

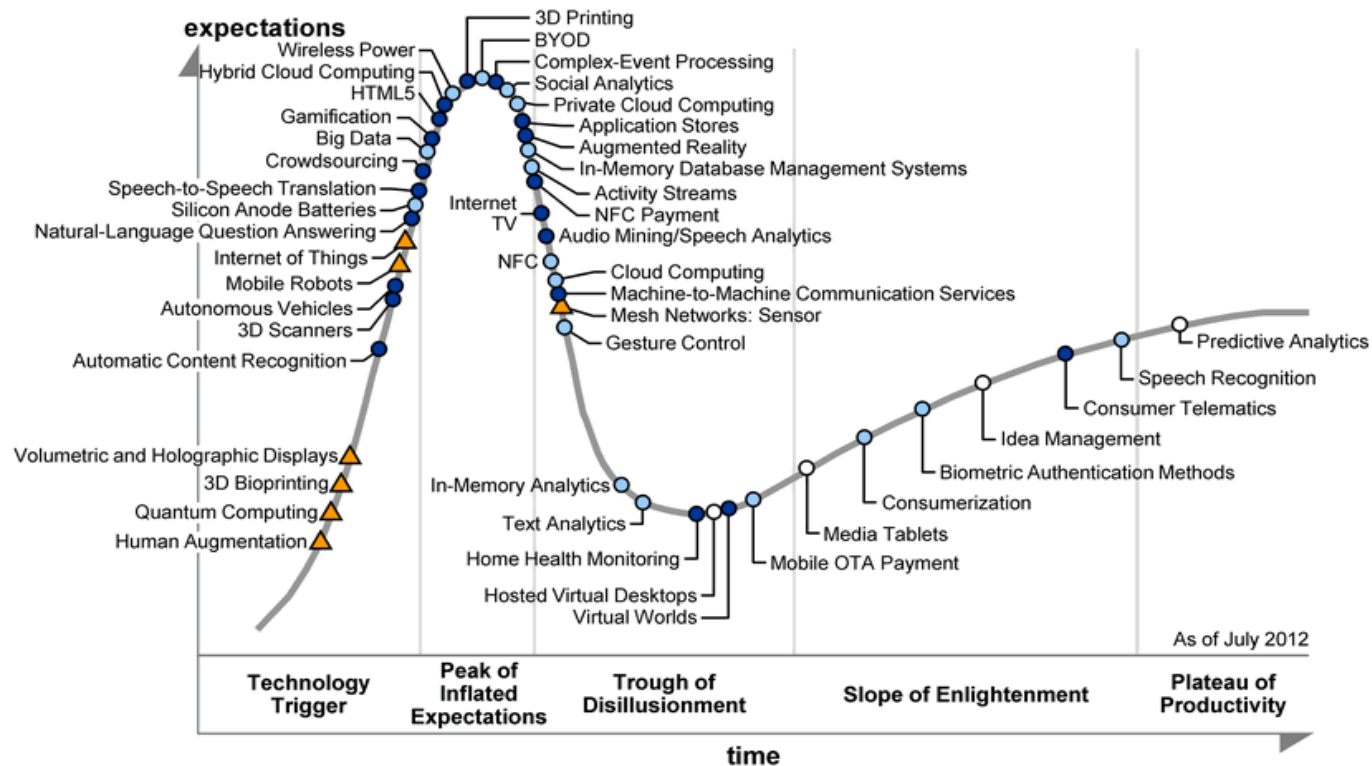
# Cloud Infrastructure

## Cloud Computing Einführung

## Wiederholung und Vertiefung

# Motivation

## Gartner Hype Cycle 2012

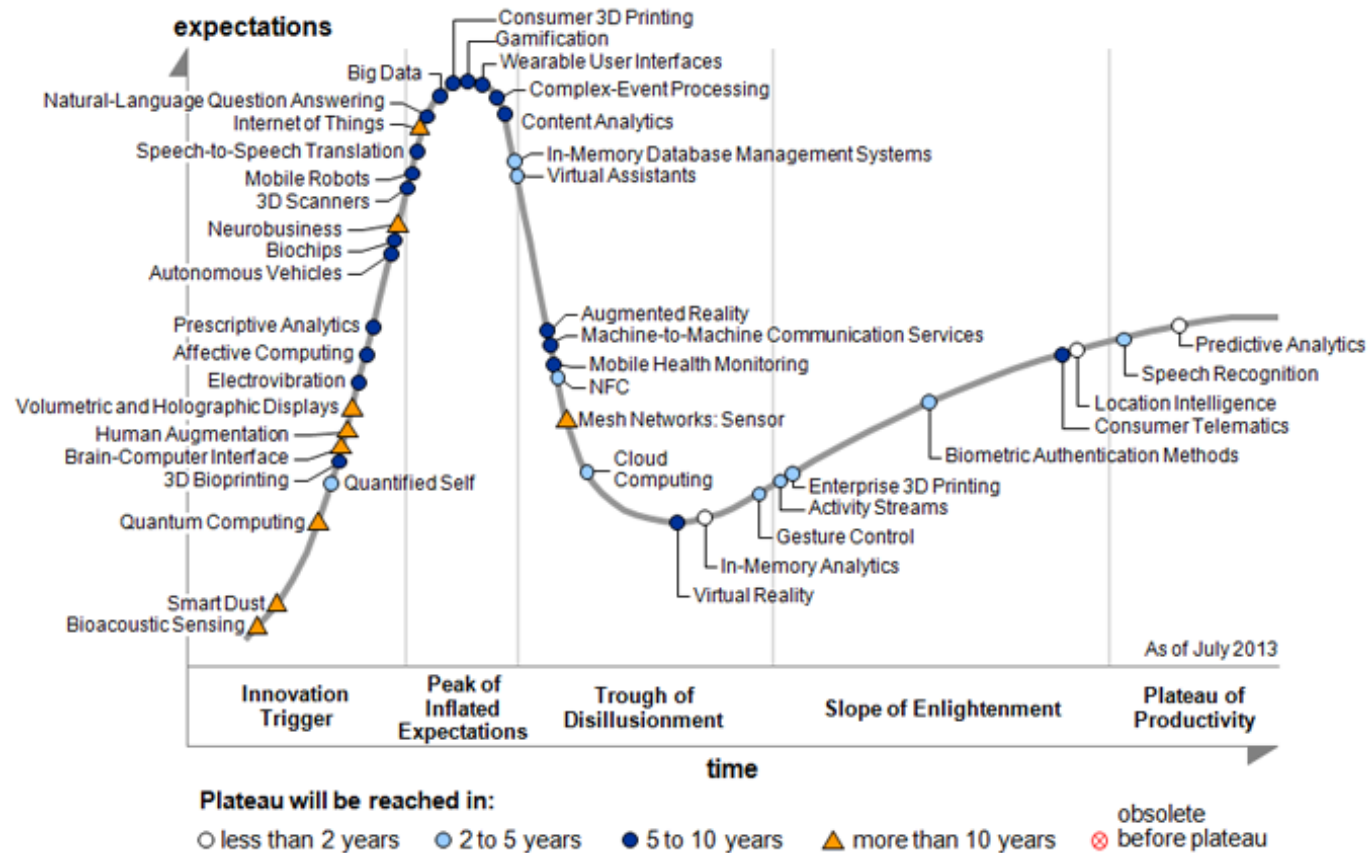


Plateau will be reached in:

○ less than 2 years   ● 2 to 5 years   ● 5 to 10 years   ▲ more than 10 years   ⊗ obsolete before plateau

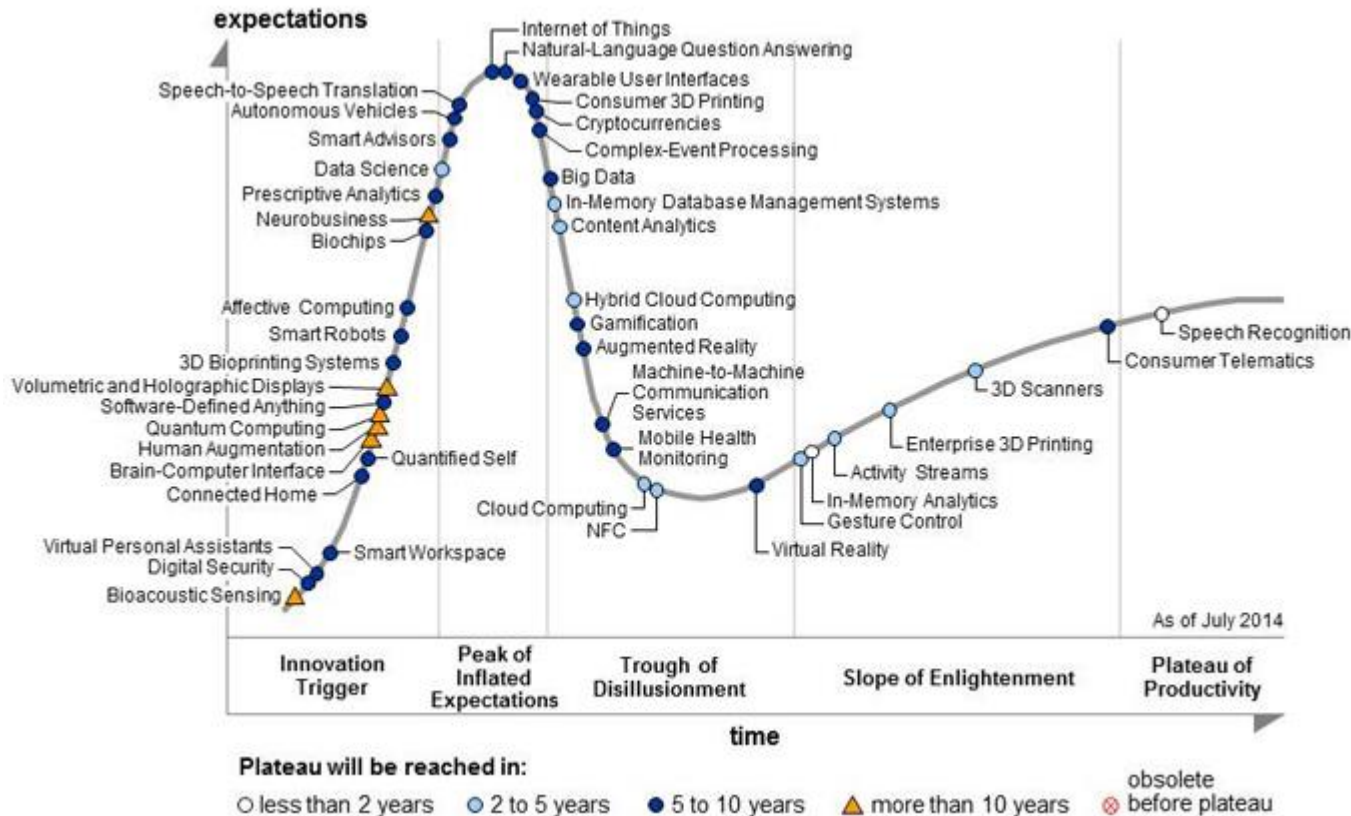
# Motivation

## Gartner Hype Cycle 2013



# Motivation

## Gartner Hype Cycle 2014



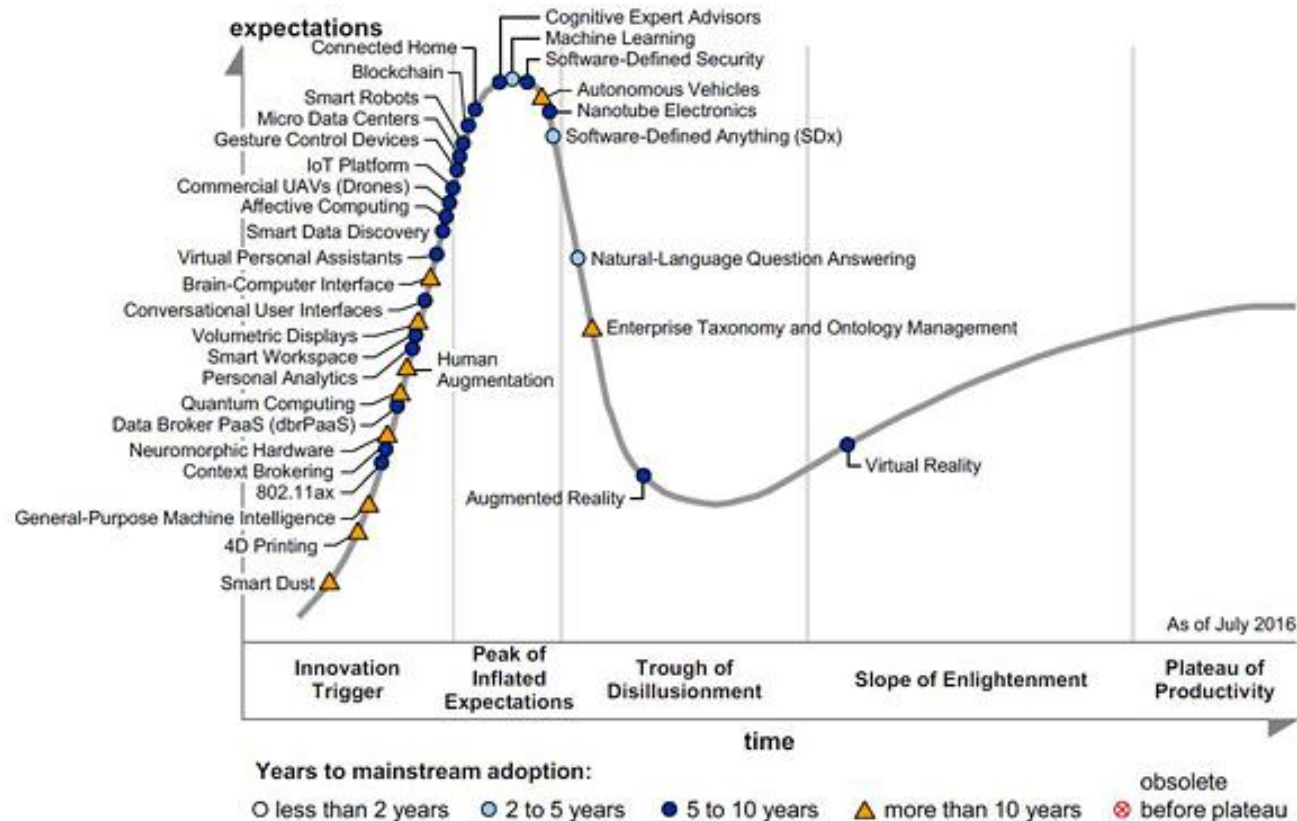
# Motivation

## Gartner Hype Cycle 2015



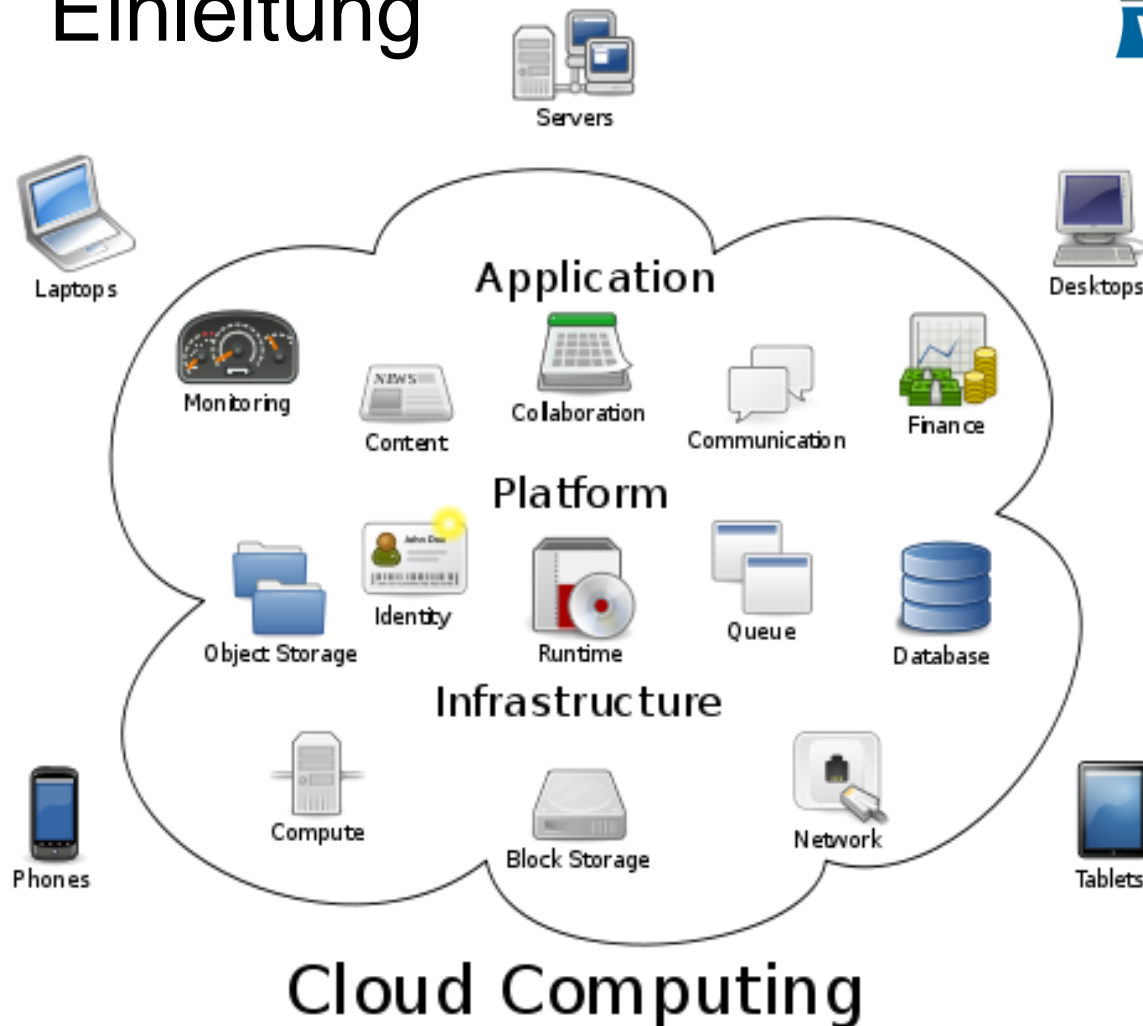
# Motivation

## Gartner Hype Cycle 2016



Source: Gartner (July 2016)

# Cloud Computing Einleitung



# Cloud Computing Definition

- Cloud Computing ist eine Form der Bereitstellung von gemeinsam nutzbaren und flexibel skalierbaren IT-Leistungen durch nicht fest zugeordnete IT-Ressourcen über Netze. Idealtypische Merkmale sind die Bereitstellung in Echtzeit als Self Service auf Basis von Internet-Technologien und die Abrechnung nach Nutzung. Damit ermöglicht Cloud Computing den Nutzern eine Umverteilung von Investitions- zu Betriebsaufwand. Die IT-Leistungen können sich auf
  - Anwendungen,
  - Plattformen für Anwendungsentwicklungen und -betrieb,
  - Basisinfrastruktur
- beziehen.

[Bitkom Leitfaden Cloud  
Computing, NIST konforme Definition]



# Cloud Computing Vorteile

- Cloud Computing soll:
  - Kosten für Benutzer senken (durch Abrechnung nach Verbrauch)
  - Kosten für Anbieter senken (durch Konsolidierung)
  - Komplexität für Benutzer verringern (durch hohe Benutzbarkeit und Wegfall von Installation und Administration)
  - Einfachen Ressourcenzugriff bieten (durch Web Services)
  - Benutzerwünsche erfüllen und Flexibilität bieten (durch Virtualisierung)
  - Unbegrenzten (elastischen) Ressourcenzugriff ermöglichen (durch Virtualisierung)
  
- Kurz: Cloud Computing soll die IT revolutionieren
  - „Eierlegende Wollmilchsau“ 😊

# Cloud Computing

- Was macht eine Cloud Plattform aus?
  - *Pay-per-use (no commitment, utility prices)*
  - *Elastic capacity – scale up/down on demand*
  - *Self-service interface*
  - Resource Pooling
    - Ressourcen sind in abstrakten, virtualisierten Pools konsolidiert
    - *Multitenancy – parallele Dienstleistung für mehrere Nutzer (Mandanten)*

# Produkt vs Service

	Software als Produkt	Software as a Service
<b>Bezug</b>	Installiert	Gehostet
<b>Entwicklung</b>	Lange Zyklen, "big bang"	Kurze Zyklen, kontinuierlich
<b>Preisgestaltung</b>	Lizenz + Wartung	Abonnement
<b>Allokation</b>	Anlage	Aufwand
<b>Zusätzliche Kosten</b>	Installation, Wartung, Anpassung & Upgrades	Konfiguration
<b>Plattform</b>	Mehrere Versionen	eine
<b>Updates</b>	seltene, grössere	häufige, kleinere
<b>Verkaufsfokus</b>	Lizenzverkauf	Bewährung in den ersten 90 Tagen (Testphase)
<b>Feedback Zyklen</b>	Lang	Kurz
<b>Profit</b>	Initialer Verkauf	Laufend
<b>Erfolg</b>	Neue Lizenzgebühren	Geringe Abwanderungsrate

<http://www.authorstream.com/Presentation/SmartManQ8-208933-Software-Service-SaaS-SOA-Cloud-Computing-Science-Technology-ppt-powerpoint/>

# Scalability - Elasticity

- grow/shrink on demand
- **Possibility to scale  $\neq$  Application will scale**
  - financial
  - application architecture (weakest link in a chain)

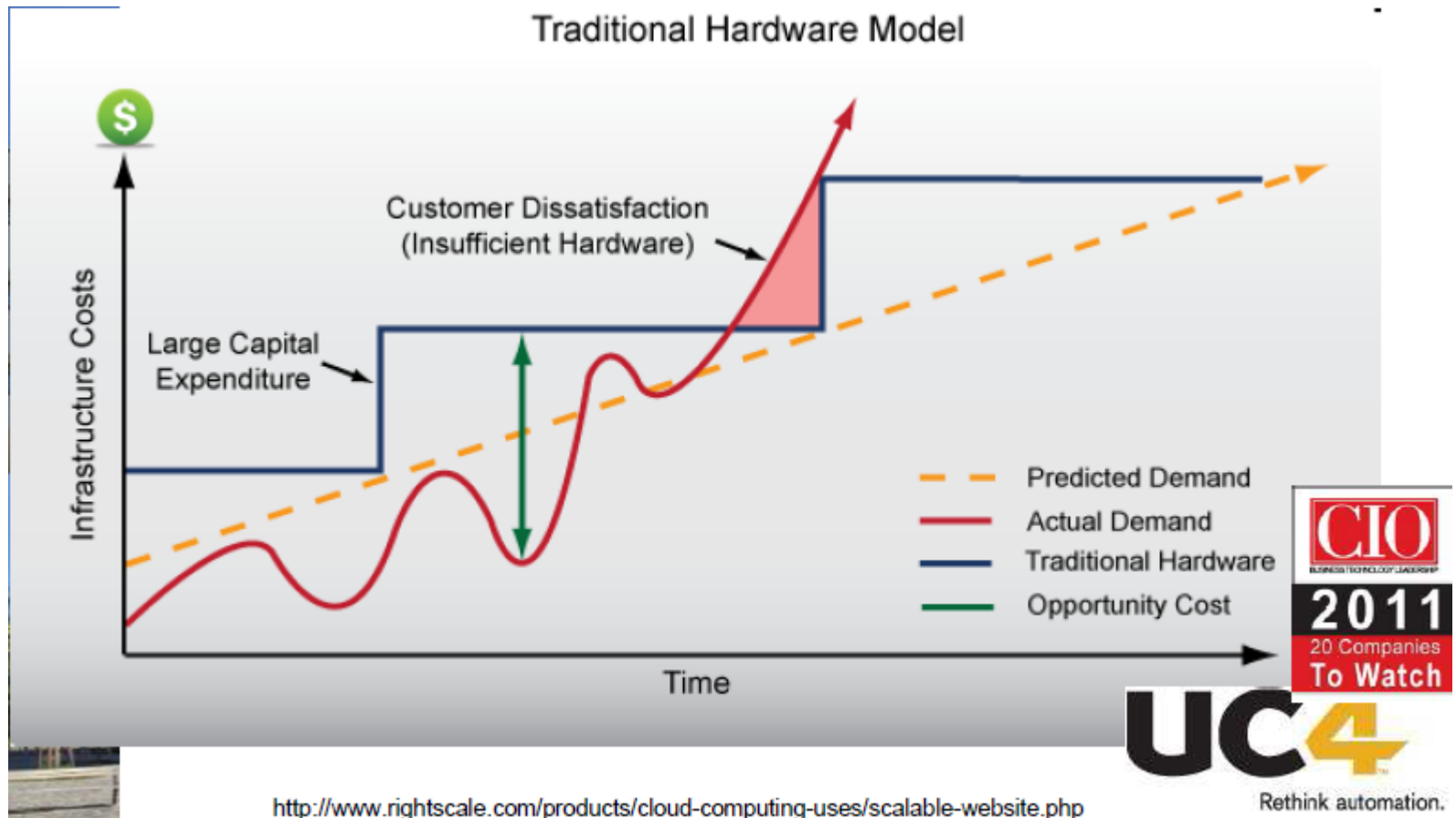


- expensive hardware
- low max. throuput
- expensive to add capacity

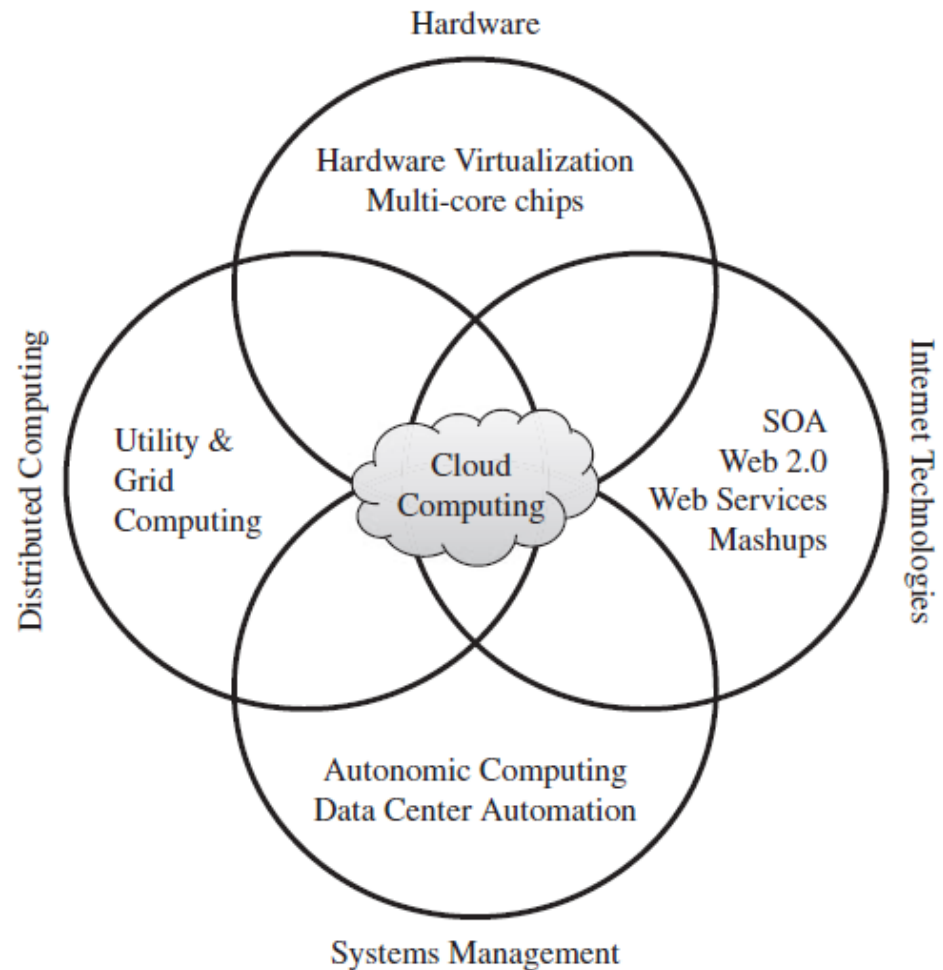


- cheap commodity hardware
- high max. throuput
- cheap to add capacity
- Open Source/platform independent

# Scaling



# Cloud Computing Entstehung



# Cluster Computing

- **A Cluster is a**
  - Linked computer system
  - Can co-operate to perform computations
  - Deliver services
- **Cluster characteristics:**
  - Often function/appear as a single server
  - Typically linked over fast local area networks
  - Offers scalability over single-server
  - Used for high-availability, load balancing, shared compute
- **Vienna Scientific Cluster (VSC)**
  - 20776 processors
  - 42048 GB memory,
  - Max performance: 182.83 Tflops
  - Top 500 List: Rank 162 (2011: 77)



# Grid Computing

- **Grid-Computing** ist eine Form des verteilten Rechnens, bei der ein virtueller Supercomputer aus einem Cluster lose gekoppelter Computer erzeugt wird
- Unterschied zu Cluster Computing?
  - loserer Kopplung
  - Heterogenität
  - geographischen Zerstreuung der Computer
- Kommerzielle Nutzung (Pharmaindustrie, Genome Sequencing, ...)
- Offene Projekte wie SETI@home, Folding@home

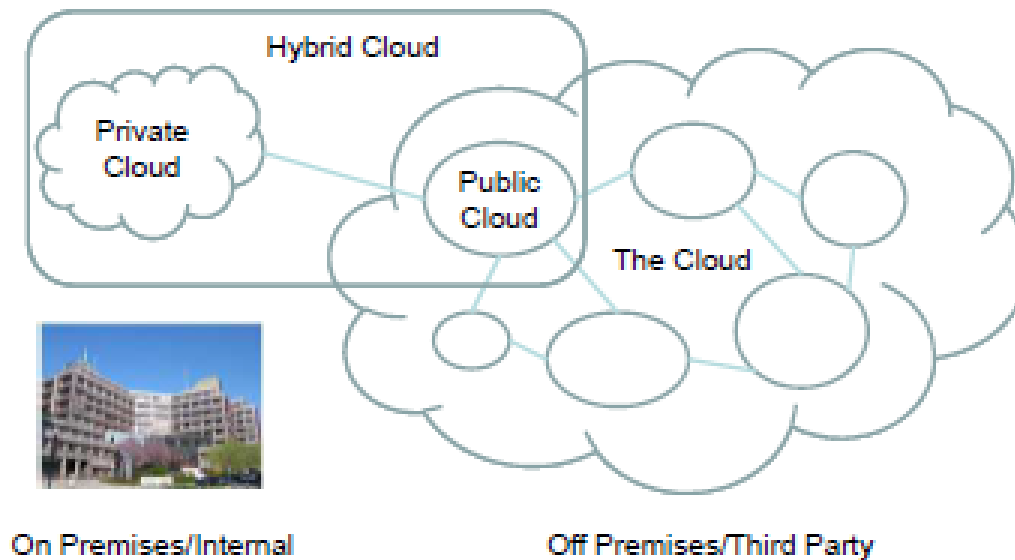


# Cloud Computing Voraussetzungen

## ■ Enabling Technologies

- Virtualisierung
- SOA
- Web Services
  
- Mehr dazu in der nächsten Einheit

# Cloud Computing Architekturen



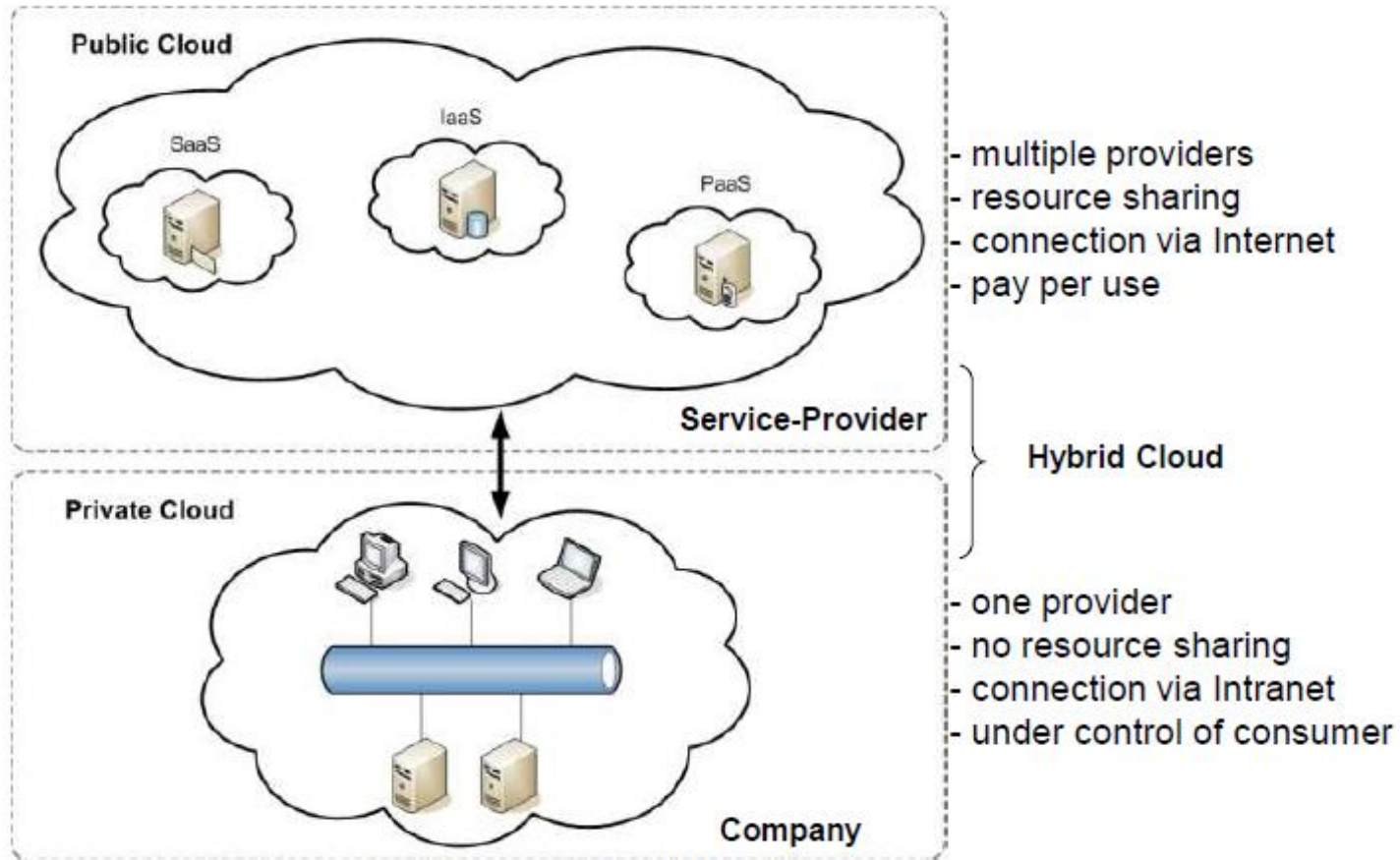
# Cloud Computing Architekturen

- Öffentlich verfügbare Cloud-Dienste (Public Cloud)
  - Anbieter und Kunden gehören unterschiedlichen Organisationen an
  - Vorteile für die Kunden
    - Keine Kosten für Anschaffung, Betrieb und Wartung eigener Hardware
    - Ressourcen sind sofort einsatzbereit und unbegrenzt verfügbar
  - Vorbehalte und Hindernisgründe
    - Angst vor mangelnder Datensicherheit und Lock-in sowie Datenschutz

# Cloud Computing Architekturen

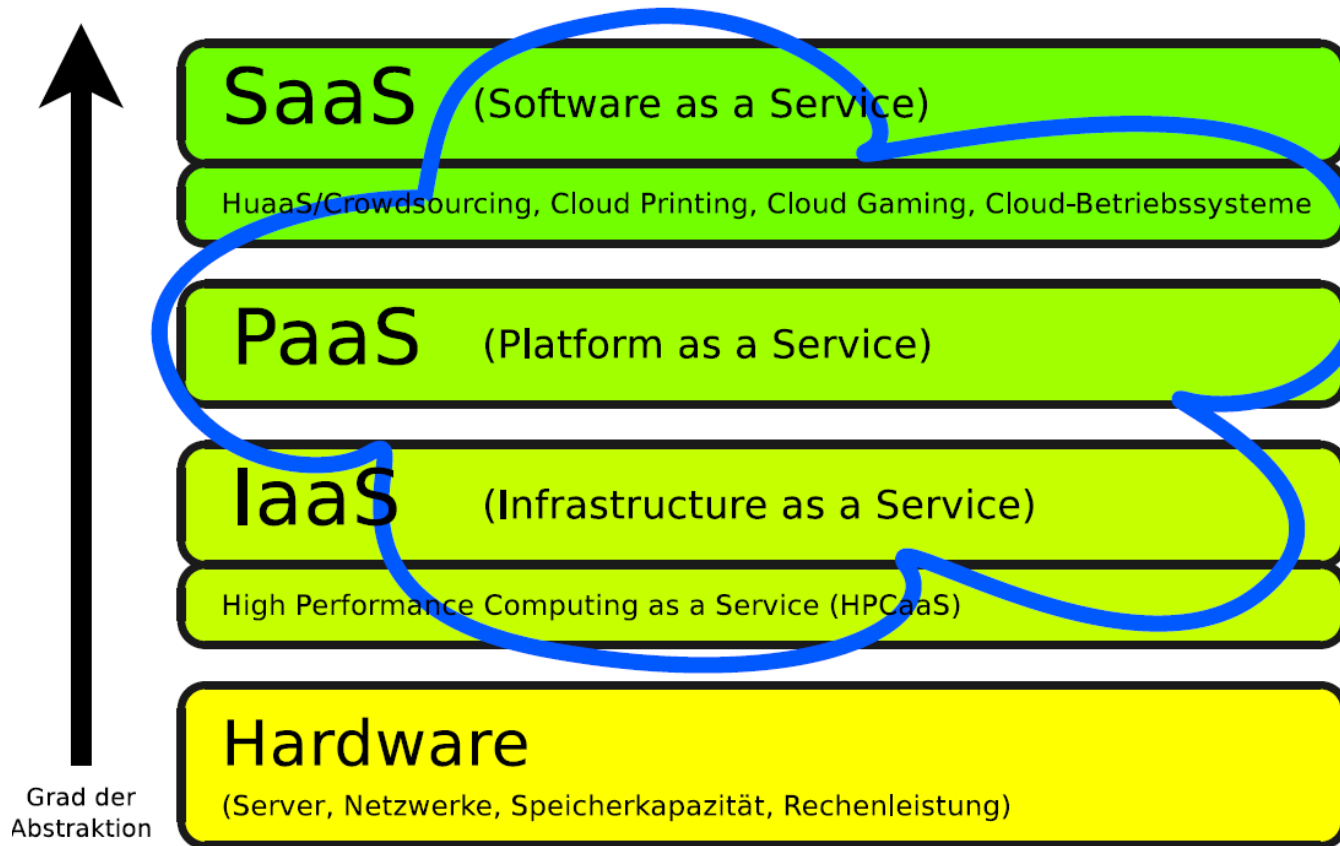
- Private Cloud-Dienste
  - Anbieter und Benutzer gehören der gleichen Organisation an
  - Schnittstellen sind im Idealfall kompatibel zu öffentlich verfügbaren Cloud-Diensten
  - Vorteile für die Benutzer
    - Keine Probleme mit Lock-in und Datenschutz
  - Nachteile
    - Kosten ähnlich einer nicht-Cloud-basierten Architektur
    - Softwarequalität der freien Projekte teilweise verbesserungswürdig
- Hybride Cloud-Dienste
  - Öffentlich verfügbare und private Dienste werden gemeinsam verwendet

# Cloud Organizational View



<http://clouduser.org/2009/10/31/hybrid-cloud/>

# Cloud Computing Modelle



# Cloud Data Centers

- Wo ist „die Cloud“ ???
- Trend zu riesigen Data Centers
- Kostenvergleich small sized (ca. 1000 Server) und larger (100K Server) data center

Technology	Cost in small-sized Data Center	Cost in Large Data Center	Ratio
Network	\$95 per Mbps/month	\$13 per Mbps/month	7.1
Storage	\$2.20 per GB/month	\$0.40 per GB/month	5.7
Administration	~140 servers/Administrator	>1000 Servers/Administrator	7.1



# Hardware Development

- **High Performance Computing**
  - Cluster Computing
  - Supercomputers
  - Grid Computing
- **Towards**
  - **Commodity clusters**
    - Proliferation of inexpensive hardware
    - massive scale
  - **Microsoft Generation 4.0 Data Center Vision**
    - <http://www.youtube.com/watch?v=PPnoKb9fTkA>



# Cloud Infrastructure

## Einschub: IT für Rechenzentren

# Stromversorgung

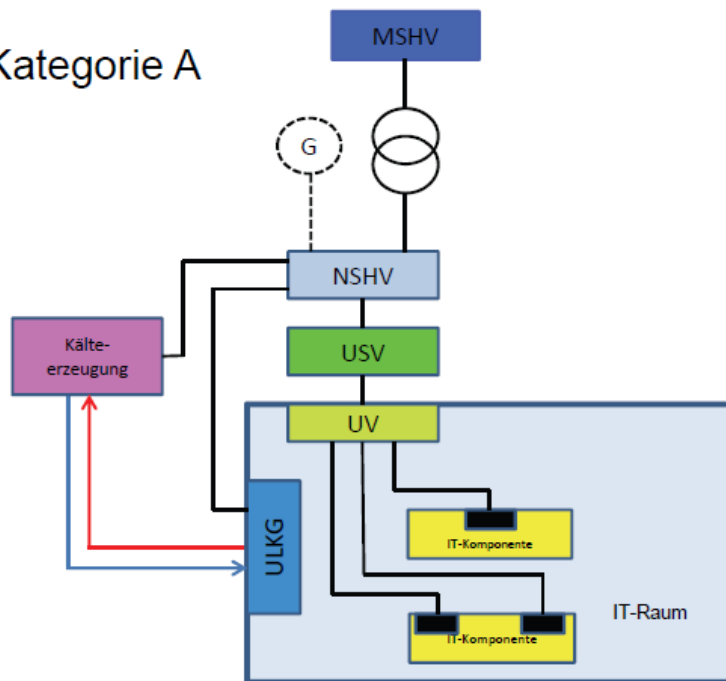
RZ Kategorie	EVU Einspeisung			zulässige RZ Ausfallzeit
	Serverschrank	Serverschrank	Rechenzentrum / Serverraum	
	bis zu 7 kW	ab 7 kW bis zu 40 kW	500 bis zu 2500 Watt/qm	
A	Standard			12 h
B	Redundante Einspeisungen			1 h
C	Redundante Einspeisungen			10 min
D	Redundante Einspeisungen von verschiedenen Umspannwerken			< 1 min

# Stromversorgung – wichtige Abkürzungen

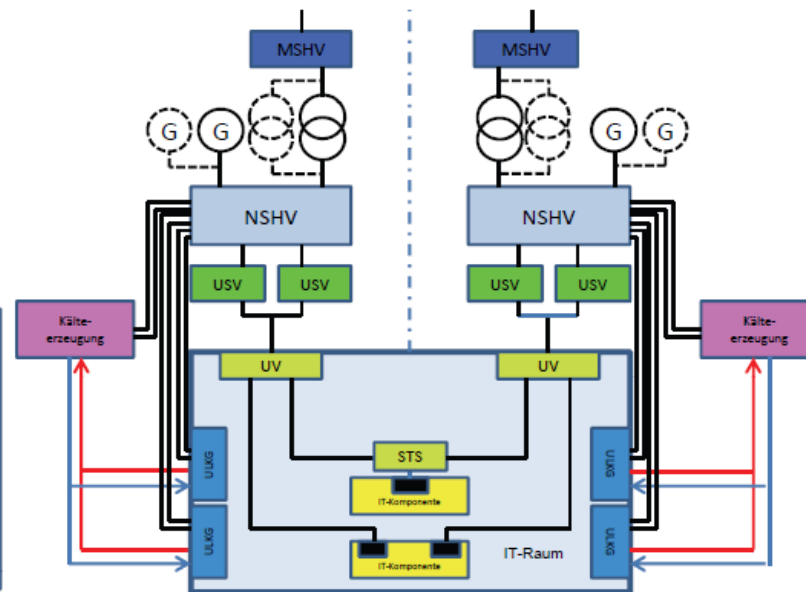
- EVU - Energieversorgungsunternehmen
- USV – Unterbrechungsfreie Stromversorgung
- MSHV – Mittelspannungshauptverteilung
- NEA – (mobile) Netzersatzanlage
- NSHV – Niederspannungshauptverteilung
- NT – Netzteil

# Stromversorgung / Klima

Kategorie A



Kategorie D



Quelle: Leitfaden Betriebssicheres Rechenzentrum – BITKOM,

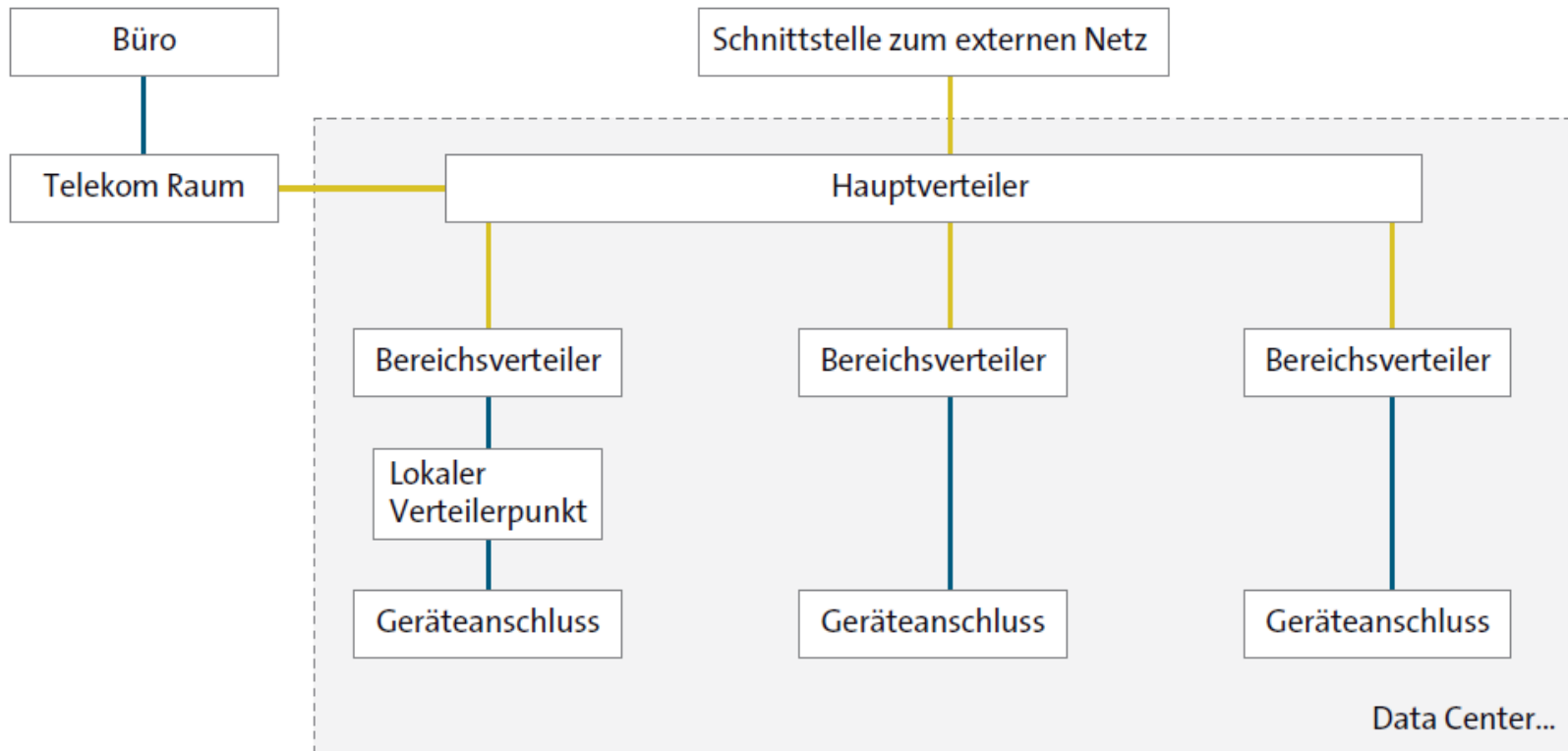
# Klimatisierung

RZ Kategorie	Klimatisierung			zulässige RZ Ausfallzeit
	Serverschrank	Serverschrank	Rechenzentrum / Serverraum	
	bis zu 7 kW	ab 7 kW bis zu 40 kW	500 bis zu 2500 Watt/qm	
A	Klimatisierung notwendig, Redundanz optional	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV-Unterstützung	Präzisionskühlung, Redundanz, Kalt-Warmgang-Trennung, ggfs. USV Unterstützung	12 h
B	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV-Unterstützung	Präzisionskühlung, Redundanz, Kalt-Warmgang-Trennung, USV Unterstützung	1 h
C	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV Unterstützung	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV Unterstützung	Präzisionskühlung, Geräte und Rohrleitungen redundant, Kalt-Warmgang-Trennung, USV Unterstützung	10 min
D	Klimatisierung notwendig, komplette Redundanz notwendig, USV Unterstützung	Klimatisierung notwendig, komplette Redundanz notwendig, USV Unterstützung	Präzisionskühlung, Geräte und Rohrleitungen redundant, Kalt-Warmgang-Trennung, USV Unterstützung, Notkühlfunktionen über ein zusätzliches Klimasystem	< 1 min

# Zentrale Gehäuseform

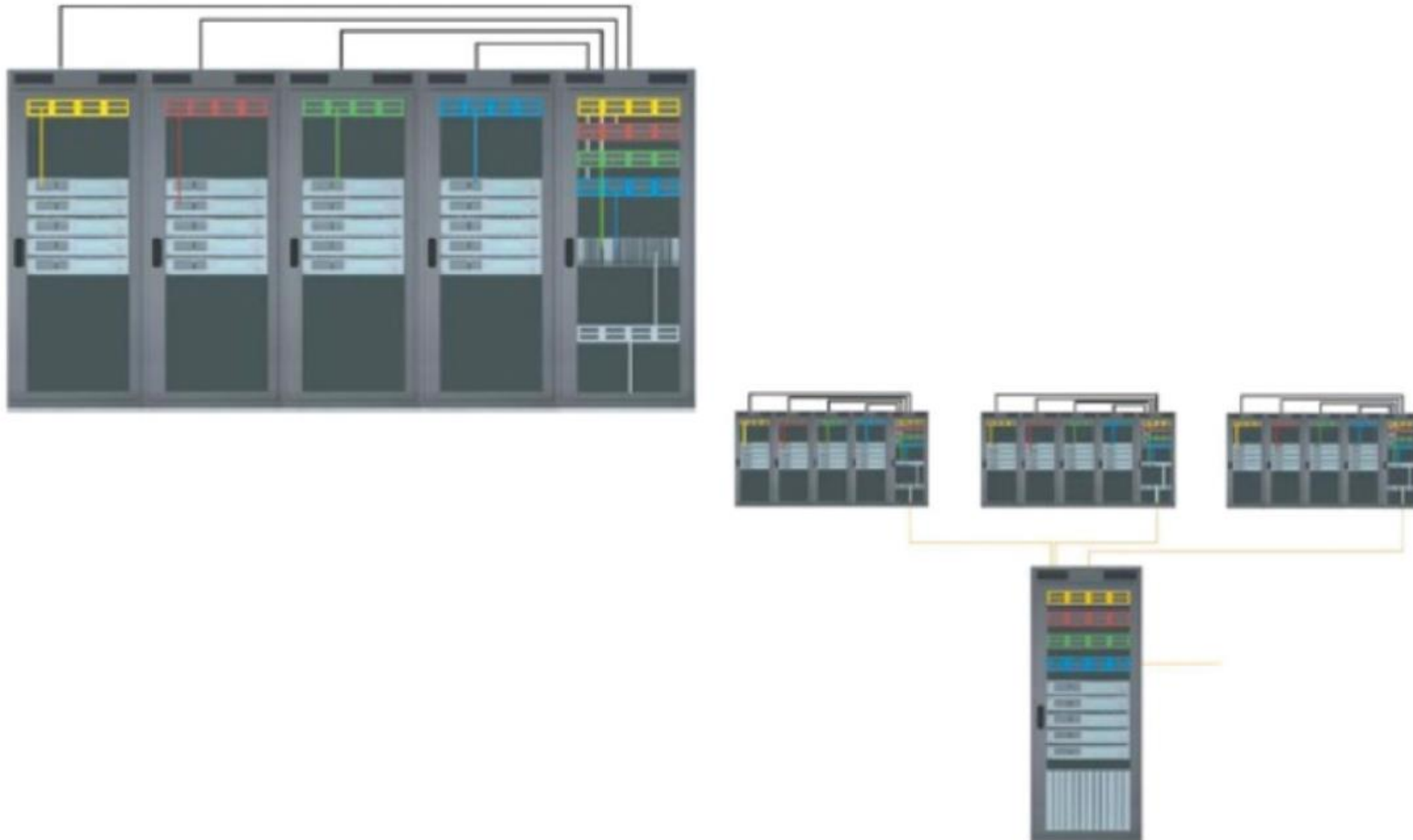
- 19" Schrank, Rack mit  $b=483$  mm, 1HE (= 44,45 mm), 20 HE ca. pro Schrank im Vollausbau
- Server
- Speicher
- Verteiler
- Netzwerkkomponenten
  - Netzwerkschränke werden wesentlich häufiger durch Umstecken belastet, als Serverschränke
  - Farbcodierungen
  - Eindeutige Beschriftungen notwendig

# Verkabelung



— Backbone Verkablung — Horizontalverkablung

# Bereichs- und Hauptverteilung





# Google Datencenter

<http://www.google.com/about/datacenters/gallery/#/>



# Sicherheit

- Physische IT-Sicherheit
  - Brandschutz
  - Schutz gegen Wasser
  - Staub
  - ...
- Zugangskontrolle / Zutrittskontrolle
  - Unterteilung des Rechenzentrums in Zonen
  - Farben geben Zonen wieder
- IT Sicherheit gegen Angriffe von außen
  - Firewalls
  - Ids – Intrusion Detection Systems

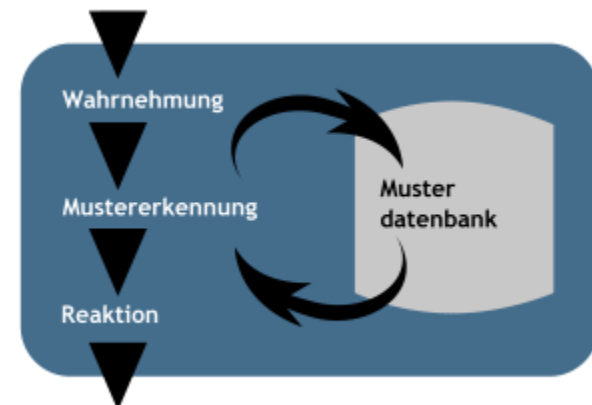
# Physische IT-Sicherheit

Sicherheits-Zonen	Funktion	Kennzeichnung (Beispiel)
1	Grundstück	weiß
2	Halböffentlicher Bereich, angrenzende Büroflächen	grün
3	Operating-Bereiche, Nebenräume der IT	gelb
4	Technische Anlagen zum Betrieb der IT	blau
5	IT- und Netzwerkinfrastruktur	rot



# Firewall / Intrusion Detection Systems

- Firewall
  - Besser „Zugbrücke“ statt „Feuerwand“
  - Schützt Rechnersystem vor unerwünschten Zugriffen von außen
  - Software-Komponente, die den Netzwerkzugriff beschränkt, basierend auf Adressen und/oder Diensten
- Intrusion Detection System
  - Angreiferkennungssystem
  - Ergänzung zur Firewall
  - Host- oder Netzwerk-basierend
- Honeypot



Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Intrusion\\_Detection\\_System](http://de.wikipedia.org/wiki/Intrusion_Detection_System), 19.11.2013

# IT-Sicherheits-Standards

- **IT-Grundschutzhandbuch** vom BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) (DE)
  - IT-Strukturanalyse
  - Schutzbedarfsfeststellung
  - Modellierung
  - Basis-Sicherheitschecks
  - Ergänzende Sicherheitsanalyse
  - Konsolidierung von Maßnahmen
- **ISO 27001**: IT-Sicherheitsverfahren – Informationssicherheits-Managementsysteme – Anforderungen

# Schutzziele der IT-Sicherheit

- Informationssicherheit: Eigenschaft von informationsverarbeitenden Systemen
  - (Informations-)Vertraulichkeit
  - Verfügbarkeit
  - (Daten-)Integrität
- Datenschutz - Anonymisierung
- Authentizität
- Verbindlichkeit

# Speichertechnik

- Lokale HDD/SSD pro Server
  - Betriebssystem
  - Ev. Virtualisierungsumgebung
- Im RZ: Datenspeicher ausgelagert auf unterschiedliche (Speicher-)Systeme
- Backup-Strategien werden erleichtert
- Grundlagen:
  - HDD/SSD
  - RAID
  - NAS

# RAID-Systeme

- Redundant Array of Independent Disks
- Mehrere Festplatten verbunden
- Datensicherheit, Redundanz
- Datendurchsatz
- Hardware / Software
- Hot-Plug-Fähigkeit (Hotplugging)



# RAID-Systeme

- Software

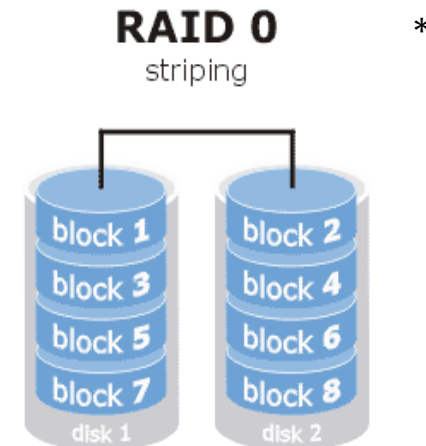
- Im Betriebssystem
- HDD-Cache
- Keine Pufferbatterie
- JBODs (Just a Bunch Of Disks)
- CPU übernimmt Festplattenzugriffe => Geschwindigkeitsvorteil

- Hardware

- Controller
- Externer Cache
- Pufferbatterie f. Cache
- Unabhängig vom Betriebssystem
- Fehlerredundanz (externes RAID)

# RAID-Systeme

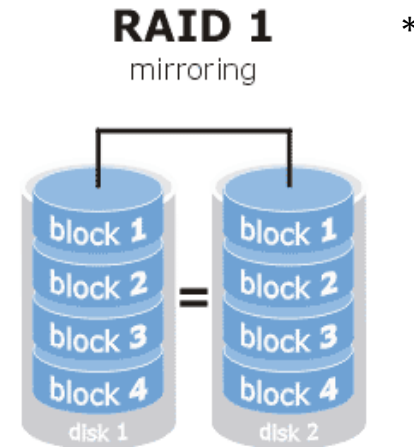
- RAID 0
  - Striping
  - Gesteigerte Transfer-raten
  - Parallele Zugriffe
  - Hohes Speichervolumen
  - Datensicherheit gering



• Quelle: <http://www.abchw.com/content/raid-0>, 21.03.2008

# RAID-Systeme

- RAID 1
  - Mirroring
  - mind. 2 HDD
  - Kleinste Platte ist das „Maß“
  - Hohe Ausfallssicherheit
  - Fehler (Schreib-oder Datenfehler) übertragen sich auf alle Platten

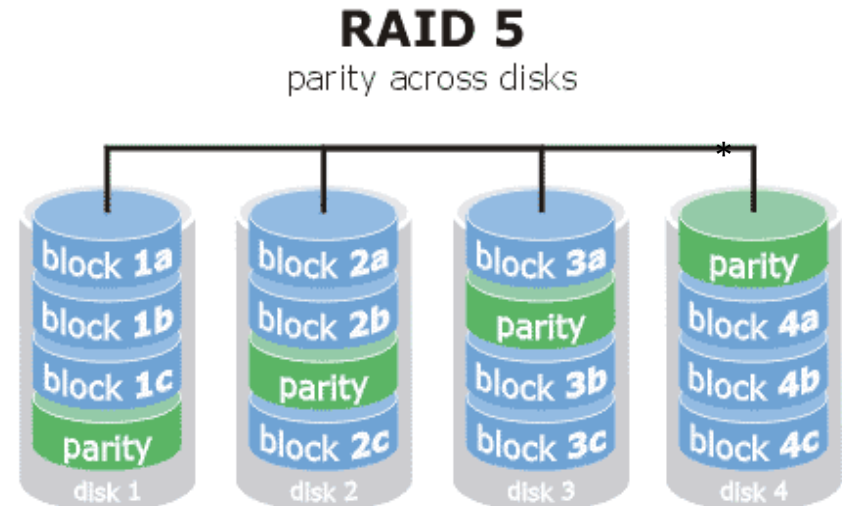


\* Quelle: <http://www.abchw.com/content/raid-1>, 21.03.2008

# RAID-Systeme

- RAID 5

- Leistung und Parität
- Redundanz
- Speichervolumen groß
- mind. 3 HDD
- Eigene Kontroller
- Besser meist RAID 10

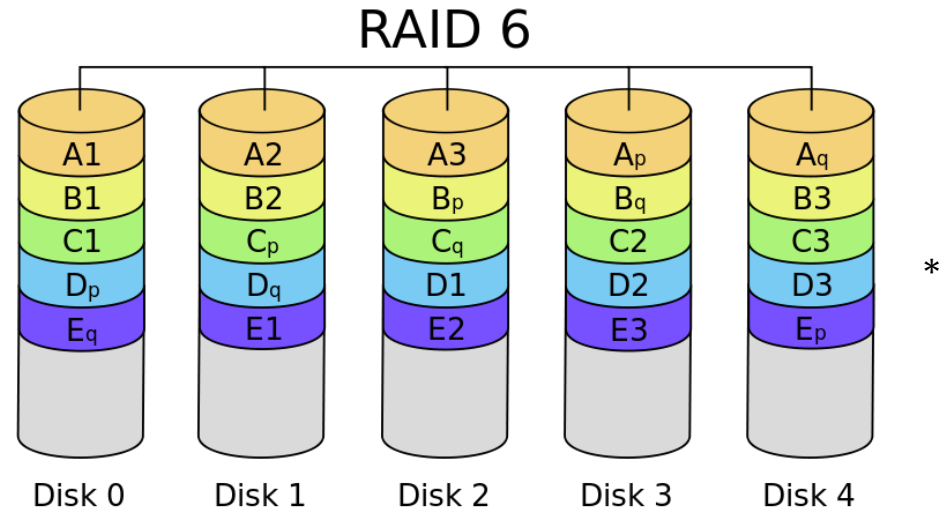


\* Quelle: <http://www.abchw.com/content/raid-5-%2526amp%3B-conclusion>, 21.03.2008

# RAID-Systeme

## ● RAID 6

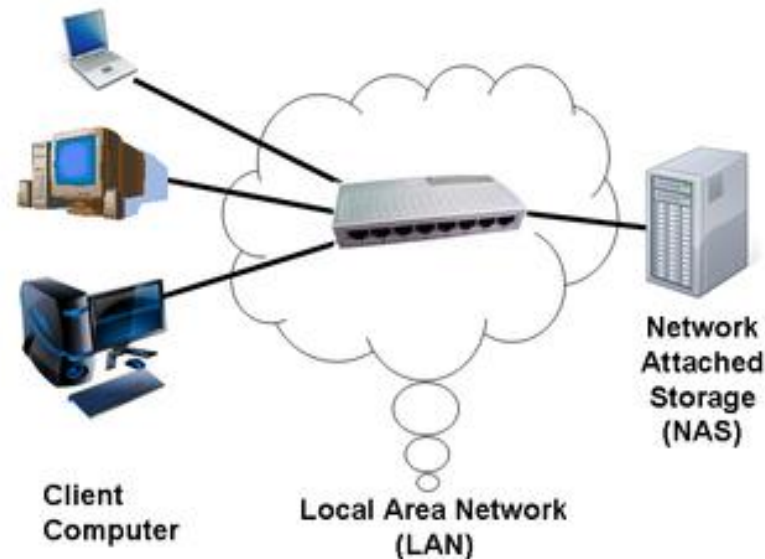
- Ähnlich zu RAID 5
- Ausfall von 2 HDDs möglich
- Leistung und Parität
- Redundanz
- Speichervolumen  
gg. Ausfallssicherheit reduziert
- Eigene Controller



\* Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Redundant\\_Array\\_of\\_Independent\\_Disks](http://de.wikipedia.org/wiki/Redundant_Array_of_Independent_Disks), 19.11.2013

# NAS – Network Attached Storage

- Bereitstellung von Speicherplatz im LAN
- Meist Dateibasiert
  - Samba
  - NFS
  - ...
- Selten Blockbasiert
  - iSCSI
  - ...
- Häufig in KMUs und Home Offices anzutreffen



\* Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Network\\_Attached\\_Storage](http://de.wikipedia.org/wiki/Network_Attached_Storage), 19.11.2013

# Speichertechnik: Schnittstellen

- SATA

- SATA I mit 1.5 Gbit/s
- SATA II mit 3 Gbit/s
- SATA III mit 6 Gbit/s
- SATA Express 8 oder 16 Gbit/s



- SCSI

- Ultra 320 mit 320 MB/s (parallel, Jahr 2002)
- Nachfolger SAS (seit 2004)

- iSCSI

- SCSI Daten werden in TCP/IP-Pakete verpackt und via IP-Netze übertragen => Netzwerk kann „Flaschenhals“ beim Datendurchsatz sein
- Blockbasierter Zugriff

# Speichertechnik: Schnittstellen

- SAS – Serial attached SCSI
  - Bis zu 12 Gbit/s Full Duplex
  - Edge Expander (Bündelt bis zu 128 Geräte auf einen Anschluss) und
  - Fan Out Expander ( $128 \times 128 = 16384$  Geräte)
  - Vorteile:
    - HDD/SSD mit 2 Anschlüssen – entweder doppelter Datendurchsatz oder redundanter Anschluss an 2 Hosts
    - SATA kompatibel
  - Nachteil:
    - Punkt zu Punkt Verbindung – Pro Drive ein Anschluss notwendig am Controller/Host



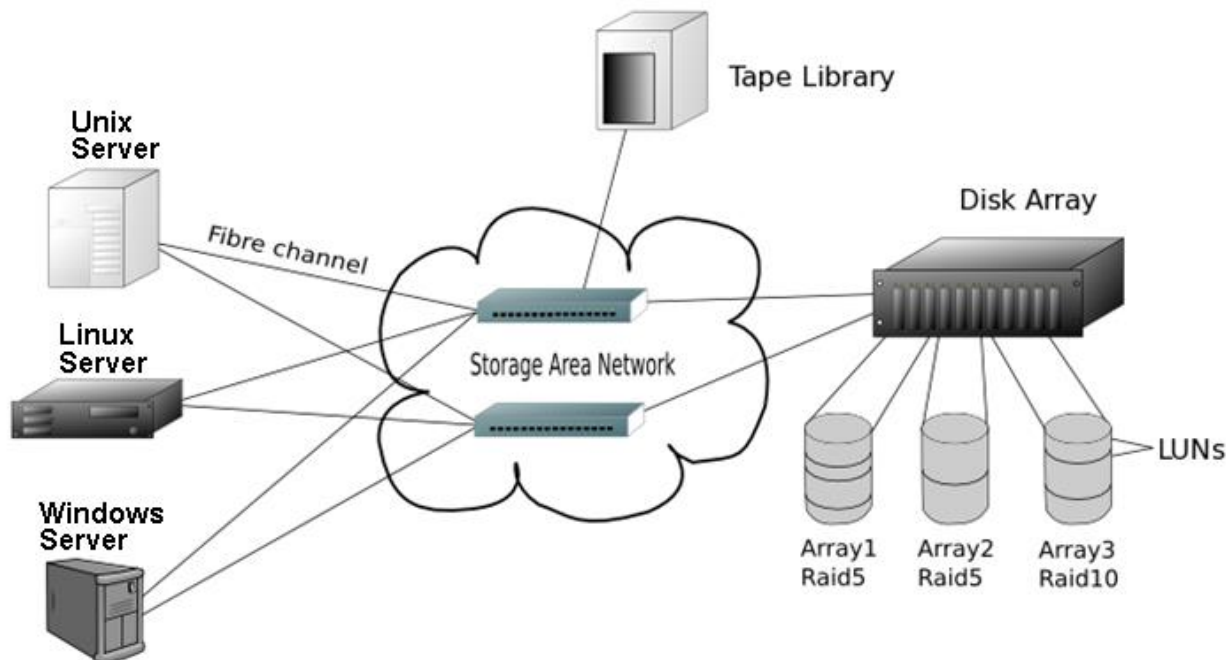
# Speichertechnik: Schnittstellen

- FC – Fibre Channel
  - Hochgeschwindigkeitsübertragung großer Datenmengen
  - Übertragungsraten bis zu 16 Gbit/s
  - Kupferkabel bis 30m
  - Glasfaserkabel bis 10km
  - Hauptanwendung: Übertragung von SCSI Befehlen
  - FC-SW: Fibre Channel Switched Fabric
    - Ähnlich zu Ethernet
    - Intelligente Switches => Bessere Auslastung des Systems
  - FCoE – Fibre Channel over Ethernet

# Speicherverwaltung im Rechenzentrum

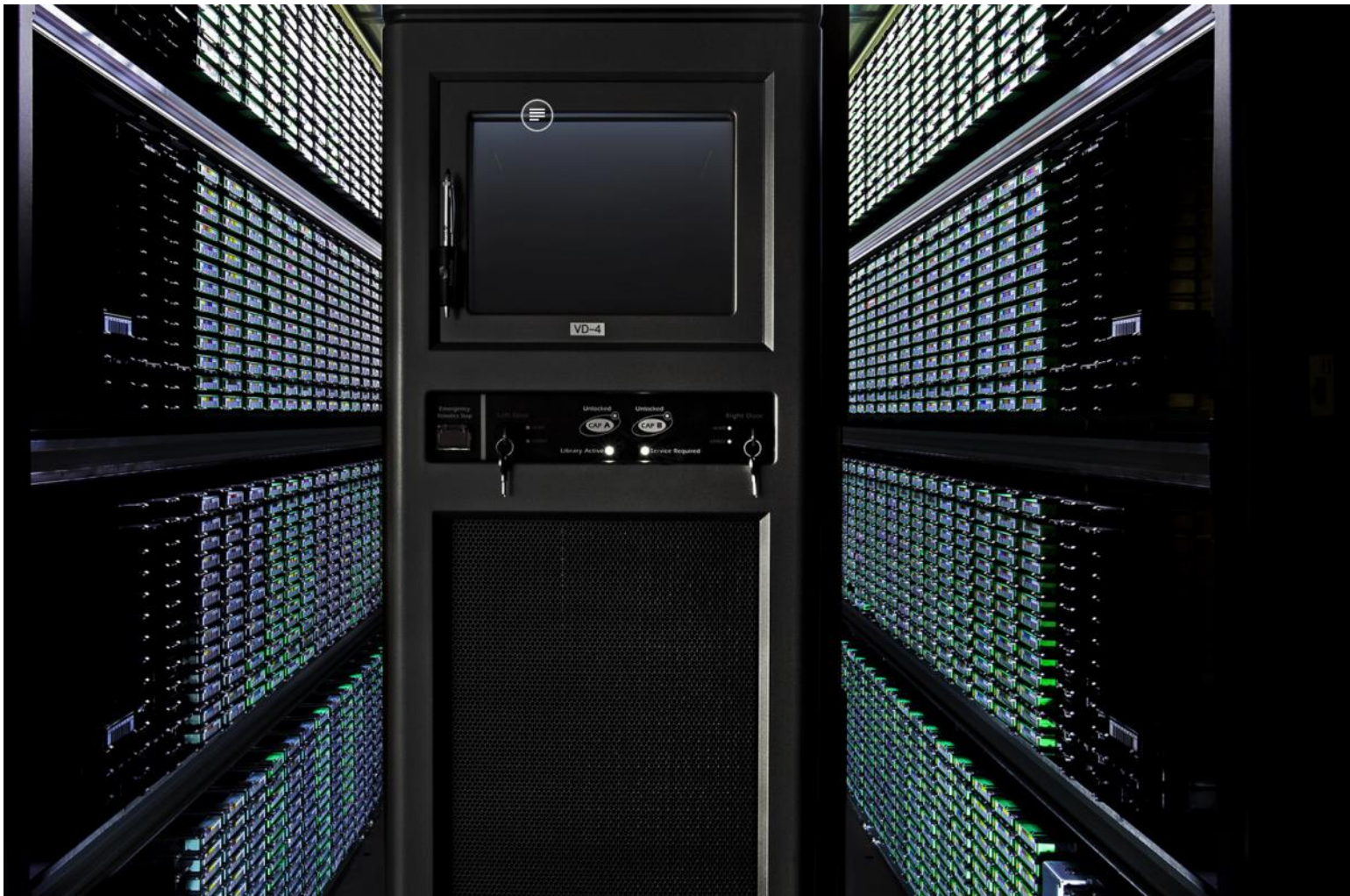
- SAN – Storage Area Network
  - Netz zur Anbindung von Disk-Arrays oder Tape-Libraries
    - Serielle, kontinuierliche Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung
    - Basierend meist auf FC, kostensparender auf IP
  - DAS – Direct Attached Storage: Speicher steht einem Server zur Verfügung
  - SAN – Viele Server können auf viel Speicher zugreifen 😊
    - Datenzugriff blockbasiert
    - Zugreifender Rechner verwaltet Zugriffe und Dateisystem
  - Beim NAS: stellt einen Dateidienst zur Verfügung

# Einfaches SAN-Schema



\* Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Storage\\_Area\\_Network](http://de.wikipedia.org/wiki/Storage_Area_Network), 19.11.2013

# Bandroboter bei Google



# Verfügbarkeit

- Wahrscheinlichkeit oder das Maß der Erfüllung bestimmter Anforderungen an ein System zu oder innerhalb eines vereinbarten Zeitrahmens
  - Bei Servern im 24x7 Betrieb und 99% Verfügbarkeit  
=> max. 87,6h Ausfall pro Jahr
  - Bei Servern im 24x7 Betrieb und 99,99% Verfügbarkeit  
=> max. 0,876h Ausfall pro Jahr
  - <http://www.uptime.de/de/support/tools/verfuegbarkeitsrechner.html>
- Erreichung durch
  - Redundanz
  - Cluster
  - Weitere technische Maßnahmen

# Möglichkeiten zur Steigerung der Verfügbarkeit

- Load Balancer
  - Lastverteilung auf mehrere parallele Systeme
  - Cluster/Verbund verhält sich nach außen wie ein einzelnes System
  - Anfragen werden vom LB verteilt
- Redundanz
  - Strom
  - Klima
  - Services
  - ...
- Cluster

# Cluster

- HPC – High Performance Computing
  - Abarbeitung von Rechenaufgaben
  - Job Management System verteilt die Aufgaben an die Knoten
- HA – High Availability
  - Cluster muss frei sein von „Single Point of Failure“.
  - Fällt ein Teil/Komponente aus, so werden die Services auf andere Teile/Komponenten migriert
  - Cluster können (geographisch) verteilt werden
  - Homogene Cluster: alles ist gleich (HW/SW)
  - Heterogene Cluster: unterschiedliche HW und SW

# Hochverfügbarkeit: Failover / Switchover

- Failover:  
ungeplanter Wechsel zwischen zwei oder n Diensten, bei einem Ausfall
  - Heartbeat zur gegenseitigen Überwachung
  - Cluster Management Software notwendig
- Switchover:  
Bewusster Wechsel zwischen zwei oder n Diensten
- Technische Redundanz muss so rasch als möglich wieder hergestellt werden!



# Management-Standards von Rechenzentren

- ITIL – IT Infrastructure Library
  - Sammlung von Best Practices
  - Umsetzung eines ITSM (IT Service Managements)
  - Inhalt: Planung, Erbringung, Unterstützung und Effizienz-Optimierung von IT-Serviceleistungen im Hinblick auf ihren Nutzen zum Geschäftsziel
  - Zertifizierungen als Person möglich
- ISO/IEC 20000
  - Norm zum IT Service Management
  - Basierend und ergänzend auf ITIL
  - Zertifizierungen als Organisation möglich
- ...

# Cloud Computing Taxonomie

- Everything as a Service (XaaS)
  - bezeichnet einen Ansatz, „alles“ als Service zur Verfügung zu stellen und zu konsumieren
  - Evolution vom Konzept „Web Service“
- **Infrastructure as a Service**
- **Platform as a Service**
- **Software as a Service (see next slides)**
- **Human as a Service**
  - Crowdsourcing: provisioning of human work (simple tasks)
- **High Performance Computing as a Service**
- **Data Intensive Computing as a Service**
- ...

# Cloud Computing Modelle

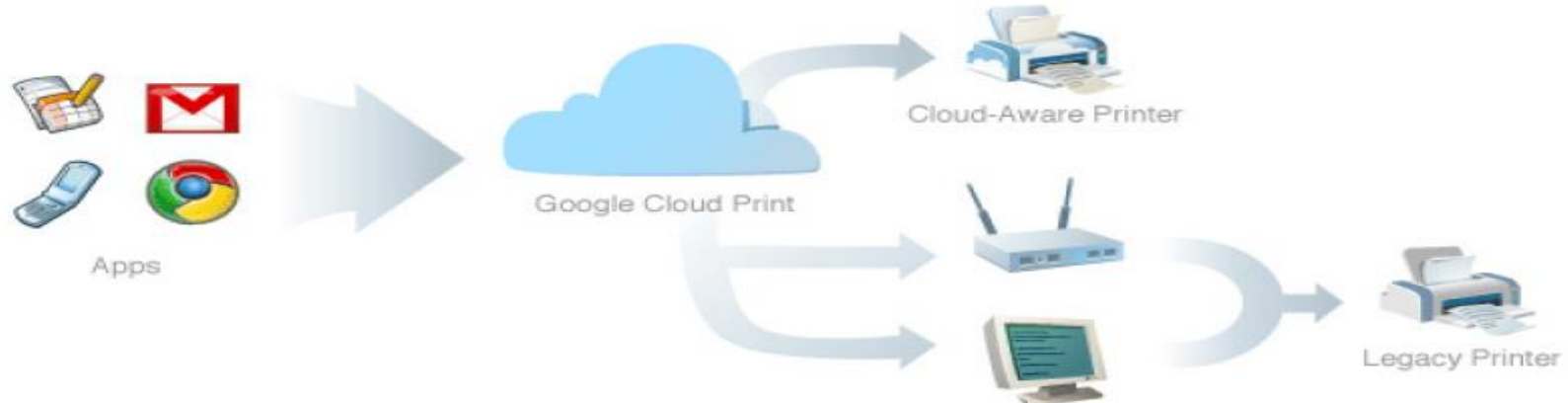
- **Software as a Service (SaaS)**
  - Webanwendungen werden durch einen Dienstleister betrieben und als Dienst zur Verfügung gestellt
  - Lokale Installation der Anwendungen ist nicht vorgesehen
  - Kunden brauchen nur einen Browser
  - Anbieter kümmert sich um Installationen, Administration und Updates
- **Platform as a Service (PaaS)**
  - Anbieter betreibt skalierbare Laufzeitumgebungen
  - Häufig werden auch Entwicklungsumgebungen angeboten
  - Anbieter unterstützen meistens 1 oder 2 Programmiersprachen
- **Infrastructure as a Service (IaaS)**
  - Kunden betreiben virtuelle Server-Instanzen mit (fast) beliebigen Betriebssystemen und unveränderten Anwendungen auf den Serverfarmen des Anbieters
  - Kunden haben innerhalb ihrer Instanzen Administratorenrechte
  - Firewall-Regeln können selbst definiert werden

# SaaS Beispiele

- Beispiele für kommerziell verfügbare Softwaredienste
  - Office 365, Google Docs, Salesforce.com, Clarizen, SlideRocket, Adobe Photoshop Express, Apple iWork.com, ...
- Beispiele für private Softwaredienste
  - Sugar und Zimbra
- Weitere Cloud Softwaredienste und Anwendungen
  - Humans as a Service (HuaaS) - Croud sourcing
  - Cloud Printing
  - Cloud Gaming
  - Cloud-Betriebssysteme

# Cloud Printing

- Google Cloud Print
  - <http://code.google.com/apis/cloudprint>
  - Für Netbooks, Touchpads usw...
  - HP bietet kompatible Drucker an
- Über eine E-Mail-Adresse lassen sich die Geräte identifizieren und als Cloud-Drucker unter Chrome OS hinzufügen
  - Nutzer sendet sein zu druckendes Dokument an den Dienst, legt die Druckeinstellungen fest und bekommt eine Rückmeldung über die erfolgreiche Ausführung des Auftrags



# Cloud Gaming

- Cloud Gaming-Dienste machen High-End Videospiele auf Low-End Geräten (ältere PCs, Fernseher, Mobiltelefone) verfügbar
  - Videospiele werden in den Serverfarmen des Anbieters ausgeführt
  - Ausschließlich die Darstellung erfolgt lokal (wird als komprimierter Videostrom übertragen)
  - Benutzereingaben werden zum Anbieter gesendet und dort ausgewertet
- Nachteile:
  - Kompression reduziert die optischen Qualität
  - Netzwerklatenzen müssen gering sein
- Positiver Nebeneffekt: Keine Raubkopien möglich 😊
- Anbieter: OnLive und Gaikai

# PaaS Beispiele

- Beispiele für kommerziell verfügbare Plattformdienste
  - Google App Engine, Windows Azure, Zoho Creator
- Beispiele für offene Plattformdienste
  - AppScale und typhoonAE
- Google App Engine
  - Webanwendungen in Python, JAVA und Google Go
  - Bis zu gewissen Quotas kostenfrei
- AppScale und typhoonAE sind freie Reimplementierungen
  - Ermöglichen den Aufbau eigener, kompatibler Plattformdienste

# IaaS

## Beispiele

- Beispiele für kommerziell verfügbare Infrastrukturdienste
  - Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), IBM Smart Cloud Enterprise, GoGrid, FlexiScale, ...
- Beispiele für offene Infrastrukturdienste
  - Eucalyptus, OpenNebula, OpenStack und Nimbus
- EC2 ist ein Dienst der Amazon Web Services (AWS)
  - Die AWS sind eine Sammlung verschiedener Cloud-Dienste
  - Abrechnung nach Verbrauch
- Eucalyptus ist eine freie Software, um AWS-kompatible Infrastrukturdienste auf Linux-Clustern aufzubauen
  - OpenNebula, OpenStack und Nimbus bieten eine vergleichbare Funktionalität



# Cloud Toolchain

<http://dev2ops.org>

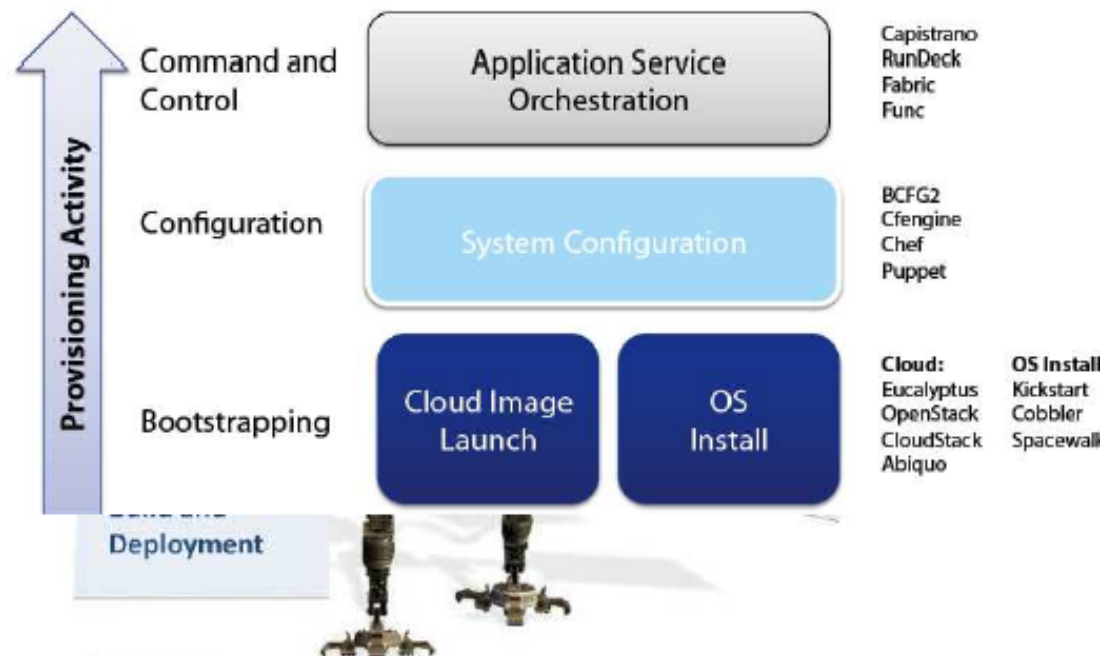
## The Toss Test!\*

An alternate (and purely hypothetical!) test to determine how successful your provisioning automation is:

1. Grab any machine, rip it out of the rack, and throw it out of the window. Can you automatically re-provision your systems and return the affected application services to their previous state in minutes? (no cheating by falling over to a standby cluster or alternate facility)
2. Grab any senior engineer and throw him or her out of the same window. Can your operations proceed as normal?

\*adapted from the "The 10th Floor Test" by by Steve Traugott ([www.infrastructures.org](http://www.infrastructures.org))

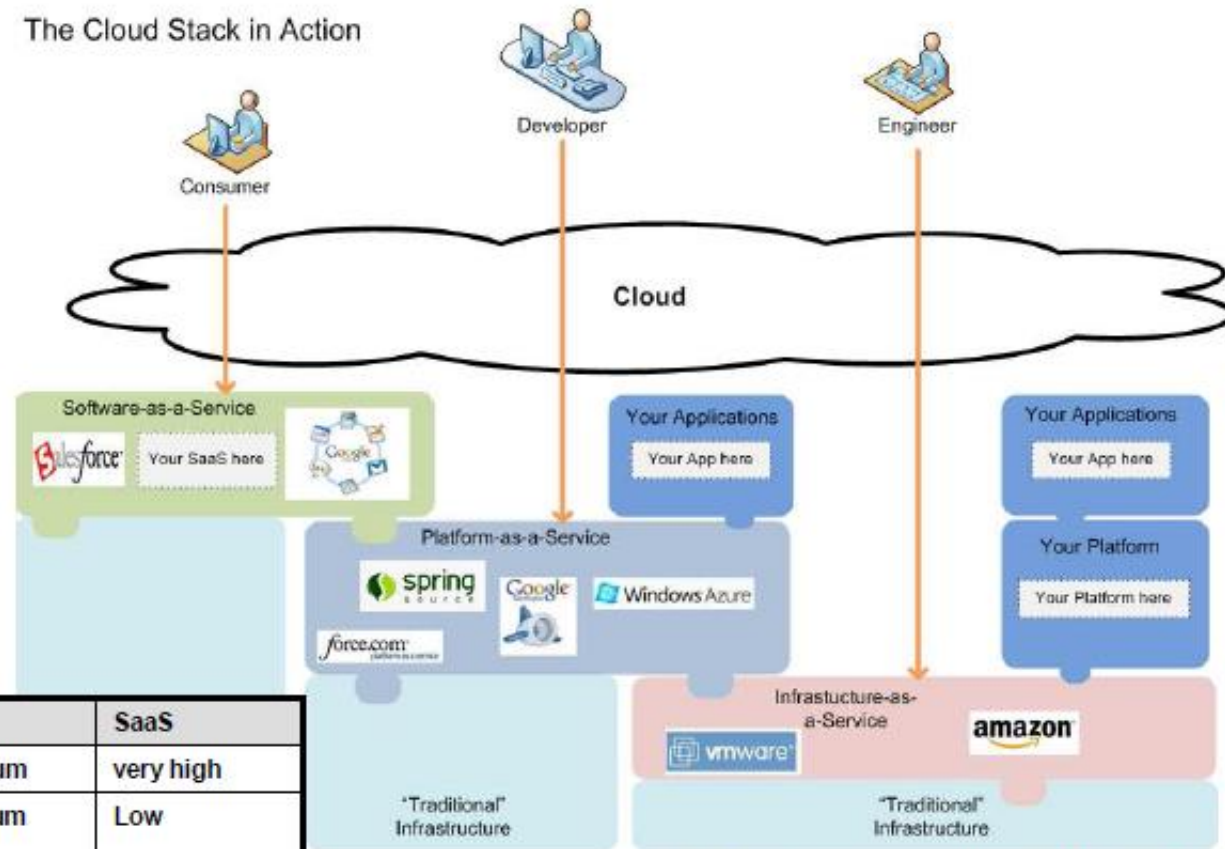
## Automated Toolchain



<http://www.slideshare.net/AmazonWebServices/building-powerful-web-applications-in-the-aws-cloud-a-love-story-jinesh-varia>

# Cloud Technical Overview

The Cloud Stack in Action



<http://www.fronde.com/blog/2010/12/cloud-architecture/>

Mario Meir-Huber, Cloud Computing –  
Praxisratgeber und Einstiegsstrategien, 2010

	IaaS	PaaS	SaaS
Abstraction	very low	medium	very high
Maintenance effort	High	Medium	Low
Adaptivity	Very high	high	Very low
Target group	IT providers Data center Developers	Developers	Consumer
Payment	Pay per use	Pay per use	Pay per use

# Cloud Computing

## Zuverlässigkeit ?

### ■ 28.2.2011

- Google verliert fast 150.000 E-Mail-Konten
- <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/0,1518,748045,00.html>

### ■ 21.4-24.4.2011

- Ausfall von Amazon EC2 Knoten US-Ostküste, Datenverlust
- <http://heise.de/-1234444>

### ■ 21.6.2011

- Dropbox akzeptierte vier Stunden lang beliebige Passwörter
- <http://heise.de/-1264100>

### ■ 8.4.2015

- Outlook.com Teilausfall
- <http://www.computerworld.com/article/2907894/outlookcom-partial-outage-stretches-to-20-hours.html>

# Cloud Computing

## Zuverlässigkeit

- <https://www.ajubeo.com/blog/top-cloud-outages-issues-2016/>
- **28.2.2017** Amazon S3 Service Disruption in the Northern Virginia (US-EAST-1) Region durch einen “Tippfehler”
  - <https://aws.amazon.com/de/message/41926/>
  - Auswirkungen <http://www.zeit.de/digital/internet/2017-03/amazon-aws-s3-cloud-ausfall-infrastruktur-internet-der-dinge>
- Portal für Cloud Service Status Check
  - <https://cloudharmony.com/status>

# Cloud Computing

## Wirtschaftliche Aspekte

- Neue Rolle „Chief Cloud Officer“ (CCO)
- Aufgabenbereiche
  - Cloud Controlling als Teil des IT Controlling
  - Demand Management
    - Interne Bedürfnisse erheben
    - Bedarf abschätzen
    - Erkennen von Synergien und Überlappungen
  - Supplier-Relationship-Management (SRM)
    - Auswahl von Angeboten und Anbietern
    - Ansprechpartner für Cloud Service Provider (CSP)
    - Effektives Risikomanagement – „Blick aufs Ganze“

# Leitfragen für den Weg in die Cloud

- **Warum** sollen Dienste aus der Cloud bezogen oder in die Cloud verlagert werden? (Ziele!)
- **Was** soll in die Cloud?
- **Welche** Risiken sind aus der Sicht des Management erlaubt, verboten oder unter bestimmten Umständen einzugehen bzw. akzeptabel?
- **Wann** soll der Schritt in die Cloud erfolgen?
- **Wer** kommt als CSP in Frage?
- **Wo** darf der Cloud-Service geografisch (nicht) angesiedelt sein?
- **Wie** soll der Schritt in die Cloud erfolgen?

## Welcher Anbieter (CSP) ist geeignet?

- Vendor Lock-In
- Reputation
  - Objektive Indikatoren
  - Subjektive Indikatoren
- Standard-Angebot des CSP
- Preis/Leistungs-Verhältnis
- Vertragsdauer
- Zuverlässigkeit
- Elastizität, Flexibilität
- Geografischer Standort
- Zertifizierungen, Audits

# Rechtliche Aspekte Inhalte eines Cloud Vertrags

- Geltendes Recht vereinbaren
  - Konfliktlösungsmechanismen
  - Gerichtsstand
  - Schiedsgerichtsvereinbarungen
- Leistungsbeschreibung
  - Art der Leistung entscheidet über Vertragstyp
  - Miet-, Dienst-, Werk- oder Leihvertraglicher Charakter
  - Arten und Charakteristika konkret beschreiben, da diese besonders relevant sind
- Service Level Agreements (SLAs)
- Nutzungsrechte



# Rechtliche Aspekte Inhalte eines Cloud Vertrags

- Change Request Verfahren
- Vergütung für CC Leistungen
- Governance und Notfall-Management
- Beendigung der Leistung, Kündigung, etc.
- ...

# Open Research Topics

- **Interoperability**

- Cloud Computing Interoperability Forum
- OGF Open Cloud Computing Interface Working Group
- Sun Cloud API

- **Portability**

- Amazon Machine Image (AMI)
- VMWare Virtual Machine Disk Image
- Open Virtualization Format (OVF)

- **Reliability & Monitoring**

- E.g.: Amazon AWS outage: 8hrs (7/08), 2 hrs (2/08), 48 hrs (10/07)
- Full transparency is needed: Cloudstatus.com

- **Data Security and Jurisdiction**

- Cloud Servers abstract where processing occurs and where your data is stored
- Software/data are subject to laws & regs. Of where they are execute & stored
- Digital Millenium Copyright Act (DMCA), ...

# Referenzen

- Baun, C., Kunze, M., Nimis, J., Tai, S.: Cloud Computing - Web-basierte dynamische IT-Services; aus der Reihe Informatik im Fokus; 2. Auflage; Springer Verlag, 2011
- GOTTFRIED VOSSEN / TILL HASELMANN / THOMAS HOEREN: Cloud-Computing für Unternehmen - Technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte; ISBN: 978-3-89864-808-0, dpunkt.verlag, 2012
- Bitkom Leitfäden Server Virtualisierung
  - [http://www.bitkom.org/de/themen/36365\\_40545.aspx](http://www.bitkom.org/de/themen/36365_40545.aspx)
- "Network Functions Virtualisation— Introductory White Paper"
- Bitkom Leitfaden für sicheres Cloud Computing
  - [http://www.bitkom.org/de/publikationen/38337\\_75420.aspx](http://www.bitkom.org/de/publikationen/38337_75420.aspx)
- Bitkom Leitfaden für betriebssichere Rechenzentren / Planungshilfe
  - [http://www.bitkom.org/de/publikationen/38337\\_77002.aspx](http://www.bitkom.org/de/publikationen/38337_77002.aspx)
- Eurocloud Leitfäden
  - <http://www.eurocloud.at/projekte/publikationen/leitfaeden.html>

# Cloud Infrastructure

## Glossar

Quelle: ["Network Functions Virtualisation— Introductory White Paper"](#)

# Glossar 1/5

**AAA** Authentication-Authorisation-Accounting

**API** Application Programming Interface (a set of routines, protocols, and tools for building software applications)

**ASIC** Application Specific Integrated Circuit

**BNG** Broadband Network Gateway

**BRAS** Broadband Remote Access Server

**BSS** Business Support System

**CDN** Content Distribution Network

**CG-NAT/NAT** Carrier Grade Network Address Translation

**CPU** Central Processing Unit

**DHCP** Dynamic Host Configuration Protocol

**DNS** Domain Name Service

**DPDK** Data Plane Development Kit

## Glossar 2/5

**DPI** Deep Packet Inspection

**DSL** Digital Subscriber Line (typically ADSL2/+, VDSL2, G.fast)

**EMS** Element Management System

**EPC** Evolved Packet Core

**ETSI** European Telecommunications Standards Institute

**HSS** Home Subscriber Service

**HV** Hypervisor

**I/O** Input/Output

**IMS** IP Multimedia System

**IPR** Intellectual Property Rights

# Glossar 3/5

**IPSec/SSL** IP Security/ Secure Sockets Layer

**IPv6** Internet Protocol version 6

**ISG** Industry Specification Group

**ISSU** In Service Software Upgrade

**IT** Information Technology

**KVM** Kernel based Virtual Machine

**LAN** Local Area Network

**LB** Load Balancer

**M2M** Machine-to-Machine communications

**MME** Mobility Management Entity

**MVNO** Mobile Virtual Network Operator

**NFV** Network Functions Virtualisation

**NGN** Next Generation Network

**NIC** Network Interface Controller

**NMS** Network Management System

# Glossar 4/5

**OAM** Operations Administration & Maintenance

**OGF** Open Grid Forum

**ONF** Open Networking Foundation

**OpenFlow** Specifications developed by the Open Networking Foundation

**OpenNaaS** Specifications developed by the OpenNaaS community

**OpenStack** Specifications developed by the OpenStack Foundation

**OSS** Operations Support System

**PDN-GW** Packet Data Network Gateway

**PE** Router Provider Edge Router

**PoP** Point of Presence

**QoE** Quality of Experience

**SBC** Session Border Controller

**SDN** Software Defined Network

**SDO** Standards Development Organisation



# Glossar 5/5

**SGSN/GGSN** Serving GPRS support node/Gateway GPRS support node

**SLA** Service Level Agreement

**TCP** Transmission Control Protocol

**VM** Virtual Machine

**VMWare** Proprietary Hypervisor

**VNA** Virtualised Network Appliance

**VPN** Virtual Private Network

**vswitch** Any Ethernet switch implemented in software alongside or inside a hypervisor.

**WAN** Wide Area Network

**Xen** Proprietary Hypervisor