

# Amazon EC2

Christian Schwarz

Universität Heidelberg

Cloud-Computing Seminar (CLCP) 2009

# Gliederung

1. *Motivation und Grundstruktur*
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

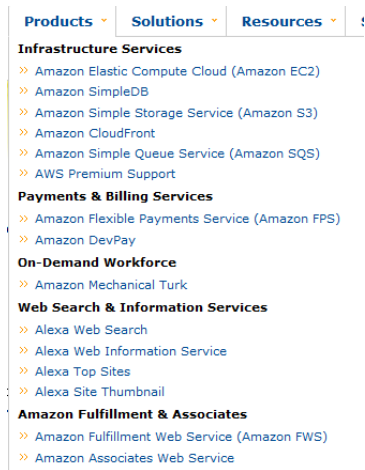
## Mögliche Definitionen einer Cloud

- ▶ Cloud Computing steht für einen Pool aus abstrahierter, hochskalierbarer und verwalteter IT-Infrastruktur, die Kundenanwendungen vorhält und *nach Verbrauch abgerechnet* wird.
- ▶ Cloud Computing umfasst *On-Demand-Infrastruktur und Software*, die jeweils dynamisch an die Erfordernisse von Geschäftsprozessen angepasst werden. Dazu gehört auch die Fähigkeit, komplette Prozesse zu betreiben und zu managen.

## Mögliche Definitionen einer Cloud

- ▶ Cloud Computing steht für einen Pool aus abstrahierter, hochskalierbarer und verwalteter IT-Infrastruktur, die Kundenanwendungen vorhält und *nach Verbrauch abgerechnet* wird.
- ▶ Cloud Computing umfasst *On-Demand-Infrastruktur und Software*, die jeweils dynamisch an die Erfordernisse von Geschäftsprozessen angepasst werden. Dazu gehört auch die Fähigkeit, komplette Prozesse zu betreiben und zu managen.

# EC2 im Amazon Umfeld



The screenshot shows the AWS console navigation menu with the following structure:

- Products** ▾
- Solutions** ▾
- Resources** ▾
- !**
- Infrastructure Services**
  - » Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)
  - » Amazon SimpleDB
  - » Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)
  - » Amazon CloudFront
  - » Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS)
  - » AWS Premium Support
- Payments & Billing Services**
  - » Amazon Flexible Payments Service (Amazon FPS)
  - » Amazon DevPay
- On-Demand Workforce**
  - » Amazon Mechanical Turk
- Web Search & Information Services**
  - » Alexa Web Search
  - » Alexa Web Information Service
  - » Alexa Top Sites
  - » Alexa Site Thumbnail
- Amazon Fulfillment & Associates**
  - » Amazon Fulfillment Web Service (Amazon FWS)
  - » Amazon Associates Web Service

- ▶ Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) ist ein Teil der Amazon Web Services (AWS).
- ▶ Mit dem Web-basierten EC2 Service, können Abonnenten Anwendungsprogramme in der Amazon.com Computing-Umgebung ausführen.

# Cloud hin Cloud her



- ▶ cloud computing =  
riesige Rechenzentren  
+ große  
Hochleistungsrechner  
=>  $\infty$  Rechenpower
- ▶ In der Praxis sitzt man vor  
einem virtuellem Server,  
welcher genauso auf  
einem 500-Euro Notebook  
laufen könnte.
- ▶ Warum nun trotzdem  
Cloud-Ressourcen  
verwenden?

## EC2 HowTo

1. Sign up (Amazon ID)
2. Launch Instances
3. Image wählen (AMI)
4. Quick Start, My AMIs, Community AMIs
5. Key pair generieren
6. Firewall Einstellungen (ssh freigeben)
7. Anzahl und Art der HW der Instanzen wählen
8. Starten - dauert etwas (bis zu 15 min)

# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. *AMI und Rechnerarchitektur*
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick



## AMI allgemein




















Amazon Machine Image (AMI) ist ein virtuelles Maschinen Abbild, welches auf einem XEN Image basiert.

Große Auswahl vorkonfigurierter Systeme.








































Amazon, eigene und Community AMIs stehen zur Auswahl

Nicht offiziell unterstützt AMI to XEN

# AMI Repository (Amazon)

Quick Start	My AMIs	Community AMIs
	<b>Getting Started on Fedora Core 8</b> (AMI Id: ami-e40f2790) Minimal Fedora Core 8, 32-bit architecture, Apache 2.0, and Amazon EC2 AMI Tools.	Select 
	<b>Ruby on Rails Web Starter</b> (AMI Id: ami-20163e54) Fedora Core 8, 32-bit architecture, Ruby 1.8.6, Rails 2.2.2, RubyGems 1.3.1, Mongrel 1.1.5, and MySQL 5.0.45	Select 
	<b>LAMP Web Starter</b> (AMI Id: ami-38163e4c) Fedora Core 8, 32-bit architecture, PHP 5.0.4, Apache 2.0.54, and MySQL 4.1.20	Select 
	<b>Basic Fedora Core 8</b> (AMI Id: ami-2a0f275e) Minimal Fedora Core 8, 32-bit architecture, and Amazon EC2 AMI Tools.	Select 
	<b>Basic 64-bit Fedora Core 8</b> (AMI Id: ami-2e0f275a) Fedora Core 8, 64-bit architecture, and Amazon EC2 AMI tools.	Select 
	<b>Getting Started on Microsoft Windows Server 2003</b> Microsoft Windows Server 2003 R2 Data Center edition, 32-bit architecture, Microsoft SQLServer 2005 Express, Internet Information Services 6, ASP.NET 2.	English (en)  Select 
	<b>Basic Microsoft Windows Server 2003</b> Microsoft Windows 2003 R2 Data Center edition and 32-bit architecture.	English (en)  Select 
	<b>Basic Microsoft Windows Server 2003 with Authentication Services</b> Microsoft Windows 2003 R2 Enterprise edition, Authentication Services, and 32-bit architecture.	English (en)  Select 

# AMI Repository (Community)

AMI ID	Manifest	Platform	
 ami-00103874	alestic-32-eu-west-1/ubuntu-6.06-dapper-base-20090215.manifest.xml	 Ubuntu	Select 
 ami-00cee674	ec2-paid-ibm-images-eu/db2-express-32-bit.manifest.xml	 Other Linux	Select 
 ami-02103876	alestic-32-eu-west-1/debian-6.0-squeeze-base-20090215.manifest.xml	 Debian	Select 
 ami-04cee670	ec2-paid-ibm-images-eu/lotus-web-content-management-standard-edition-64-bit.	 Other Linux	Select 
 ami-06103872	alestic-32-eu-west-1/ubuntu-7.10-gutsy-desktop-20090215.manifest.xml	 Ubuntu	Select 
 ami-06cee672	ec2-paid-ibm-images-eu/db2-workgroup-64-bit.manifest.xml	 Other Linux	Select 
 ami-0810387c	alestic-32-eu-west-1/debian-5.0-lenny-base-20090215.manifest.xml	 Debian	Select 
 ami-08cae27c	ec2-public-windows-image-eu/DE-SqlSvrExp2003r2-x86_64-Win-v1.02.manifest.	 Windows	Select 
 ami-0a10387e	alestic-32-eu-west-1/debian-4.0-etch-base-20090215.manifest.xml	 Debian	Select 
 ami-0acae27e	ec2-public-windows-image-eu/DE-SqlSvrExp2003r2-x86_64-WinAuth-v1.02.man	 Windows	Select 
 ami-0acee67e	ec2-paid-ibm-images-eu/informix-dynamic-server-express-32-bit.manifest.xml	 Other Linux	Select 
 ami-0e10387a	alestic-32-eu-west-1/debian-6.0-squeeze-desktop-20090215.manifest.xml	 Debian	Select 
 ami-0ef0d87a	mirial-bucket/DIC.manifest.xml	 Windows	Select 

# Architekturvarianten

## *Standard Instances*

- ▶ Small Instance  
1.7 GB Hauptspeicher, 1 EC2-Compute-Unit (1 virtual CPU-core), 160 GB Hintergrundspeicher, 32-bit Plattform
- ▶ Large Instance  
7.5 GB Hauptspeicher, 4 EC2-Compute-Unit (2 virtual CPU-cores), 850 GB Hintergrundspeicher, 64-bit Plattform
- ▶ Extra Large Instance  
15 GB Hauptspeicher, 8 EC2-Compute-Unit (4 virtual CPU-cores), 1690 GB Hintergrundspeicher, 64-bit Plattform

# Architekturvarianten

## *High-CPU Instances*

- ▶ High-CPU Medium Instance  
1.7 GB Hauptspeicher, 5 EC2-Compute-Unit (2 virtual CPU-core), 350 GB Hintergrundspeicher, 32-bit Plattform
- ▶ High-CPU Extra Large Instance  
7 GB Hauptspeicher, 20 EC2-Compute-Unit (8 virtual CPU-cores), 1690 GB Hintergrundspeicher, 64-bit Plattform

# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. *Betriebskosten*
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

## Betriebskosten

United States	Europe		
<b>Standard On-Demand Instances</b>	<b>Linux/UNIX Usage</b>		<b>Windows Usage</b>
Small (Default)	\$0.11 per hour		\$0.135 per hour
Large	\$0.44 per hour		\$0.54 per hour
Extra Large	\$0.88 per hour		\$1.08 per hour
<b>High CPU On-Demand Instances</b>	<b>Linux/UNIX Usage</b>		<b>Windows Usage</b>
Medium	\$0.22 per hour		\$0.32 per hour
Extra Large	\$0.88 per hour		\$1.28 per hour
<b>Linux/UNIX</b>	<b>One-time Fee</b>		
<b>Standard Reserved Instances</b>	<b>1 yr Term</b>	<b>3 yr Term</b>	<b>Usage</b>
Small (Default)	\$325	\$500	\$0.04 per hour
Large	\$1300	\$2000	\$0.16 per hour
Extra Large	\$2600	\$4000	\$0.32 per hour
<b>High CPU Reserved Instances</b>	<b>1 yr Term</b>	<b>3 yr Term</b>	<b>Usage</b>
Medium	\$650	\$1000	\$0.08 per hour
Extra Large	\$2600	\$4000	\$0.32 per hour

## Betriebskosten

	S on Demand	S reserviert	M on Demand	M reserviert	L on Demand	L reserviert	Hetzner 8000
Jahr	963,6	325	3854,4	1300	37708,8	2600	1287
Monat	80,3	27,08	321,2	108,33	642,4	216,67	99
Stunde	0,11	0,04	0,04	0,15	0,88	0,3	0,15

Small Instance 1.7 GB of memory, 1 EC2 Compute Unit, 160 GB of instance storage, 32-bit

Large Instance 7.5 GB of memory, 4 EC2 Compute Units, 850 GB of instance storage, 64-bit

Extra Large Instance 15 GB of memory, 8 EC2 Compute Units, 1690 GB of instance storage, 64-bit

*Hetzner Root Server DS 8000*

AMD Athlon 64 X2 6000+ Dual Core

- ▶ Arbeitsspeicher 8 GB DDR2
- ▶ Festplatten 2 x 750 GB SATA II (Software RAID 1)
- ▶ Netzwerkkarte 1 GBit OnBoard
- ▶ Backup Space 50 GB



# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. *Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit*
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

# Skalierbarkeit

Bestes Beispiel:

- ▶ Animoto : Von 40 auf 5000 Server in 3 Tagen

Allerdings gibt es Beschränkungen für neu angemeldete Benutzer.  
Diese dürfen zunächst nur 20 Instanzen starten.

# Ausfallsicherheit

- ▶ Multiple Locations
  - ▶ Regionen
    - ▶ USA
    - ▶ EU
  - ▶ Verfügbarkeits Zonen
- ▶ Elastic IP Addresses

# Service Level Agreement

- ▶ Service Level Agreement (SLA):
  - ▶ Amazon EC2 SLA commitment is 99.95% availability for each Amazon EC2 Region - 23. Oktober 2008
  - ▶ S3 SLA 99.9% uptime
- ▶ S3 Objekte werden in unterschiedlichen physikalischen Plätzen gespeichert
- ▶ Hardware und Netzwerkkomponenten sind redundant designed
- ▶ Große, 24x7, dedicated operations teams

# Service Level Agreement

*Am 99,95 % Verfügbarkeit*  
in einer Region über eine 365 Tage Periode

- ▶ Falls dies nicht erfüllt wird, werden den Geschädigten sog. "Service Credits" gewährt.
  - ▶ Kunde bekommt 10% der Gebühren für die letzten 365 Tage zurückerstattet
  - ▶ Dabei wird die Zurückerstattung nur für zukünftige Gebühren gut geschrieben
  - ▶ Strafen/Schadensersatz werden keine zugestanden

# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. *Sicherheit und Risiken*
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

# Sicherheit

- ▶ Host-Operating-System ist isoliert vom Guest-Operating Systems
- ▶ Die Firewall läuft in der Hypervisorschicht und unterbindet in den initialen Einstellungen jede Verbindung
- ▶ Traffic zu/von Instanzen muss explizit vom Benutzer authorisiert werden
- ▶ X.509 Certificate oder Geheime Schlüssel werden für alle API aufrufe benötigt
- ▶ API Aufrufe können verschlüsselt übermittelt werden
- ▶ Inherenter Schutz gegen DDoS, MITM, IP Spoofing, port scanning, und packet sniffing
- ▶ Durch die sog. Security groups kann der Zutritt durch Port, Protokol oder durch die hereinkommende IP Adresse gewährt werden

# Risiken

## Contra

- ▶ Externe Admins
- ▶ Mehr Menschen sind beteiligt
- ▶ Sicherheitslücke Browser
- ▶ Informations Abhängigkeit
- ▶ Single Point of Failure

## Pro

- ▶ Externe Admins
- ▶ Bessere Security-tools
- ▶ Sicherheits Experten
- ▶ Amazon verschwindet nicht
- ▶ riesige Rechenzentren



# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. *Integration*
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

# Integration

- ▶ Amazon EC2 running IBM DB2 Express - starting at \$0.38/hour
- ▶ Amazon EC2 running IBM DB2 Workgroup - starting at \$1.31/hour
- ▶ Amazon EC2 running IBM Informix Dynamic Server Express - starting at \$0.38/hour
- ▶ Amazon EC2 running IBM Informix Dynamic Server Workgroup - starting at \$1.31/hour
- ▶ Amazon EC2 running IBM WebSphere sMash - starting at \$0.50/hour
- ▶ Amazon EC2 running IBM Lotus Web Content Management - starting at \$2.48/hour
  
- ▶ Amazon EC2 running IBM WebSphere Portal Server and IBM Lotus Web Content Management Server - starting at \$6.39/hour
- ▶ AWS Toolkit for Eclipse
  - ▶ Deploy – The AWS Java Toolkit for Eclipse allows developers to upload their applications to clusters of Tomcat servers in Amazon EC2 with the press of a button.
  - ▶ Debug – Eclipse extensions automatically configure remote debugger connections for diagnosing problems and debugging software run in the cloud.
  - ▶ Manage – Simple management interfaces enable developers to perform basic EC2 management tasks without ever leaving their development environment.
  
  - ▶ Extend – AWS Toolkit for Eclipse source code is available for download and available under the Apache 2.0 open source license. Add support for additional application servers and contribute back to the project.
  
- ▶ Microsoft Windows Server® 2003
- ▶ SQL Server Support

# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. *Performance*
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

# Performance

Verfügbarkeits-Zonen:

EU (geringere Zugriffszeiten, Latenz)

USA (besser ausgebaut, kürzere Wartezeit bei Start)

# Performance

Test type	Transfer MB/s	Bemerkungen
EC2 -> EC2	75.0	curl on 1-2 GB files, w.o. SSL
S3 -> EC2	49.8	8 x curl on 1 GB files, w. SSL
S3 -> EC2	51.5	8 x curl on 1 GB files, w.o. SSL
EC2 -> S3	53.8	12 x curl on 1 GB files, w. SSL

# Performance-Test mit Javalution 1/3

## EC2 Instance

– Primitive types formatting –

- ▶ `StringBuffer.append(int)`: 410.9 ns
- ▶ `TextBuilder.append(int)`: 212.2 ns
- ▶ `StringBuffer.append(long)`: 1.628 us
- ▶ `Te100xtBuilder.append(long)`: 847.7 ns
- ▶ `StringBuffer.append(float)`: 1.668 us
- ▶ `TextBuilder.append(float)`: 1.075 us
- ▶ `StringBuffer.append(double)`: 7.014 us
- ▶ `TextBuilder.append(double)`: 3.441 us

## 2.0 Ghz Dual core, Laptop

– Primitive types formatting –

- ▶ `StringBuffer.append(int)`: 263.9 ns
- ▶ `TextBuilder.append(int)`: 144.2 ns
- ▶ `StringBuffer.append(long)`: 650.0 ns
- ▶ `TextBuilder.append(long)`: 327.4 ns
- ▶ `StringBuffer.append(float)`: 808.0 ns
- ▶ `TextBuilder.append(float)`: 481.9 ns
- ▶ `StringBuffer.append(double)`: 3.264 us
- ▶ `TextBuilder.append(double)`: 1.642 us

## Performance-Test mit Javalution 2/3

### EC2 Instance

- Concurrent Context -

- ▶ Quick Sort 10000 elements -  
Concurrency disabled: 22.05 ms
- ▶ Quick Sort 10000 elements -  
Concurrency (1) enabled: 22.46  
ms

### 2.0 Ghz Dual core, Laptop

- Concurrent Context -

- ▶ Quick Sort 10000 elements -  
Concurrency disabled: 12.16 ms
- ▶ Quick Sort 10000 elements -  
Concurrency (1) enabled: 8.884  
ms

## Performance-Test mit Javalution 3/3

## EC2 Instance

- Heap vs Stack Allocation  
(Pool-Context) -

- ▶ Small obj heap creation: 20.00 ns
- ▶ Small obj stack creation: 46.70 ns
- ▶ char[256] heap creation: 952.0 ns
- ▶ char[512] heap creation: 1.825 us
- ▶ char[256] stack creation: 61.00 ns
- ▶ char[512] stack creation: 62.00 ns

## 2.0 Ghz Dual core, Laptop

- Heap vs Stack Allocation  
(Pool-Context) -

- ▶ Small obj heap creation: 18.04 ns
- ▶ Small obj stack creation: 38.83 ns
- ▶ char[256] heap creation: 595.9 ns
- ▶ char[512] heap creation: 1.059 us
- ▶ char[256] stack creation: 55.03 ns
- ▶ char[512] stack creation: 54.76 ns



# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. *Elastic MapReduce*
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

# Elastic MapReduce

<b>Standard Amazon EC2 Instances</b>	<b>Amazon EC2 Price per hour (On-Demand Instances)</b>	<b>Amazon Elastic MapReduce Price per hour</b>
Small (Default)	\$0.10 per hour	\$0.015 per hour
Large	\$0.40 per hour	\$0.06 per hour
Extra Large	\$0.80 per hour	\$0.12 per hour
<b>High CPU Instances</b>	<b>Amazon EC2 Price per hour (On-Demand Instances)</b>	<b>Amazon Elastic MapReduce Price per hour</b>
Medium	\$0.20 per hour	\$0.03 per hour
Extra Large	\$0.80 per hour	\$0.12 per hour

# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. *Vorteile und Erfolgsgeschichten*
10. Zusammenfassung
11. Ausblick

## Einsatzmöglichkeiten

- ▶ Small-scale user : 1 Small instance (Website Hosting)
- ▶ Medium-scale user: 4 Small instances, 2 Large instances (Social Networking App)
- ▶ Compute intensive on-demand parallel user: 400 instances für 72 Stunden (Hadoop Cluster)
- ▶ High-perf user: 20 Extra Large instance for 14 days (Biotech Drug Synthesis or Render Farms)
- ▶ Database or file share hosting user: 8 Large instances running the entire month (Memcached-based Applications)
- ▶ Mixed large-scale user: 16 small instances, 4 large instances, 2 extra large instances, running entire month (Large Web-Scale Application)

# Erfolgsgeschichten

- ▶ Werbewirksam auf Webseite  
*<http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/>* präsentiert!
- ▶ Mittlerweile 51 Erfolgsgeschichten, meist junge Startup Unternehmen.
- ▶ Einige bekannte Größen wie Linden Lab und Firmenauskopplungen aus der Harvard und Stanford University sind auch vertreten.

# Vorteile

Fixkosten können eingespart werden:

- ▶ Kosten für Gebäude/Räume
- ▶ Elektrizitätskosten
- ▶ Kosten für Kühlsysteme
- ▶ Kosten Spezialhardware für Hochverfügbarkeitscluster
- ▶ Betriebssysteme
- ▶ Reperaturen
- ▶ ...

# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. *Zusammenfassung*
11. Ausblick

## Zusammenfassung

- ▶ Amazon's Computing Platform EC2 zeichnet sich durch eine einfache Skalierbarkeit aus
- ▶ schnelle Bereitstellung/Verfügbarkeit
- ▶ Durch Veröffentlichung von SLA der Beta-Phase erwachsen
- ▶ eine grosse Auswahl an ready-to-use AMIs
- ▶ Duplizierung möglich
- ▶ Automatisiert steuerbar
- ▶ Elasticfox



# Gliederung

1. Motivation und Grundstruktur
2. AMI und Rechnerarchitektur
3. Betriebskosten
4. Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit
5. Sicherheit und Risiken
6. Integration
7. Performance
8. Elastic MapReduce
9. Vorteile und Erfolgsgeschichten
10. Zusammenfassung
11. *Ausblick*

# Was bringt die Zukunft?

Am 18.05.2009 um ca 10:13 Uhr hat die Zukunft begonnen :

- ▶ Lastbalancierung
- ▶ Auto-scaling
- ▶ Monitoring
- ▶ Management Console (seit einigen Tagen in Beta)

# Quellen

- ▶ Blog Decaresystems- Amazon Web Services (EC2 & S3) - The Future of Data Centre Computing?
- ▶ Amazon AWS - <http://aws.amazon.com/ec2/>
- ▶ Video Tutorial
- ▶ Netzwerkperformance in EC2
- ▶ Exploring Amazon EC2 for Scale-out Applications
- ▶ Getting Started with CC Amazon EC2
- ▶ EGEE-Grid-Cloud