcen, automatisierter Einrichtung und Payment-Systemen
- „As a Service“:
 - Software as a Service, E-Mail-Hosting as a Service, Backup as a Service



Nichts neues?

- Alles zuvor genannte war schon da
- Die Cloud bietet ein neues Konzept:
 - Die **Kombination** von allem ist neu
 - Cloud Computing verspricht
 - große, beinahe unbegrenzte Ressourcen „as a Service“
 - Bereitstellung erfolgt „on demand“
 - Infrastructure as a Service bildet dabei einen Schwerpunkt

EC2 ist eine Art virtueller Host (genauer: eine Anwendung von Cloud Computing und Infrastructure as a service) [1]



Übersicht

- Motivation
 - Was ist wirklich neu an der Cloud?

- Einleitung
 - Bereitstellung von Ressourcen „on demand“
 - Abrechnung „as a Service“

- Infrastructure as a Service
 - Everything as a Service
 - Service-Stack
 - Infrastructure
 - Infrastructure as a Service
 - Amazon EC2 und Eucalyptus

- Zusammenfassung



Bereitstellung „on demand“

- „On demand“ bedeutet **zeitnahe Bereitstellung bei Bedarf**
 - Nutzer fordert Ressource an
 - Anbieter hält ausreichend Ressourcen vor und kann selbige dem Nutzer innerhalb kurzer Zeit zur Verfügung stellen
- Ressourcen können alles Mögliche sein:
 - Speicherplatz
 - E-Mail-Postfächer
 - Menschliche Arbeitskraft
- Kapazität bei der Bereitstellung
 - theoretisch unbegrenzt, in der Praxis beschränkt
 - Anbieter definieren die Grenzen in Dienstgütevereinbarungen



Abrechnung „as a Service“

- Bereitstellung von Ressourcen „as a Service“ bedeutet **Bereitstellung in einem Mietmodell**. Der Kunde...
 - ...erwirbt kein Produkt mehr, sondern mietet es für eine bestimmte Zeit
 - ...nimmt eine Dienstleistung für eine bestimmte Zeit in Anspruch
- Vorteile für den Kunden
 - Muss nicht in Vorleistung treten, hat also weniger Kapitalaufwand
 - Spezialisierter Dienstleister kann die Dienstleistung oder die Nutzung einer Ressource viel günstiger anbieten
- Ideales Modell für den Kunden: Abrechnung nach Verbrauch oder Betriebsstunden



Übersicht

- Motivation
 - Was ist wirklich neu an der Cloud?

- Einleitung
 - Bereitstellung von Ressourcen „on demand“
 - Abrechnung „as a Service“

- Infrastructure as a Service
 - Everything as a Service
 - Service-Stack
 - Infrastructure
 - Infrastructure as a Service
 - Amazon EC2 und Eucalyptus

- Zusammenfassung



Everything as a Service

- Everything as a Service (XaaS) steht für die Idee, alles als Dienstleistung bei Bedarf zur Verfügung zu stellen
- Einige Beispiele zu XaaS aus dem IT-Bereich:
 - Basic Services
 - Einfache Dienste die im Rahmen von Ressourcen-Sharing angeboten werden (z.B. E-Mail, Webspace, Online-Speicherplatz)
 - Humans as a Service (HuaaS)
 - Menschliche Arbeitskraft als Service (z.B. Techniker und Administratoren)
 - Software as a Service (SaaS)
 - Software ist ideal geeignet um in einem Mietmodell vertrieben zu werden



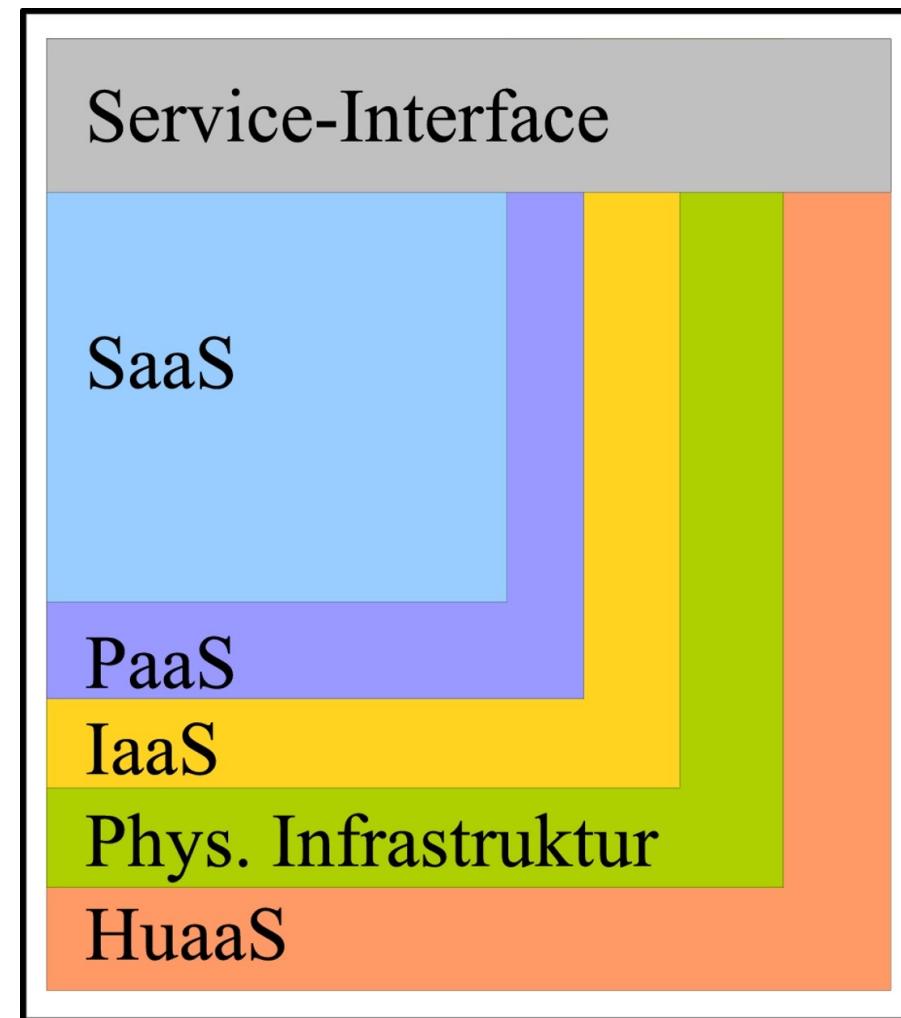
Everything as a Service

- XaaS definiert drei wichtige Kriterien:
 - Bereitstellung **zeitnah bei Bedarf**:
 - Die Dienstleistung oder Ressource wird durch einen Anbieter be vorratet und bei Bedarf dem Kunden zeitnah zur Verfügung gestellt
 - Bereitstellung in einem **Mietmodell ohne langfristige Bindung**:
 - Die Dienstleistung oder Ressource wird in einem Mietmodell mit kurzen Mindestmietperioden angeboten.
 - Kundenselbstbedienung (**Self-Service**):
 - Die Dienstleistung oder Ressource kann jederzeit bereitgestellt werden und über eine Service-Webseite durch den Kunden im Self-Service konfiguriert, aktiviert und deaktiviert werden



Service-Stack

- XaaS-Dienste bilden eine Hierarchie
 - Wird als Service-Stack bezeichnet
 - Für den Benutzer stellt sich der Service-Stack als das System dar
 - Gesamtsystem muss die XaaS-Kriterien vollständig erfüllen, die Schichten nur teilweise



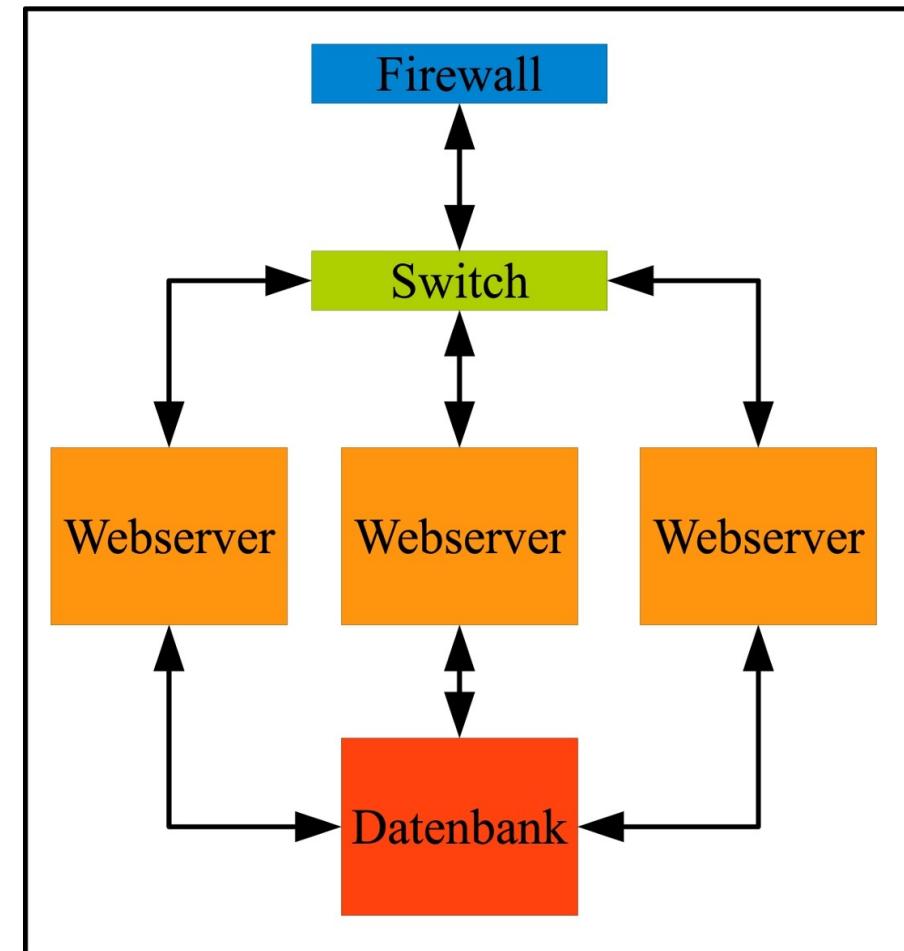
Infrastructure

- IT-Infrastruktur umfasst alle für den Betrieb einer Anwendung nötigen Komponenten, Dienste und sonstige Einrichtungen
- Komponenten bilden die physikalische Infrastruktur (PI)
 - Aktive Komponenten:
 - Server
 - Switches, Router, Firewalls, Loadbalancer
 - Speichernetze (SAN)
 - Passive Komponenten:
 - Patchfelder & Kabel



Physikalische Infrastruktur - Topologie

- Physikalische Infrastruktur hat eine Topologie
- Passive Komponenten (Kabel) werden genutzt, um physikalische Infrastruktur zu „verdrahten“
 - Manueller Arbeitsschritt
 - Alle Freiheitsgrade bei der Verbindung der Komponenten



Physikalische Infrastruktur as a Service

- Wird seit vielen Jahren von Providern zur Miete angeboten
- Große Provider bevorraten physikalische Infrastruktur und können Server bei Bedarf zur Verfügung stellen
- Trotzdem **kein** „as a Service“-Modell im Sinn von XaaS
 - Abrechnungsmodell gibt lange Mindestmietperioden vor, liegen im Bereich von Monaten bis Jahren
 - Setup-Zeit ist in der Regel lang, da ein Techniker den Server in Betrieb nehmen muss (ein bis mehrere Tage)
 - Self-Service ist eingeschränkt, Größenanpassung (RAM, Festplatte) sind in der Regel nicht oder nur mit Verzögerung möglich



Virtuelle Infrastruktur

- Physikalische Infrastruktur ist im Allgemeinen kein Service entsprechend der Definition von XaaS
- Virtualisierung bietet eine Lösung für das Problem
 - Virtuelle Maschinen laufen als Instanz auf einem Server
 - Physikalische Infrastruktur kann anhand virtueller Maschinen realisiert werden
 - Aus der physikalischen wird virtuelle Infrastruktur
 - Bereitstellung bei Bedarf und Self-Service ist damit möglich
- Aber: Abbildung ist nicht vollständig möglich
 - Es sind nicht alle physikalischen als virtuelle Komponenten verfügbar
 - Schnelle Komponenten sind in Software nicht realisierbar



Abbildung auf virtuelle Infrastruktur

Physikalische Komponente	Virtuelle Komponente
Switch	—
Router	Vyatta, OpenWRT
Firewall	Astaro Virtual Appliance
Proxies	Squid
Loadbalancer	Linux Virtual Server
Speichernetze	iSCSI
Passive Komponenten	—

- Probleme bei der Abbildung in Software
 - Logische Funktion eines Switches ist abbildbar
 - z.B. Linux Bridge-Device
 - Geschwindigkeit von spezialisierten ASICs kann in Software nicht erreicht werden
 - Kabel haben besondere Bedeutung: Erzeugen eine Topologie
 - Kann abgebildet werden: VLANs
 - Verursacht anderes Laufzeitverhalten



Virtuelle Infrastruktur as a Service

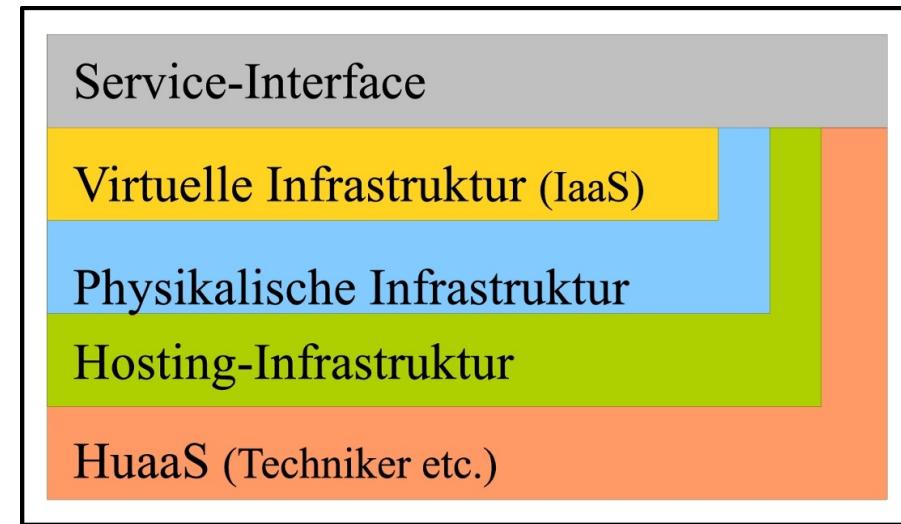
- Virtuelle Maschinen erfüllen die Kriterien von Everything as a Service (XaaS)
- Provider bieten einzelne virtuelle Maschinen unabhängig von Cloud Computing schon seit längerem an, sind etabliert
- Viele Komponenten der physikalischen Infrastruktur sind als Softwarelösung in einer virtuellen Maschine realisierbar
- Eine virtuelle Komponente verfügt über ein anderes Laufzeitverhalten



Infrastructure as a Service

■ Infrastructure as a Service

- Bildet im Kontext von Cloud Computing einen Service-Stack



■ Service-Stack der Cloud

- Umfasst die Infrastruktur einschließlich der physikalischen Komponenten
- Enthält zusätzlich mindestens die IaaS-Schicht
- Spezialisierte Clouds können weitere XaaS-Schichten enthalten



Infrastructure as a Service in der Cloud

- IaaS-Layer in der Cloud
 - Muss mindestens eine Ausführungsumgebung enthalten
 - IaaS-Layer kann weitere spezialisierte Komponenten der virtuellen Infrastruktur enthalten
 - In Form von Softwarelösungen in virtuellen Maschinen, bereitgestellt über Service-Stack und konfigurierbar über Service-Webseite des Systems
 - Denkbar ist auch spezialisierte Hardware, die virtuelle Infrastruktur bereitstellt
- Ab dem IaaS-Layer können sich Clouds unterscheiden
 - Liefert Ansatz zur Unterscheidung von Clouds
 - Erzeugt Kompatibilitätsprobleme



Arten von Clouds

- Generische Clouds
 - Ziel ist es, virtuellen Maschinen zur Verfügung zu stellen
 - Unterschiedliche Betriebssysteme in den virtuellen Maschinen
 - Beliebige Anwendungen oberhalb der Betriebssystemebene
 - Virtuelle Maschine muss eine vollständige Emulation bieten
- Anwendungsspezifische Clouds
 - Ziel ist es, eine bestimmte Anwendung innerhalb einer Cloud zur Verfügung zu stellen
 - Anwender hat in der Regel nur Zugriff auf diese Applikation
 - Virtuelle Maschine kann eine spezielle Ausführungsumgebung sein



Arten von Clouds

- Neben der Art der Nutzung wird noch nach Art der Ausbreitung unterschieden
 - Public Clouds
 - Sind für jedermann nach Registrierung über das Internet nutzbar
 - Abrechnung über Payment-System (z.B. Kreditkarte)
 - Private Clouds
 - Haben eine geschlossene Nutzergruppe
 - Werden von einer Firma oder Organisation zur eigenen Verwendung betrieben
 - Hybrid Clouds
 - Sind Private Clouds, die eine Schnittstelle nach außen zu einer Public Cloud haben
 - Nutzen die Public Cloud, um ihre Kapazität zu vergrößern



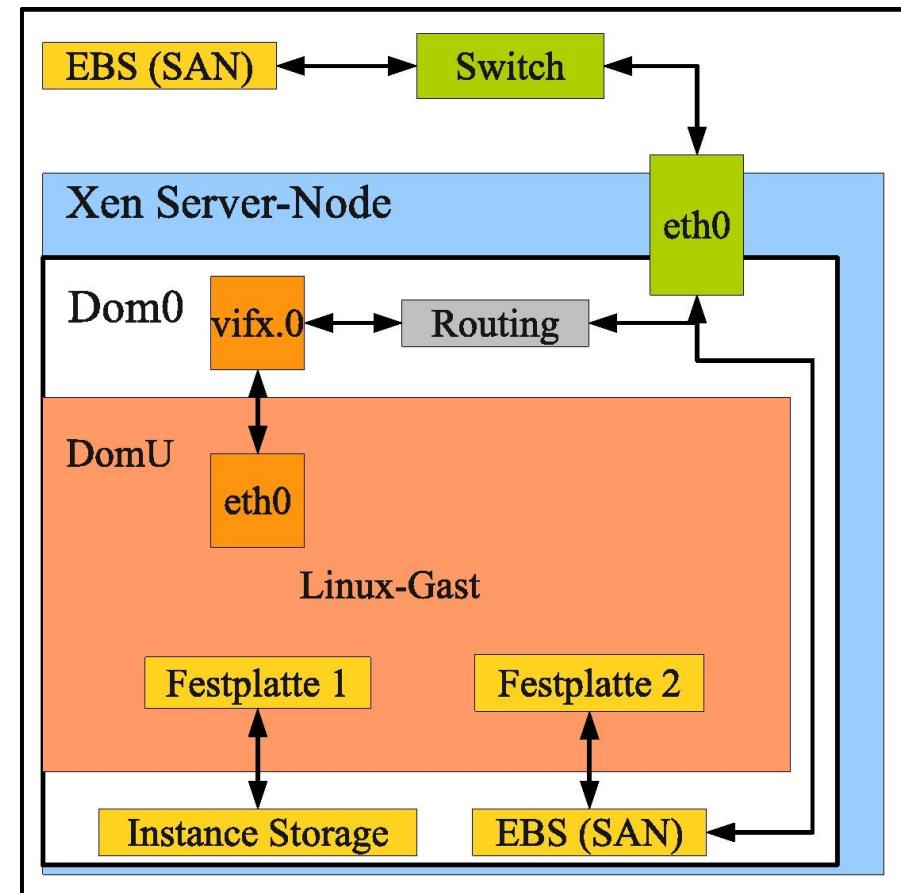
Amazon EC2

- Amazons Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)
 - Ist eine Public Cloud, Zugriff geschieht über das Internet
 - Online-Registrierung
 - Abrechnung erfolgt über Kreditkarte
 - Gehört zur Klasse der generischen Clouds
 - Service-Stack muss ähnlich dem einer generischen Cloud sein
- Technik hinter Amazon EC2
 - Keine Details zum Service-Stack veröffentlicht
 - Nur API zur Nutzung ist dokumentiert
 - Betrachtung einer laufenden virtuellen Maschine erlaubt Rückschlüsse
 - Hypervisor ist XEN
 - xenstore-Is liefert Umgebung einer laufenden VM



Service-Stack in Amazon EC2

- Angenommener Service-Stack
 - Anbindung nach außen ist eine geroutete Verbindung
 - Öffentliche IP wird per NAT abgebildet
 - Unterstützt Loadbalancing
 - Zwei Arten von Festplattenspeicher:
 - Nicht persistenter Instance Storage, der nur während der Laufzeit existiert
 - Persistenter Block Storage (Speichernetz)



Abrechnungsmodell in Amazon EC2

- Amazon EC2 kennt drei Arten von Instanzen
 - „On demand Instances“
 - „Reserved Instances“
 - „Spot Instances“
- Abrechnungsgrundlage sind aktive Zeiten einer virtuellen Maschine (Betriebsstunden)



Amazon EC2 - Instances

- „On demand Instances“
 - Zielgruppe sporadische Nutzer
 - Abrechnung nach Nutzungsdauer
 - Keine Aktivierungsgarantie

- „Reserved Instances“
 - Zielgruppe permanente Nutzer
 - Eine Form von Vorreservierung
 - Kunde zahlt eine Gebühr und reserviert Speicher
 - Bekommt dafür günstigeren Tarif
 - Höheres SLA, Aktivierungsgarantie



Amazon EC2 - Instances

- „Spot Instances“
 - Zielgruppe: Anwender die Batchjobs ausführen
 - Ansatz, um Totzeiten zu füllen
 - Kunde kann ein Gebot für Betriebsstundenpreis abgeben
 - Mit sinkender Auslastung sinken die Preise.
 - Virtuellen Maschinen, die den aktuellen Preis akzeptieren, werden gestartet
 - Bei steigenden Preisen werden sie entsprechend gestoppt



Eucalyptus

- Ist ein Open-Source-Projekt der University of California
- Ist mit dem Ziel entstanden, eine Forschungsplattform für Cloud Computing zu schaffen
- Ist eine Private Cloud, die jeder selber installieren kann
- Gehört zur Klasse der generischen Clouds



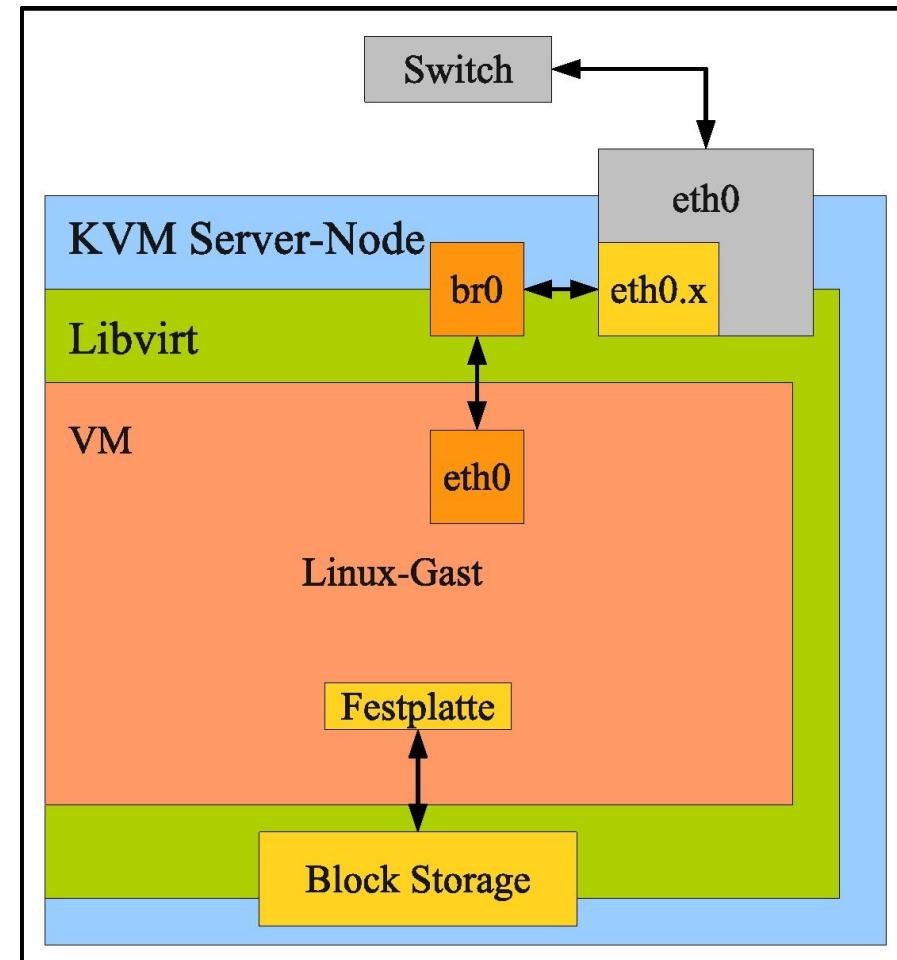
Grundlagen von Eucalyptus

- Open Source – Alle Details liegen offen
- Service-Stack ist bekannt
- setzt auf vorhanden Techniken auf:
 - libvirt (Abstraktions-Layer für Virtualisierung)
 - kann prinzipiell jede Ausführungsumgebung nutzen, für die ein Treiber in libvirt existiert
 - zur Zeit XEN oder KVM als Ausführungsumgebung
- API orientiert sich an Amazon EC2, ist aber nicht komplett implementiert



Service-Stack in Eucalyptus

- Service-Stack
 - Verbindung innerhalb einer Gruppe
 - „Virtual Network Overlay“, realisiert über Linux Bridge-Device und VLAN
 - Routing über den Cluster Controller
 - Zwischen verschiedenen Gruppen und nach außen
 - Öffentliche IP wird per NAT abgebildet
 - Festplattenspeicher:
 - Persistenter Block Storage, realisiert als LVM-Volume



Eucalyptus vs. Amazon EC2

- Unterschiedliche Zielsetzung
 - Private Cloud anstelle einer Public Cloud
- Verwendet etablierte Open-Source-Projekte
 - KVM, LVS, libvirt
- Unterschiedliche IaaS-Layer
 - Eucalyptus...
 - ...unterstützt kein Loadbalancing
 - ...bietet „Virtual Network Overlay“, für effiziente lokale Kommunikation innerhalb einer Gruppe
- Noch keine Live-Migration



Microsofts Container-Rechenzentren

- Die neuen Rechenzentren für Windows Azure sind partitioniert:
 - Container mit Servern
 - Container mit Stromversorgung

- Vorgehen löst Problem beim Wirkungsgrad:
 - Klimaanlagen und USVs haben einen Pareto-Punkt bezüglich Last und Verbrauch



Übersicht



Motivation

- Was ist wirklich neu an der Cloud ?



Einleitung

- Bereitstellung von Ressourcen „on demand“
- Abrechnung „as a Service“



Infrastructure as a Service

- Everything as a Service
- Service-Stack
- Infrastructure
- Infrastructure as a Service
- Amazon EC2 und Eucalyptus



Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Cloud Computing führt ein neues Konzept ein: XaaS
- Aus Sicht des Anwenders:
 - Die Dienste müssen XaaS-Kriterien erfüllen
 - Aufteilen von Ressourcen
- Aus Sicht des Anbieters:
 - Die Dienste müssen XaaS-Kriterien anbieten
 - Die dynamische Auslastung hat Auswirkung auf die Struktur eines Rechenzentrums
 - Problem ist der Stromverbrauch
 - Lösung kann dynamisches Ein- und Ausschalten von Servern sein



Cloud Computing

- Die Frage zum Schluss:

```
IaaS == Cloud_Computing ? true : false;
```

Oder doch ein alter Hut?



Fragen?



Referenzen

[1] Wikipedia, Amazon Web Services,

http://de.wikipedia.org/wiki/Amazon_Web_Services#Amazon_Elastic_Compute_Cloud_.28EC2.29

