

# Infrastructure as a Service

## Am Beispiel von Amazon EC2 und Eucalyptus

---

**Jörg Brendel**

[Joerg.Brendel@informatik.stud.uni-erlangen.de](mailto: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

---

Uupps...



Falsches Thema!

~~Cloud Computing~~



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, Webpace, 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

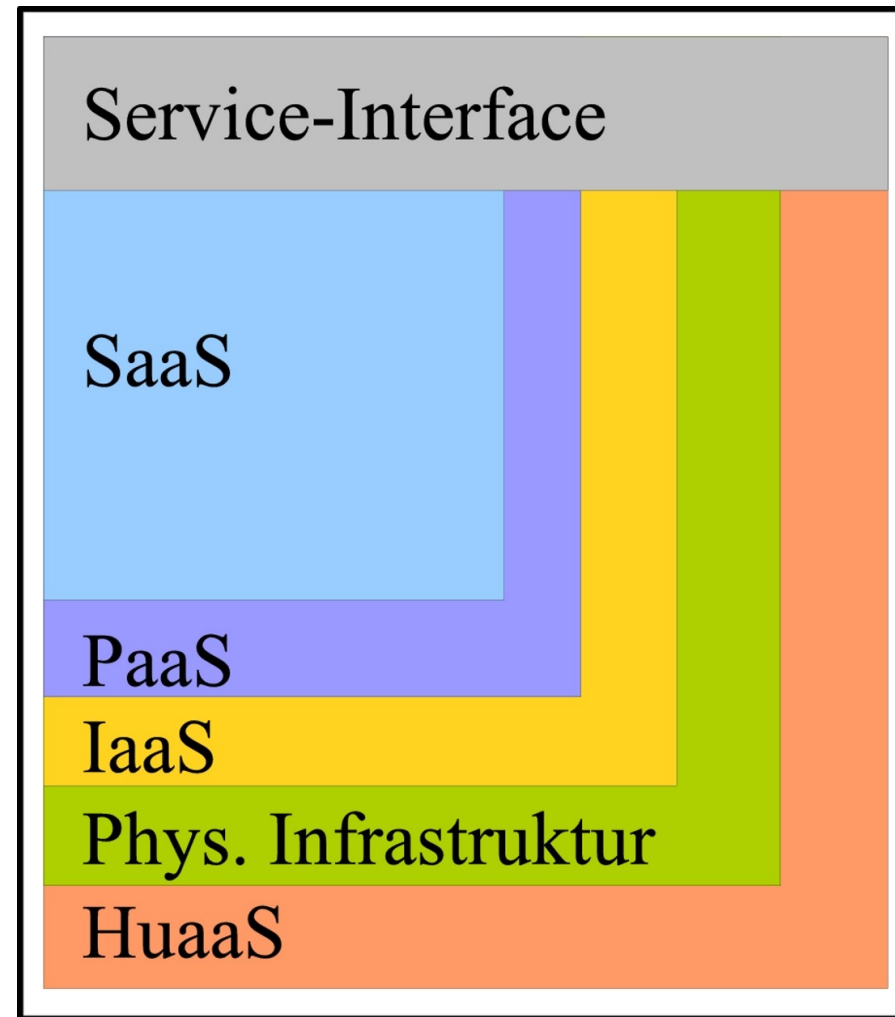
---

- XaaS definiert drei wichtige Kriterien:
  - Bereitstellung **zeitnah bei Bedarf**:
    - Die Dienstleistung oder Ressource wird durch einen Anbieter bevorratet 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



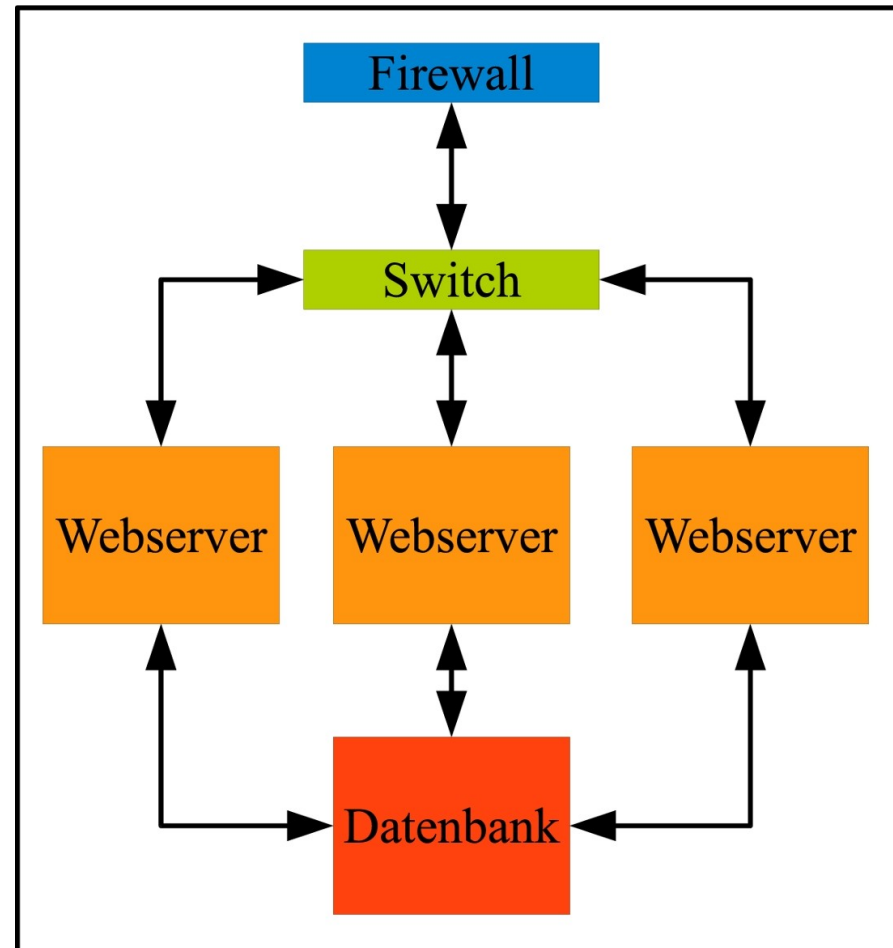
- IT-Infrastruktur umfasst alle für den Betrieb einer Anwendung nötigen Komponenten, Dienste und sonstige Einrichtungen
  
- Komponenten bilden die physikalische Infrastruktur (PI)
  - Aktive Komponenten:
    - Server
    - Switches, Router, Firewalls, Loadbalancer
    - Speichernetze (SAN)
  - Passive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

---

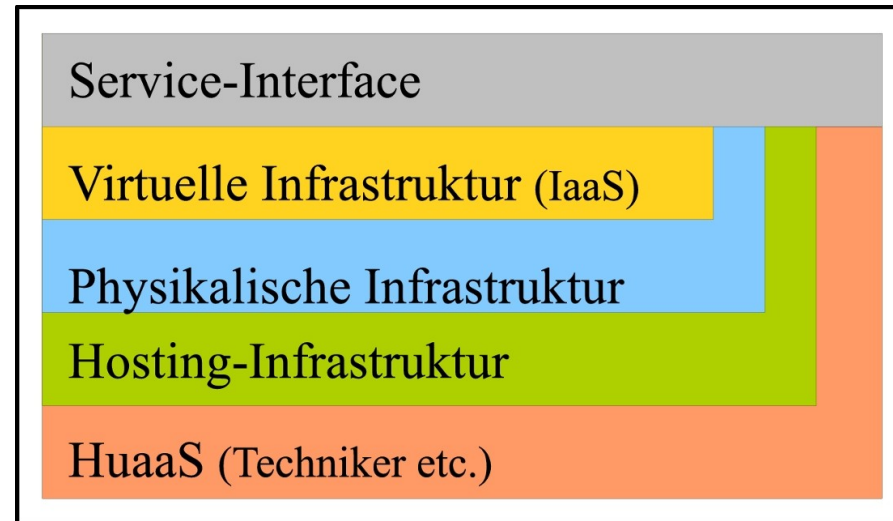
- Virtuelle Maschinen erfüllen die Kriterien von Everything as a Service (XaaS)
- Provider bieten einzelne virtuelle Maschinen unabhängig von Cloud Computing schon seit längerem an, sind etabliert
- Viele Komponenten der physikalischen Infrastruktur sind als Softwarelösung in einer virtuellen Maschine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

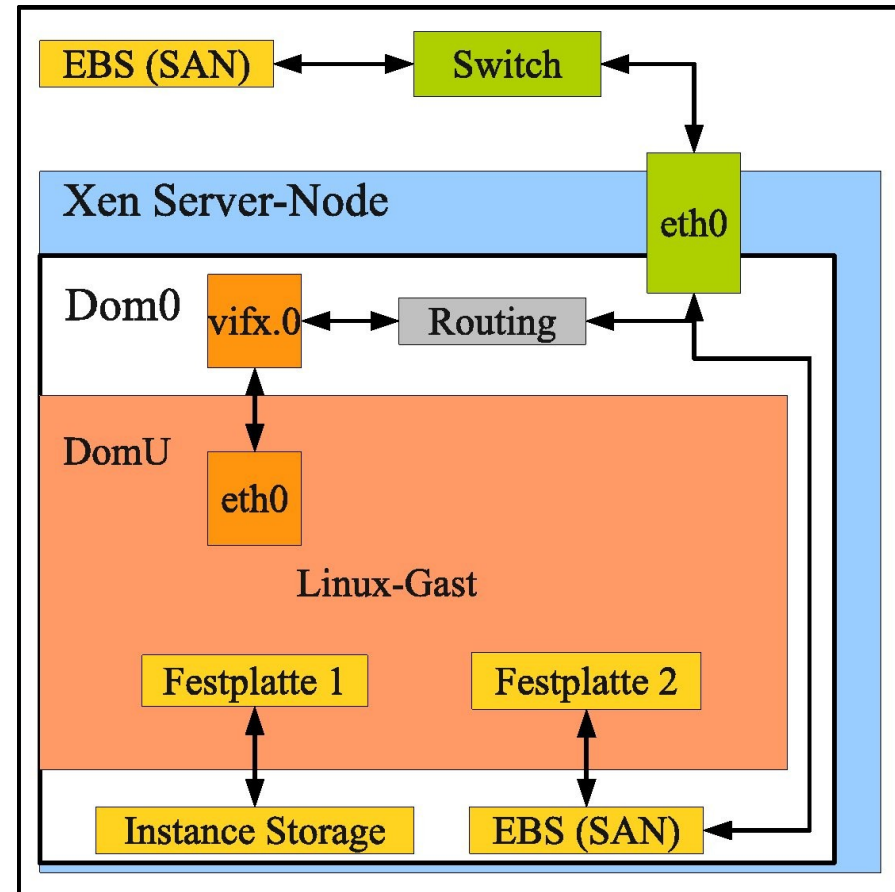


- Amazons Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)
  - Ist eine Public Cloud, Zugriff geschieht über das Internet
    - Online-Registrierung
    - Abrechnung erfolgt über Kreditkarte
  - Gehört zur Klasse der generischen Clouds
    - Service-Stack muss ähnlich dem einer generischen Cloud sein
  
- Technik 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-ls 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

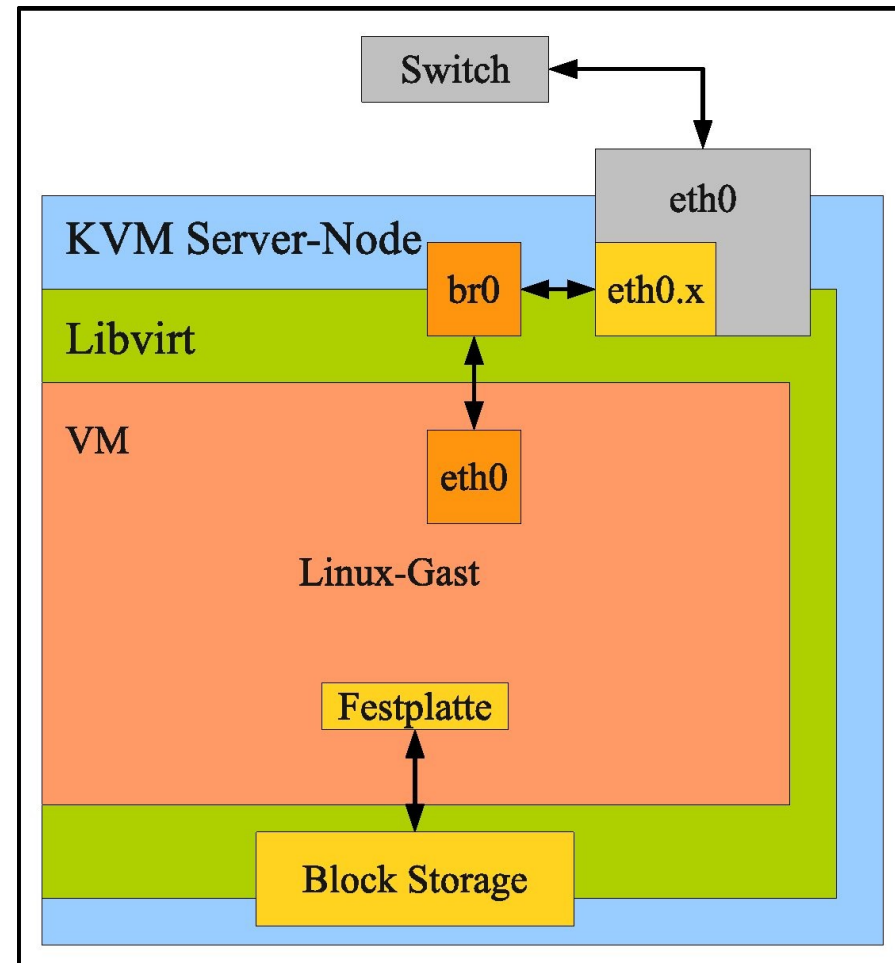




# Service-Stack in Eucalyptus

## ■ 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:
  - Klimaanlage 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](http://de.wikipedia.org/wiki/Amazon_Web_Services#Amazon_Elastic_Compute_Cloud_.28EC2.29)

