

# Cloud Computing

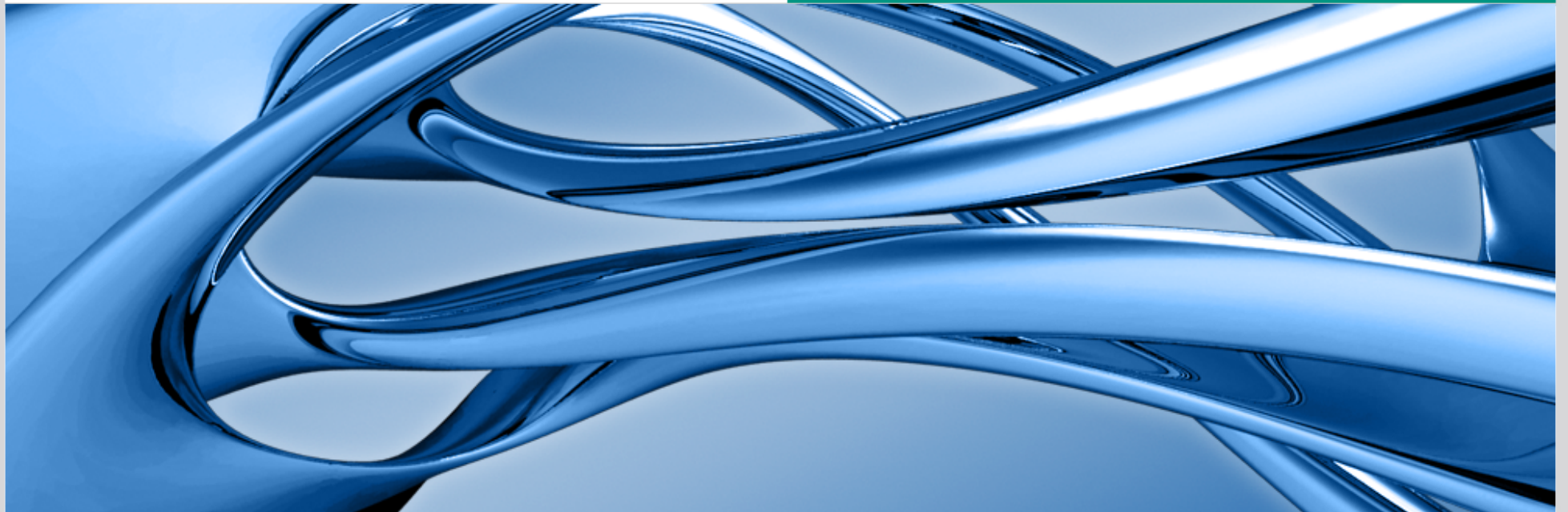
Dr. Marcel Kunze  
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)  
Steinbuch Centre for Computing (SCC)



Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

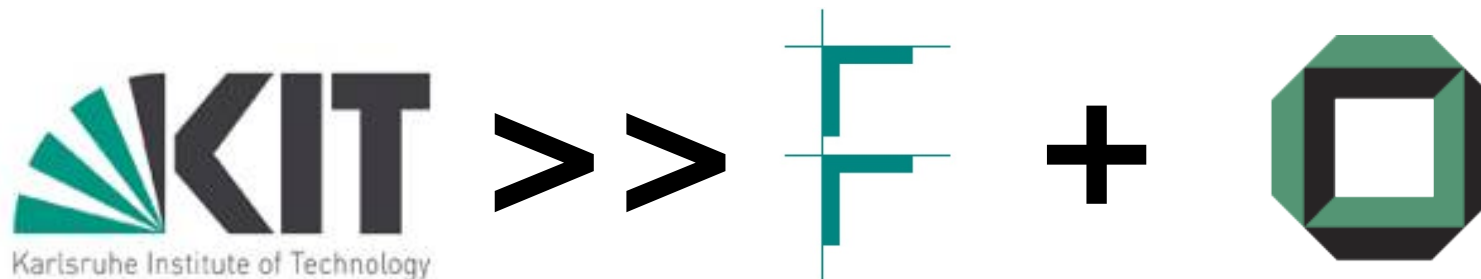


Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825



# Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

- Kooperation von Forschungszentrum Karlsruhe und Universität Karlsruhe
- Erfolgreiches Zukunftskonzept in der Exzellenzinitiative
- Größte Wissenschaftseinrichtung in Deutschland
- Schwerpunkte: Energieforschung und Nanotechnologie
- 8000 Wissenschaftler, 18000 Studierende
- Jahresbudget: 0.7 Milliarden Euro



# Steinbuch Centre for Computing (SCC)

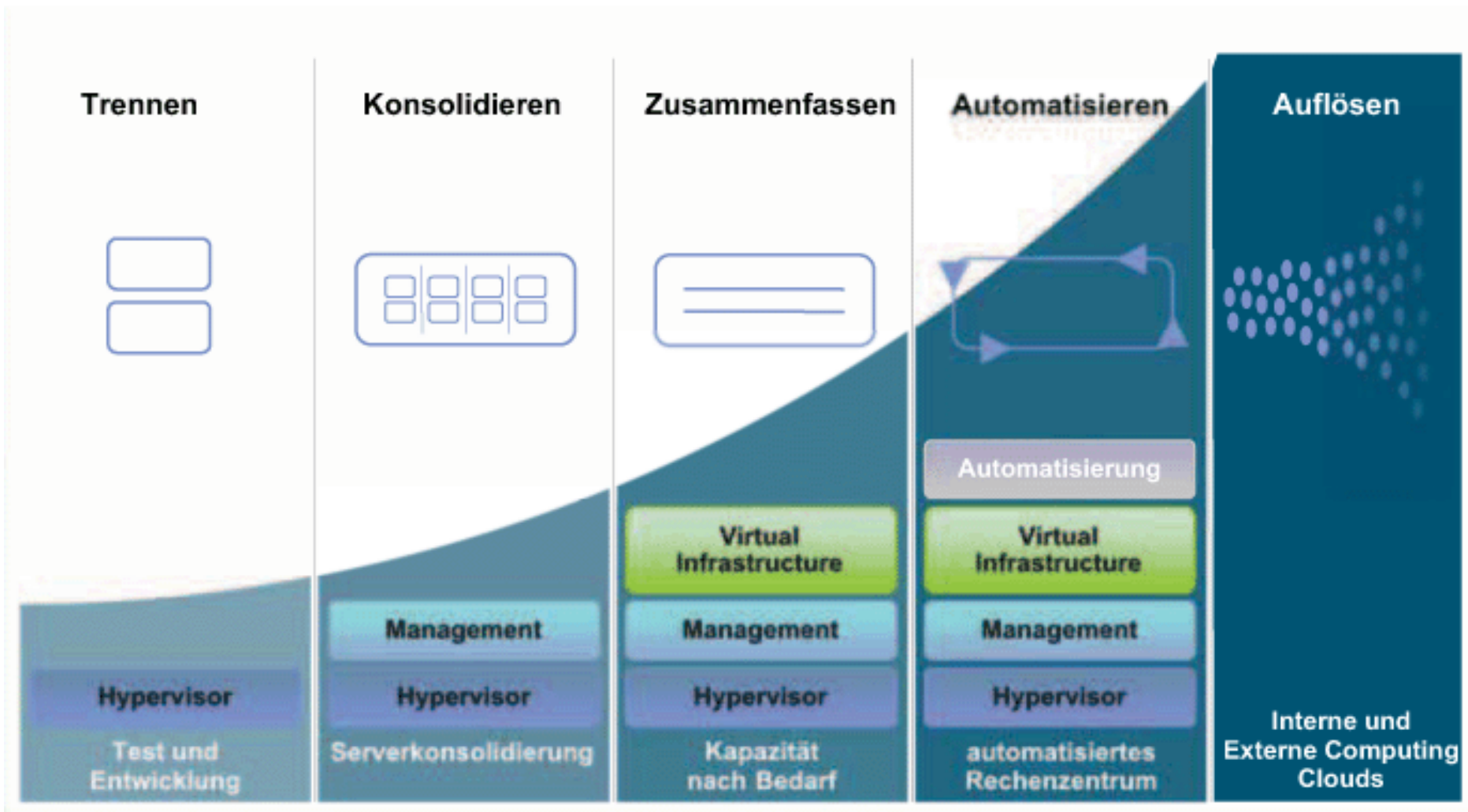
- Zusammenschluss der beiden KIT Rechenzentren (Universität und Forschungszentrum)
- Vision: Führendes europäisches Datenzentrum in der Wissenschaft
- Herausforderungen:
  - Integration der Anwendungslandschaften
  - Etablierung einheitlicher Geschäftsprozesse
  - Konsolidierung der Infrastruktur
- Lösungsansatz: Einrichtung neuer Querschnittsabteilungen zusätzlich zu den klassischen IT-Abteilungen
  - IT-Security und Service-Management (ISM)
  - Integration und Virtualisierung (IVI)



# Agenda

- **Was ist Cloud Computing?**
- **Das OpenCirrus™-Projekt**
- **Cloud Geschäftsmodelle und Anwendungen**
- **Management von Risiken, Sicherheit und Datenschutz**
- **Blick in die Zukunft**

# Phasen der Effizienzsteigerung



Quelle: VMWare

# Cloud Computing: Ein neuer Hype ?



Grid Computing, Cloud Computing

Search Trends

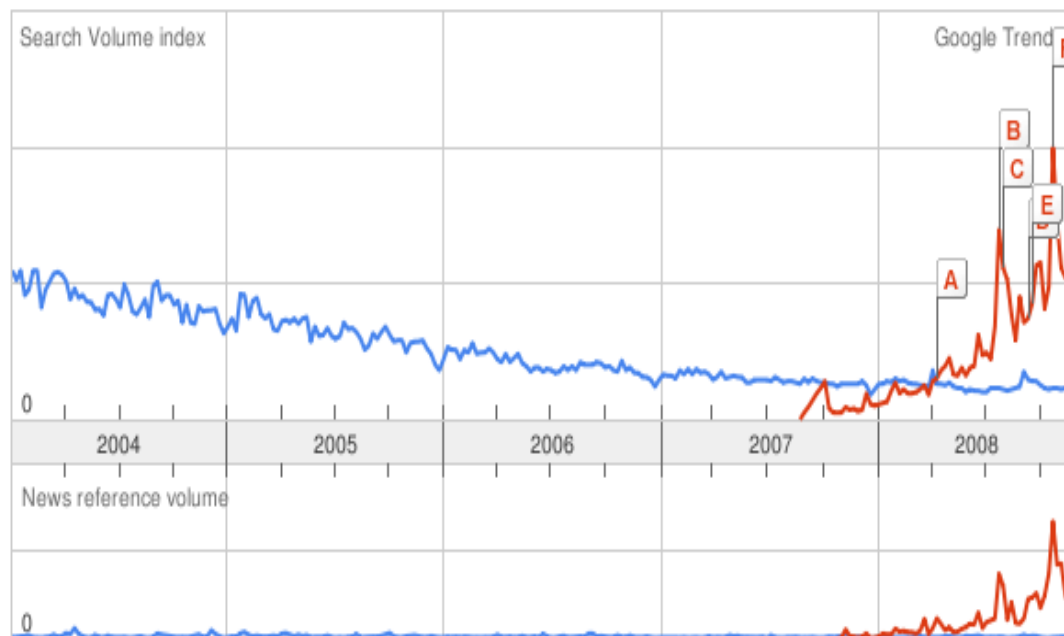
Tip: Use commas to compare multiple search terms.

[Sign in](#)

Searches [Websites](#)

All regions

● grid computing ● cloud computing



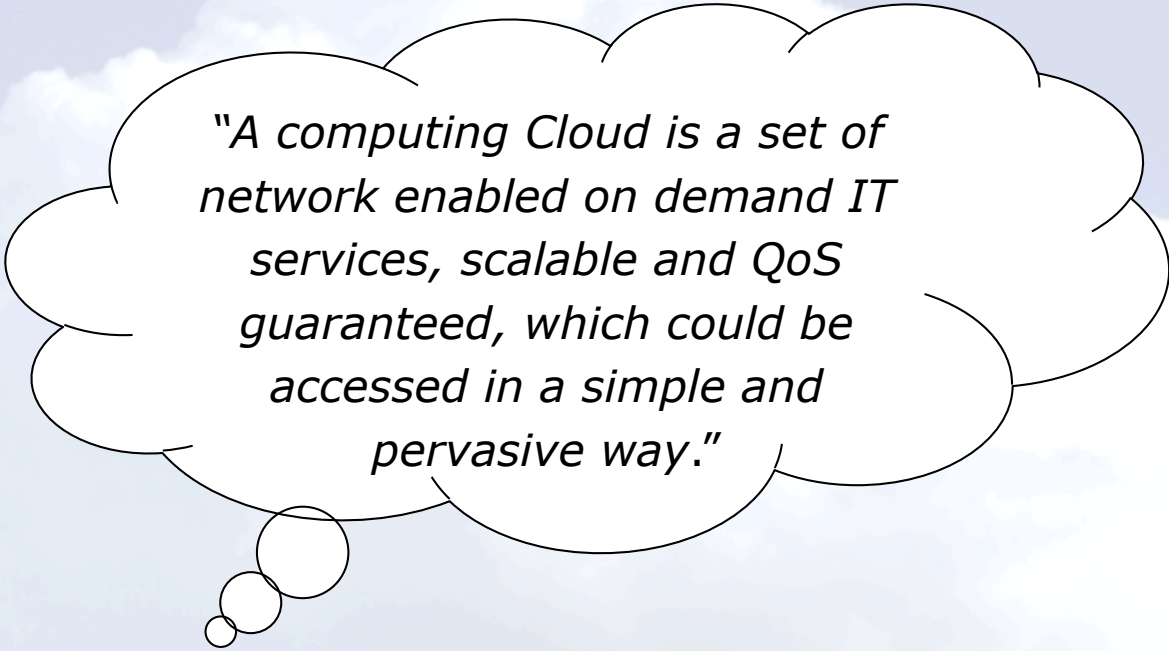
- A [Google and Salesforce.com in cloud computing deal](#)  
Siliconrepublic.com - Apr 14 2008
- B [Yahoo, Intel and HP form cloud computing labs](#)  
Reseller News - Jul 29 2008
- C [How Cloud Computing Is Changing The World](#)  
Pittsburgh Channel.com - Aug 4 2008
- D [Citrix Unveils Cloud Computing Strategy and Product Line](#)  
Business Wire (press release) - Sep 15 2008
- E [IBM launches four new cloud computing centers](#)  
InfoWorld - Sep 24 2008
- F [Cloud Computing Expo: Swiss Post First to the Cloud](#)  
Sys-Con - Oct 28 2008

# Was ist Cloud Computing ?

- Es gibt keine allgemein verbindliche Antwort !
- **Skalierbar:** Komplexe Workloads können zerlegt und in adaptiven Infrastrukturen ausgeführt werden
- **Flexibel:** Unterstützung einer Vielzahl verschiedener Workloads – sowohl Consumer als auch Business
- **Vollautomatisch:** Bereitstellung von Ressourcen on-Demand
- **Business Modell:** Utility Computing, Pay-per-use, Pay-as-you-go

# Was ist Cloud Computing (funktional) ?

- **Service Orientierte Architektur:** Dynamisches Provisionieren von Ressourcen über Web-Service Schnittstellen
- **Virtuell:** Beliebige, wunschgemäÙe Sicht auf Ressourcen. Lokation und Art der Ressourcen sind für den Nutzer transparent.

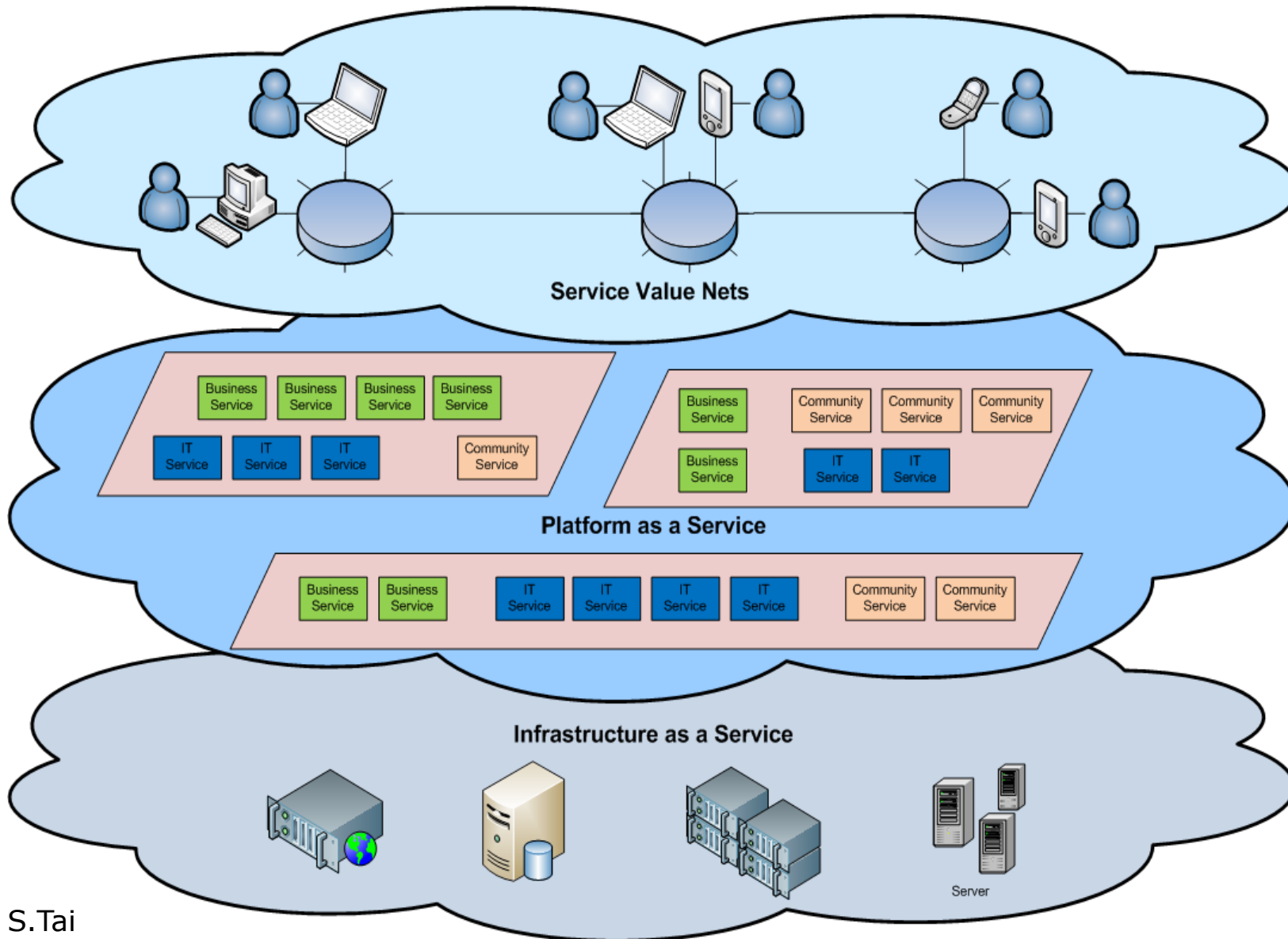


*"A computing Cloud is a set of network enabled on demand IT services, scalable and QoS guaranteed, which could be accessed in a simple and pervasive way."*

**Web Services + Virtualisierung = Cloud Computing**



# Cloud Architektur: Everything as a Service



Quelle: S.Tai

# Cloud Computing: IT-Modell mit Zukunft



Grid Computing, Cloud Computing

Search Trends

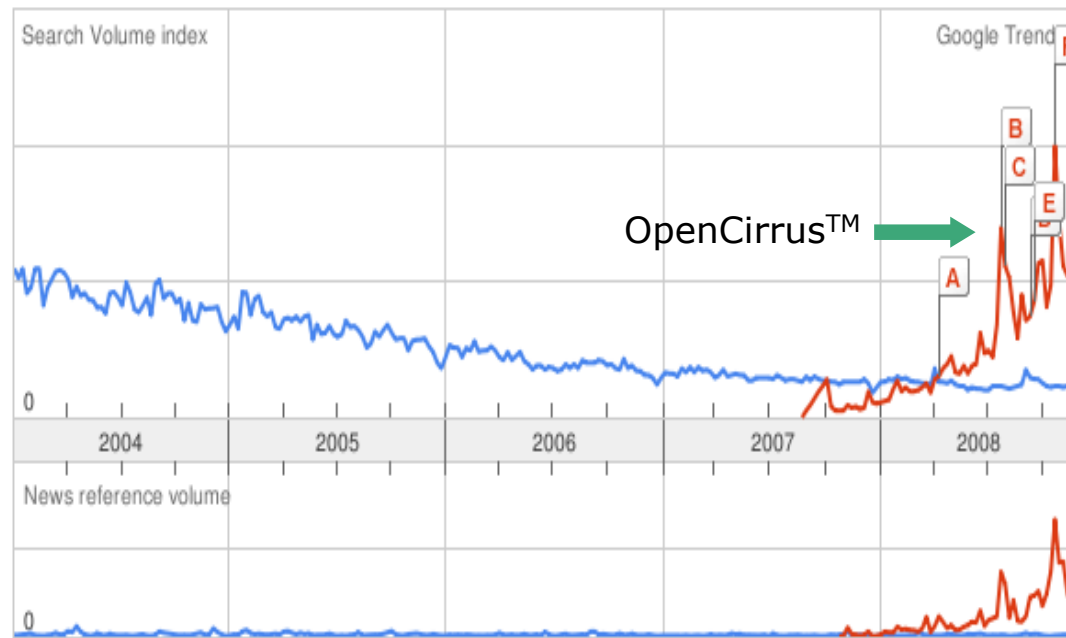
Tip: Use commas to compare multiple search terms.

[Sign in](#)

Searches [Websites](#)

All regions

● grid computing ● cloud computing



- A [Google and Salesforce.com in cloud computing deal](#)  
Siliconrepublic.com - Apr 14 2008
- B [Yahoo, Intel and HP form cloud computing labs](#)  
Reseller News - Jul 29 2008
- C [How Cloud Computing Is Changing The World](#)  
Pittsburgh Channel.com - Aug 4 2008
- D [Citrix Unveils Cloud Computing Strategy and Product Line](#)  
Business Wire (press release) - Sep 15 2008
- E [IBM launches four new cloud computing centers](#)  
InfoWorld - Sep 24 2008
- F [Cloud Computing Expo: Swiss Post First to the Cloud](#)  
Sys-Con - Oct 28 2008

## ■ Cloud Computing Forschung und Entwicklung: OpenCirrus™ Projekt

## HP, Intel, Yahoo Join Government, Academia In Cloud Computing Research

Each of the founding members will host a cloud-computing infrastructure largely based on HP computers and Intel processors in six data centers.

By Antone Gonsalves, [InformationWeek](#)

July 29, 2008

URL: <http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=209800449>

Hewlett-Packard, Intel, and Yahoo on Tuesday said they have joined government and academia in launching a global, multi-data center test bed for experimentation and research in cloud computing, which many experts believe will be the dominant IT delivery model of the future.

The [initiative aims at building a computing network](#) comprised of six data centers spanning three continents. The idea is to have a large-scale [platform](#) for testing all technology -- hardware and [software](#) -- related to delivering application services over the Internet.

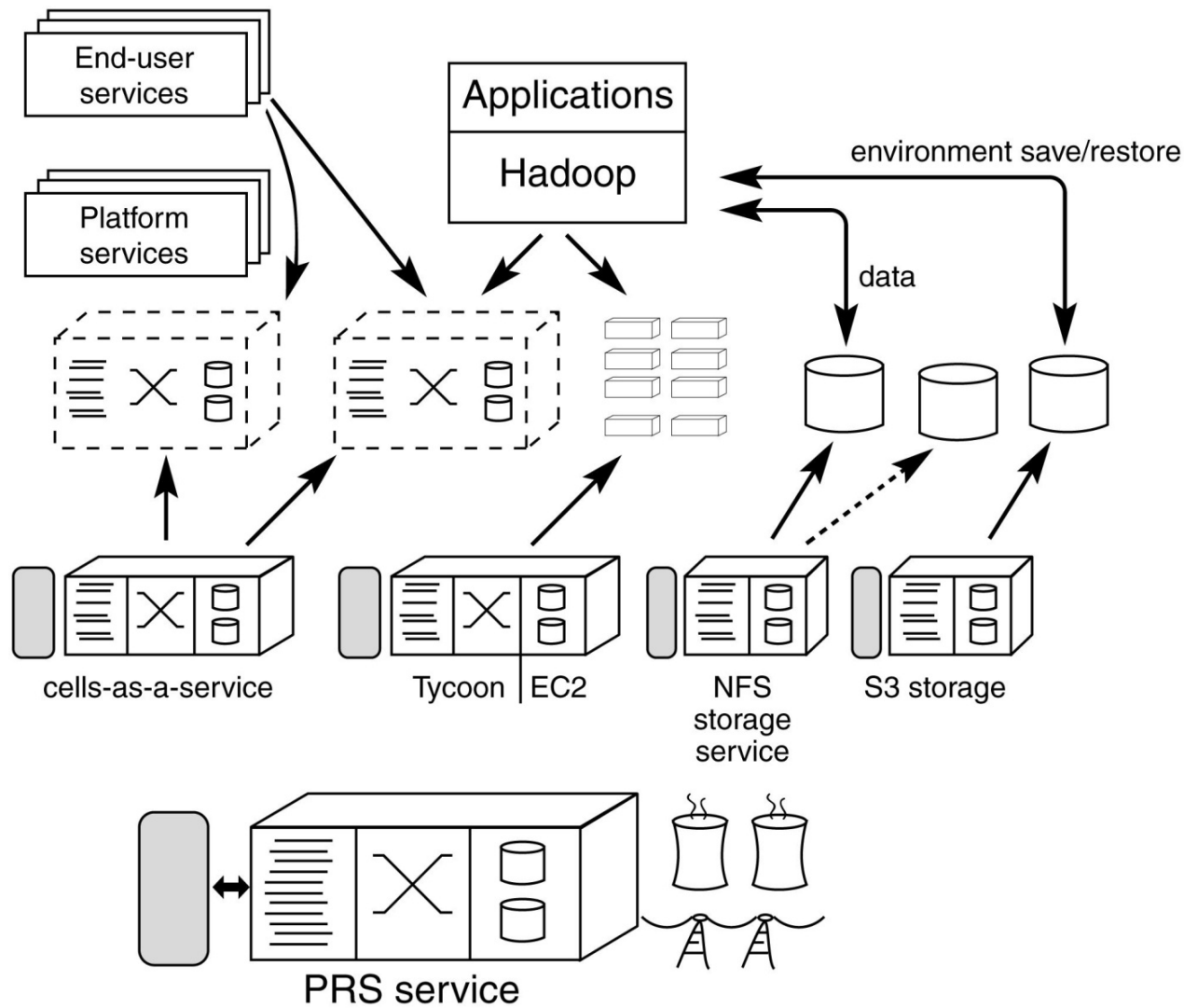
"This is a global collaboration that spans the industry, spans academia and government," Prith Banerjee, senior VP for research at HP, told reporters during a teleconference held by the three founding companies.

# Das HP-Intel-Yahoo! OpenCirrus™-Projekt

- Eine offene, globale Testumgebung für Cloud Computing Forschung und Entwicklung
  - Kollaborative Forschung
  - Fokus: RZ Management & Cloud Services
- Ressourcen
  - Ein multi-kontinentales Cloud Computing System
  - “Centers of Excellence”
    - Jedes mit 1024–4096 CPU Cores und bis zu ~2PB Speicher
    - Ausgestattet mit Cloud Service Software-Komponenten
- Organisationsstruktur: Föderativ
  - Sponsor: HP Labs, Intel Research, Yahoo!
  - Partner: UIUC, Singapore IDA, KIT, NSF
  - Member: Forscher und Entwickler
- Informationen unter <http://opencirrus.org>



# Physische und Virtuelle Resource Sets



**Anwendung**

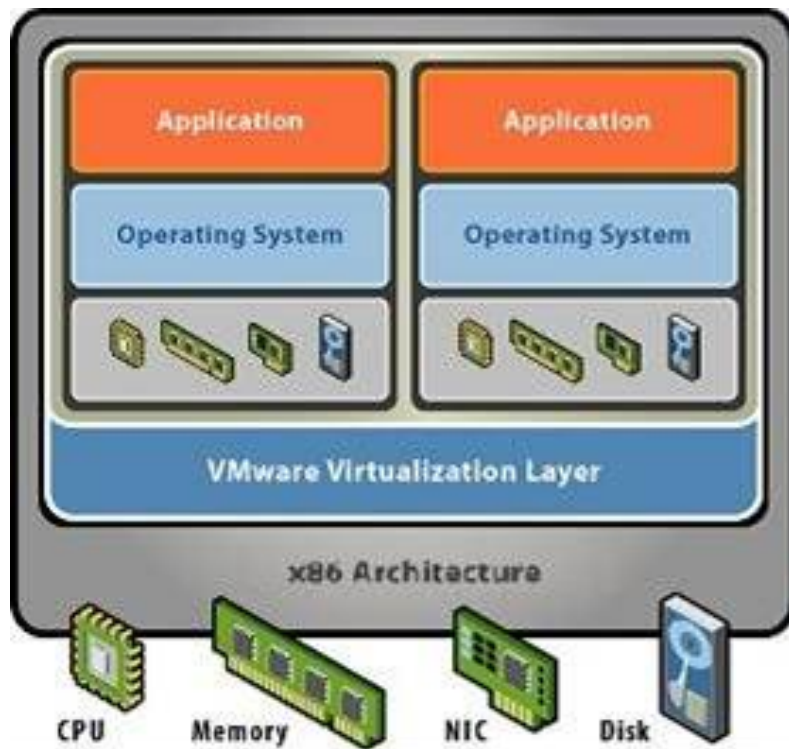
**Virtuelle Resource Sets (VRS)**

**Cloud Services**

**Physische Resource Sets (PRS)**

Quelle: HP Invent

# Virtualisierung von Ressourcen als Basis



- Virtuelle statt physische Ressourcen
- Abstrakte Sicht statt physische Sicht auf Infrastruktur
- Partitionierung
  - Ressource-Pools statt Hardware
  - Mehrere Betriebssysteme auf einem Server
- Isolierung
  - Keine Beeinflussung zwischen Virtuellen Maschinen
- Kapselung
  - Speichern von Virtuellen Maschinen in einem File

Quelle: VMWare

# Virtualisierung von Ressourcen als Basis

- Server- und PC-Konsolidierung: Bessere Energie-Effizienz
  - Auf aktuelle Serverblades passen bis zu 40 aktive Server-Instanzen
- Erhöhung der Verfügbarkeit
  - Migration von Servern im laufenden Betrieb
- Definition von Service-Qualitäten (QoS, SLA)
  - Vereinbarung und Überwachung von Service-Garantien
- Überbuchung von Ressourcen (Thin Provisioning)
  - Entkopplung von Anforderung und Bereitstellung
  - Neuerdings auch Deduplizierung von Speicher
- Logische Sicht auf Ressourcen-Pools erleichtert Management
  - Kapazitätsmanagement statt Infrastrukturmanagement
  - Weitgehende Automatisierung der Services
  - Vollautomatisierung der IT-Infrastruktur: Dark Data Center

# Next Generation Data Center: Virtuell

- Virtualisierung der Ressourcen auf Basis von standardisierten Komponenten
  - Server
  - Datenspeicher
  - Netzwerk
  - Software
- Autonomes und adaptives Ressourcen-Management mit
  - Automatischer Problemlösung
  - Intelligenten Agenten
- Virtuelle Infrastruktur
  - Konzept behandelt **alle** Aspekte der IT
  - Basiert auf Service Orientierten Architekturen






# Cloud Markt und TCO

## ■ Cloud Markt

- Nahezu alle großen ITK-Unternehmen arbeiten an Cloud-Angeboten
- Nahezu alle Rechenzentren und Anwender sind potenzielle Kunden
- Durch massiven Ausbau von Kapazität wird ein sehr günstiges Preis/Leistungsverhältnis erreicht

## ■ Total Cost of Ownership

- Wann lohnt es sich, die Cloud statt lokaler Infrastruktur zu nutzen?
- Untersuchung von Nutzungs- und Lastprofilen
  - Dauernutzung 
  - Sporadische Nutzung 
  - Abfedern von Lastspitzen 

# Geschäftsmodelle und Anwendungen

- Utility Computing
  - Dynamische Bereitstellung von Ressourcen
  - Abrechnung: Pay-per-use (z.B. GHz-Stunden, GB-Stunden)
  - **Generell: Wandlung von Fixkosten in variable Kosten**
    - ➔ **Dadurch betriebswirtschaftlich sehr interessant !**
  
- Aktuelle Preise (Beispiel: Amazon Web Services)
  - CPU-Stunde: 10 Cent pro virt. Server („small instance“)  
1.2 GHz Xeon, 1.7 GB RAM, 160 GB Disk
  - Gigabyte-Monat: 18 Cent pro GB permanentem Datenspeicher
  - Gigabyte-Transfer: 10 Cent in, 17 Cent out

# Amazon Web Services – Ein kommerzieller Erfolg

Welcome to the new Amazon Web Services Solutions Catalog. Developers are constantly innovating with Amazon Web Services to build software that empowers a multitude of audiences. The Amazon Web Services Solutions Catalog is a venue where businesses, consumers, Amazon Associates, Sellers, and other developers can find AWS-based solutions that meet their needs.

If you are an AWS Developer, visit the Amazon Web Services Developer Connection to [submit your solution to the Solutions Catalog](#).

## Solutions for...

- [Amazon Associates](#)
- [Developers](#)
- [Businesses](#)
- [Amazon Sellers](#)
- [Consumers](#)

## Browse by Service

- [Amazon Associates Web Service \(formerly Amazon ECS\)](#)
- [Amazon Elastic Compute Cloud \(Beta\)](#)
- [Amazon Flexible Payments Service \(Beta\)](#)
- [Amazon Fulfillment Web Service](#)
- [Amazon Mechanical Turk \(Beta\)](#)
- [Amazon SimpleDB \(Beta\)](#)
- [Amazon Simple Queue Service](#)
- [Amazon Simple Storage Service](#)
- [Alexa Site Thumbnail](#)
- [Alexa Top Sites](#)
- [Alexa Web Information Service](#)
- [Alexa Web Search](#)

## Whats New

- ▶ [Integrify S3 Workflow](#)
- ▶ [LiveLeader](#)

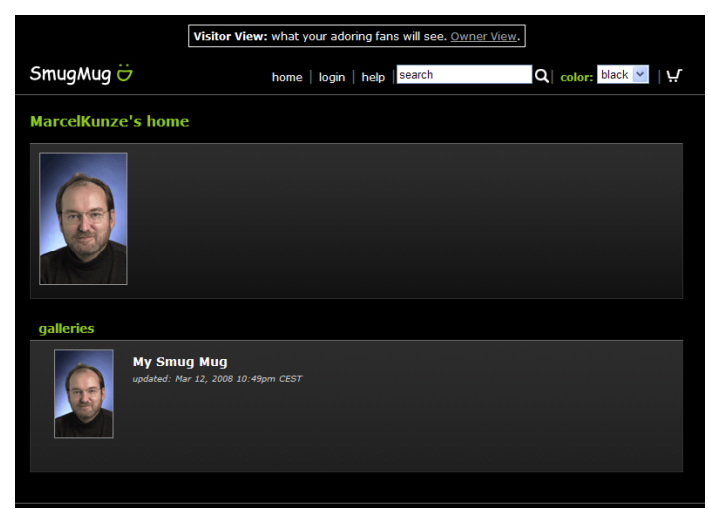
## Popular Views

- ▶ [Bucket Explorer - A User Interface for Amazon S3](#)
- ▶ [SendAlong.com](#)
- ▶ [Amazon Products Feed](#)
- ▶ [InfiniteBits](#)
- ▶ [Wufoo](#)

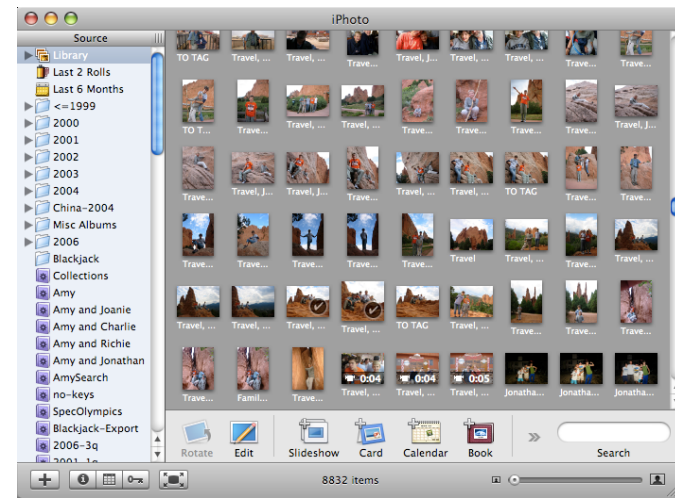


**Viruelle Maschinen**

# Innovation im Internet - Mashup von Services



←  
**S3, EC2, FPS, ...**



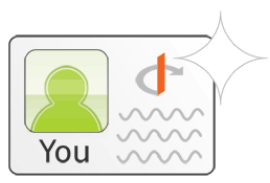
For Developers | Discuss | OpenID Foundation  
 ▶ **What** is OpenID? ▶ **Where** can I use it? ▶ **How** do I get one?



OpenID is a free and easy way to use a **single digital identity** across the Internet.



With one OpenID you can login to all your **favorite websites** and forget about online paperwork!

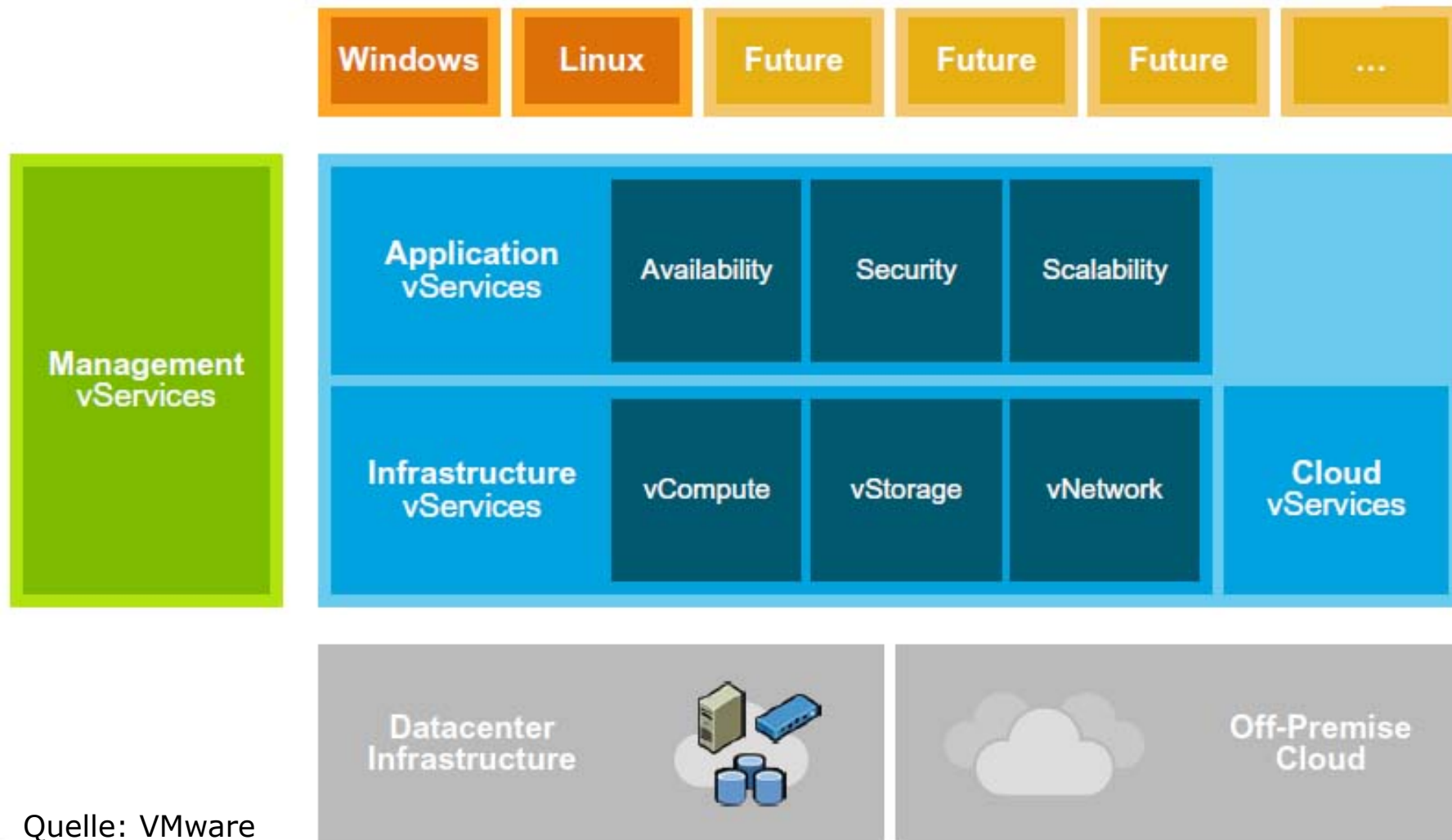


Now, you get to choose the login that's right for you. **Get an OpenID** today!

## SmugMug:

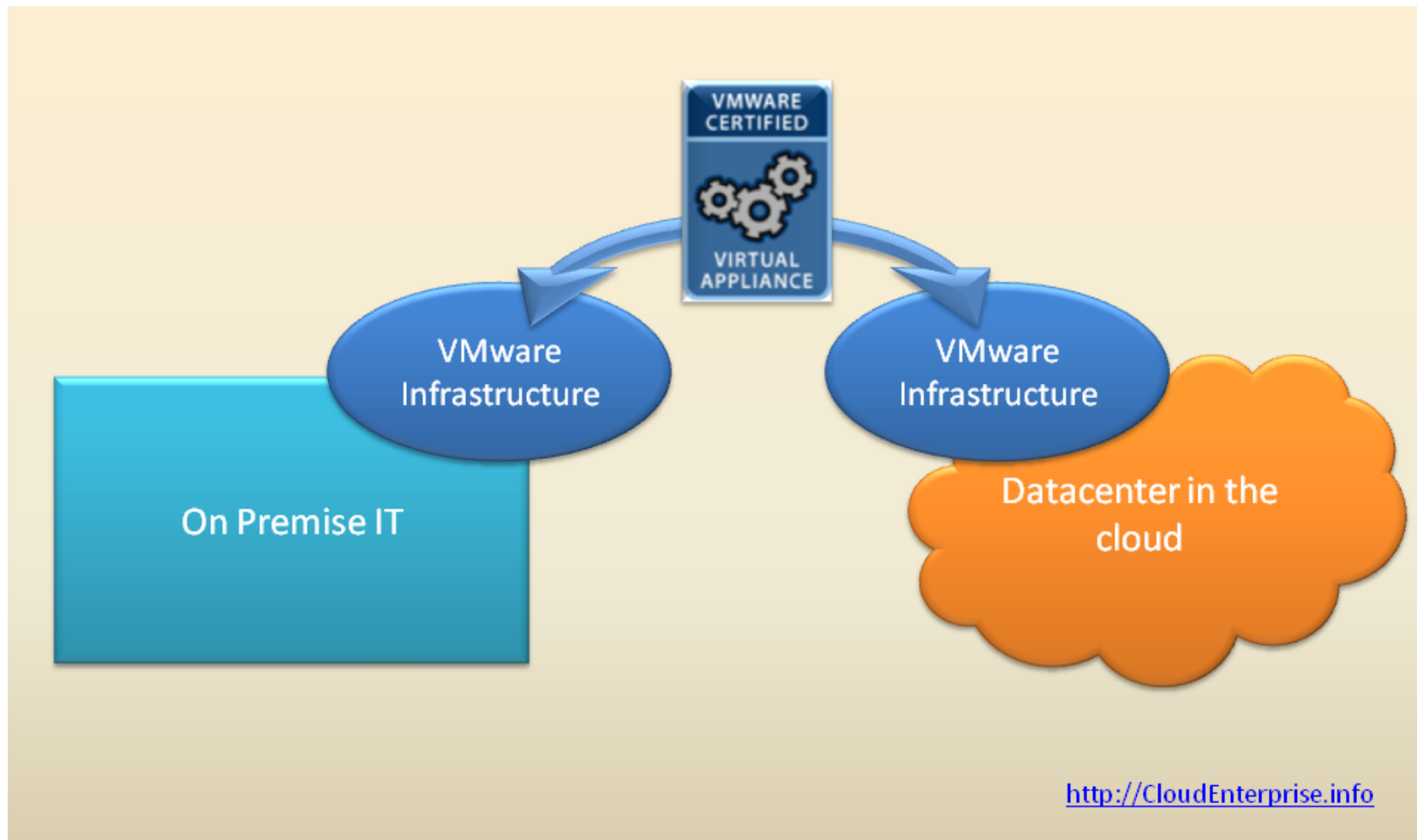
- Verwaltung von Fotos und Filmen
- 100.000 User
- 100.000.000 Fotos
- Gewinn: 10 Millionen \$ pro Jahr
- 19 Angestellte
- IT-Services: Amazon Web Services
- Benutzerverwaltung: OpenID

# Vmware: Virtual Datacenter OS / vCloud



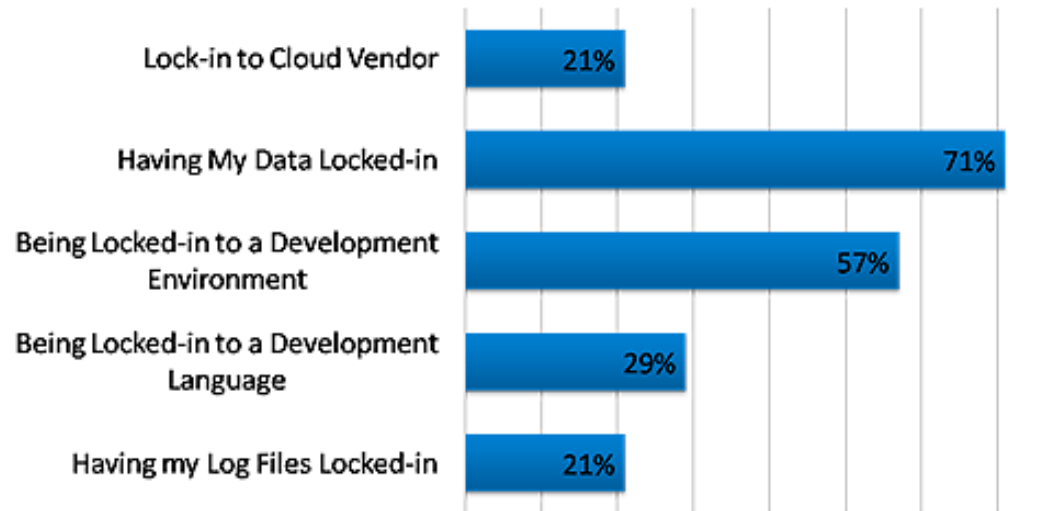
Quelle: VMware

## ■ Dynamische Verlagerung von lokalen Workloads in die Cloud



- **Surge Computing: Überlaufrechenzentrum für Spitzenlast**
- **Desaster Recovery: Ausweichrechenzentrum im Standby Modus**

## What concerns you about moving to the cloud?



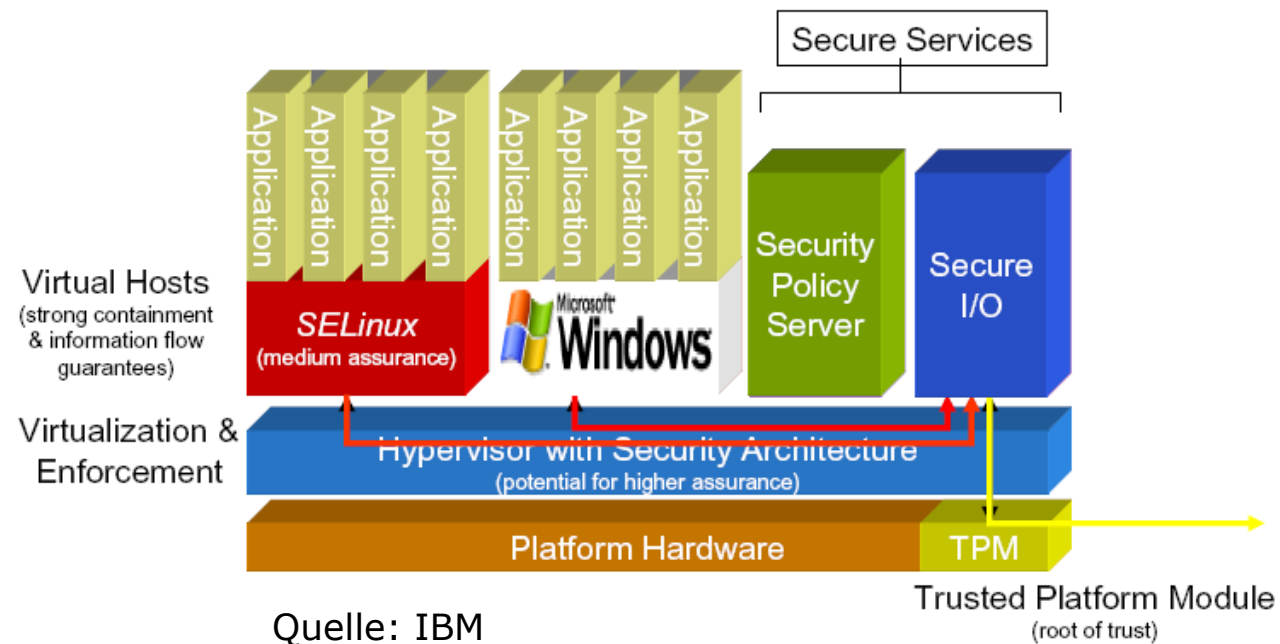
Quelle: Rightscale



- **Problem: Vendor Lock-In durch proprietäre Schnittstellen**
- **Föderation verschiedener Clouds ist bisher nicht möglich**
- **Standardisierung dringend nötig**

# Datenschutz

Hypervisor Security Architecture complements Oses with strong isolation, controlled sharing, & verifiable / attestable environments

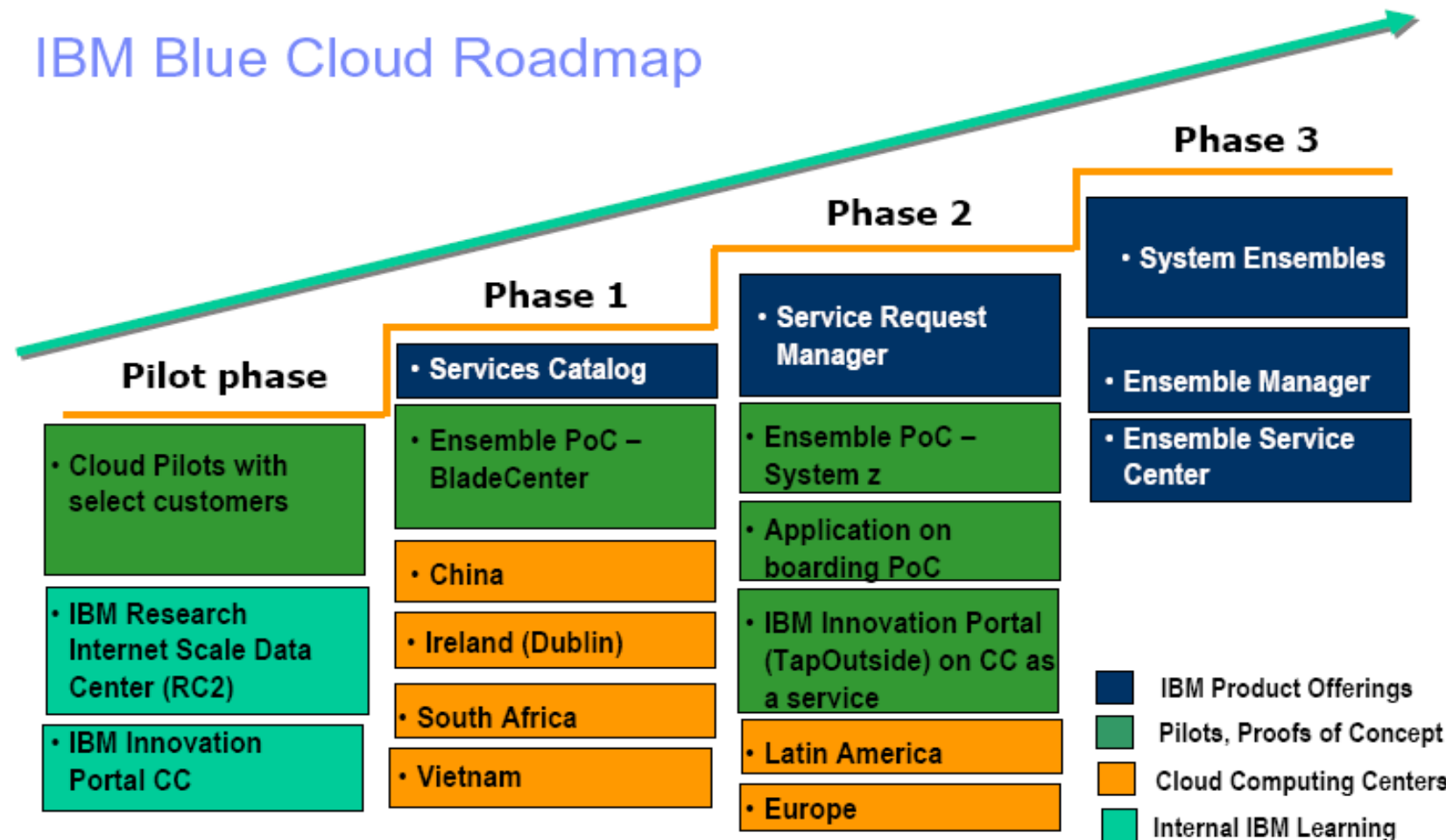


- **Technische Maßnahmen: Trusted Platform Computing**
- **Verschlüsselung: Verschlüsselte Daten in der Cloud sind sicherer als unverschlüsselte im eigenen Rechenzentrum**
- **Wichtig: Auswahl vertrauenswürdiger Provider !**



# Cloud Computing Centers: IT-Factory

## IBM Blue Cloud Roadmap



Quelle: IBM

# Cloud Computing Centers: IT-Factory



Quelle: InformationWeek

- **Google, Yahoo und Microsoft: Gigantische RZ am Columbia River**
- **Wachstum: 10.000 Server pro Monat**

# Trend: Container als Baustein für das RZ

## HP POD

Alternative Thinking for  
the Data Center

Mix-and-match IT

Manage Growth

Delivery

Conventional IT

Deployment and Support



Quelle: HP



Quelle: Rackable

- HP, IBM, Sun, Rackable offerieren RZ-Container
  - Bis zu 11.000 Blade-Cores oder 9 PB Disk pro Container
- Microsoft baut zurzeit in Chicago ein RZ der Superklasse
  - 330.000 Cores in Container-Technologie für Windows Live Kunden
- Vorteile der Container-Technologie
  - Exzellente Energie-Effizienz (PUE-Wert ~ 1.2)
  - Beliebig zu platzieren: Alaska, Schiff, ...

# Blick in die Zukunft: Industrialisierung der IT



Ron Brightwell examines the motherboard of one of the Cplant's computers at Sandia National Laboratories. The board is from a 500A Digital personal workstation.



## HP POD

Alternative Thinking for  
the Data Center

Mix-and-match IT  
Manage Growth  
Delivery  
Conventional IT  
Deployment and Support



- **IT Service-Zentrum baut nicht notwendigerweise selbst IT-Infrastrukturen**
  - **Kernkompetenz ist die Versorgung von Kunden mit IT-Services**
  - **Veredelung von eingekauften Cloud Services**
  - **HP: Vision vom vollständig automatisierten „Dark Data Center“**

# Konsolidierung und Cloud Sourcing



- Nicholas Carr's Hypothese vom Big Switch: Industrialisierung der IT führt zur Verlagerung von RZ-Diensten und Service-Bausteinen in die Cloud
  - Konsolidierung: Reduktion des Server-Footprints (Energie!)
  - Out-Tasking statt Out-Sourcing: Kontrollfunktion und Management bleibt im RZ
  - Mehr Management-Aufgaben, weniger Infrastruktur-Aufgaben
  - Soziale Aspekte: Veränderung von Tätigkeitsprofilen

# Zusammenfassung

- Cloud-Computing: IT-Modell mit Zukunft
  - Basiert auf adaptiven, meist virtuellen Infrastrukturen
  - Hosting von skalierbaren Ressourcen im Internet
  - Business Modell: Utility Computing
  - Vielfältige preiswerte Angebote existieren (Economy of scale)
  
- Offene Fragestellungen:
  - Standardisierung von Schnittstellen: Clouds sind bisher proprietär
  - Koallokation von Ressourcen (z.B. MPI-Cluster?)
  - Overlay-Netze (Gemeinsame Nutzung verteilter Ressourcen?)
  - Sicherheit (Autorisierung des Datenzugriffs?)

# Karlsruhe Institute of Technology



Steinbuch Centre for Computing (SCC)  
**Thank you for your attention.**

