

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS19/20

Forschung und studentische Arbeiten



VS-Übung (SS19)

9-1

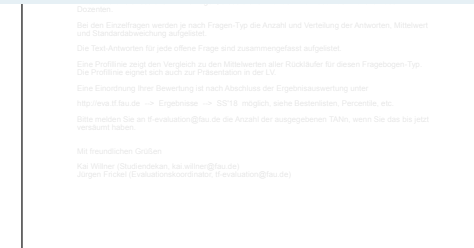
Evaluation



Verspäteter Evaluationszeitraum

- Evaluation läuft noch bis inklusive Mi., 31. Juli 2019

→ Anschließend Veröffentlichung auf Übungs-Webseite



VS-Übung (SS19)

Evaluation

9-2

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS19/20

Forschung und studentische Arbeiten



VS-Übung (SS19)

Prüfung

9-3

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS19/20

Forschung und studentische Arbeiten



VS-Übung (SS19)

Cloud Computing

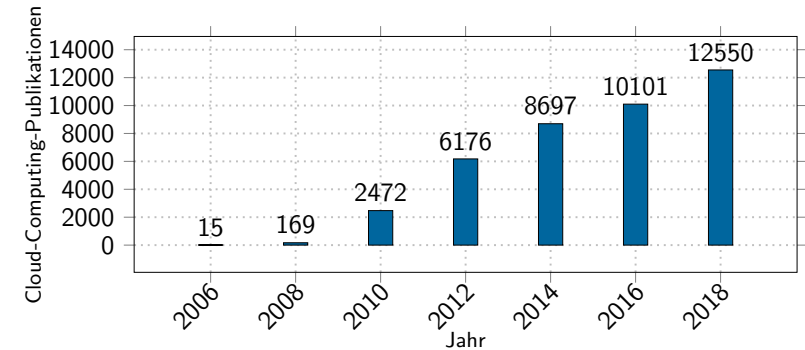
9-4

»We call it cloud computing (...)«



Eric Schmidt (Google)

Search Engine Strategies Conference, San Jose, 9. August 2006



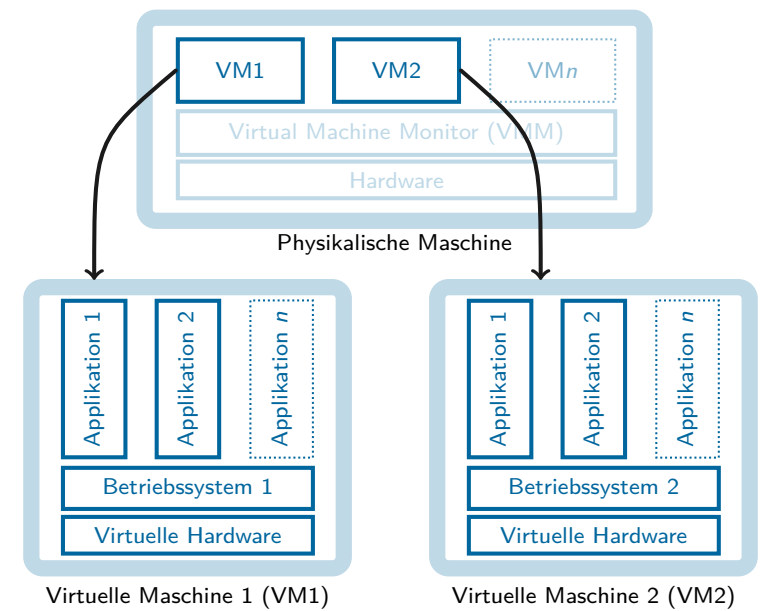
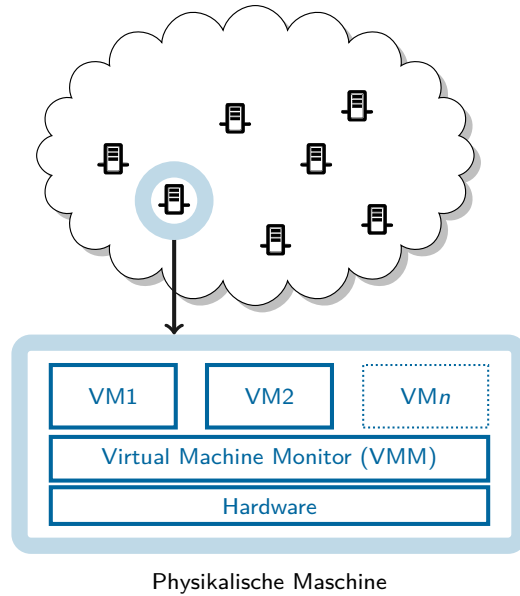
- Gravierende Auswirkungen des Modeworts „Cloud Computing“
 - Forschung
 - Wirtschaft
- Cloud Computing
 - Fokus auf Technik
 - Cloud $\hat{=}$ Internet, Cloud Computing $\hat{=}$ Internet + ?

Cloud Computing: Zeitpunkt, Grundeigenschaften

- Wieso entstand Cloud Computing zu dieser Zeit? Wieso nicht früher?
- **Infrastruktur**, Hard- und Software-Technologie ✓
 - Commodity-Hardware → Systemaufbau aus Standardkomponenten
 - Virtualisierung
- **Systemsoftware**, Verteilte Systeme und deren Algorithmen ✓
 - Parallele, verteilte Datenverarbeitung
 - Schlüssel-Wert-Datenbank (Key-Value-Store)
 - Verteilter Koordinierungsdienst
 - Verteilte, dezentrale Datenhaltung
- **Dienstleistungsprinzip**, Geschäftsmodell („... as-a-Service“) ✓
 - Service-Oriented Architecture (SOA)
 - Infrastructure-as-a-Service
 - Platform-as-a-Service
 - Software-as-a-Service

Cloud Computing: Zeitpunkt, Grundeigenschaften

- Erfüllbarkeit der Grundeigenschaften von Cloud-Computing-Systemen
- **Skalierbarkeit**, unter Wahrung von:
 - Konsistenz (Consistency)
 - Verfügbarkeit (Availability)
 - Partitionstoleranz (Partition tolerance)→ CAP-Theorem
- **On-Demand**, zum Ermöglichen von:
 - dynamischer Zuordnung von Ressourcen
 - Abrechnung nach tatsächlichem Verbrauch
- **Robustheit**, zur Vermeidung von:
 - Inkonsistenzen im Datenbestand
 - (unkontrollierter) Fehlerausbreitung im System

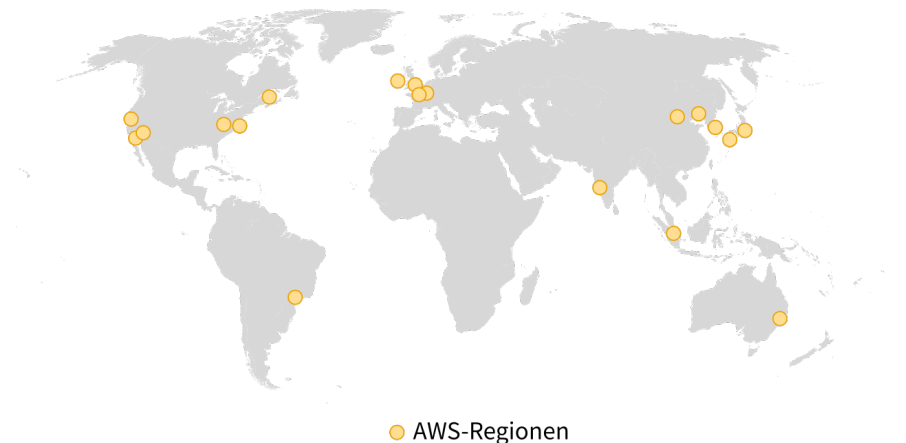


Amazon: Amazon Web Services (AWS)

- Idee: Ungenutzte Ressourcen der Amazon-Rechenzentren gewinnbringend vermieten
 - Dienste ermöglichen den Aufbau eigener, komplexer Systeme in einer Cloud-Infrastruktur (Auszug):
 - Elastic Compute Cloud (EC2) – Betrieb virtueller Maschinen
 - Simple Storage Service (S3) – Netzwerkbasierter Speicher-Dienst
 - Elastic Load Balancing – Lastverteilung für EC2
 - Elastic Map Reduce – MapReduce-Framework basierend auf EC2 und S3
 - DynamoDB – Key-Value-Store basierend auf Dynamo
 - Die Abrechnung erfolgt nach tatsächlichem Verbrauch **und** Standort
 - Betriebsstunden, Speicherbedarf
 - Transfervolumen, Anzahl verarbeiteter Anfragen
 - Standorte in Nord- und Südamerika, Europa und Asien
- AWS Preisübersicht: <https://aws.amazon.com/pricing>



Amazon Web Services (AWS)



Twitter und Cloud Computing

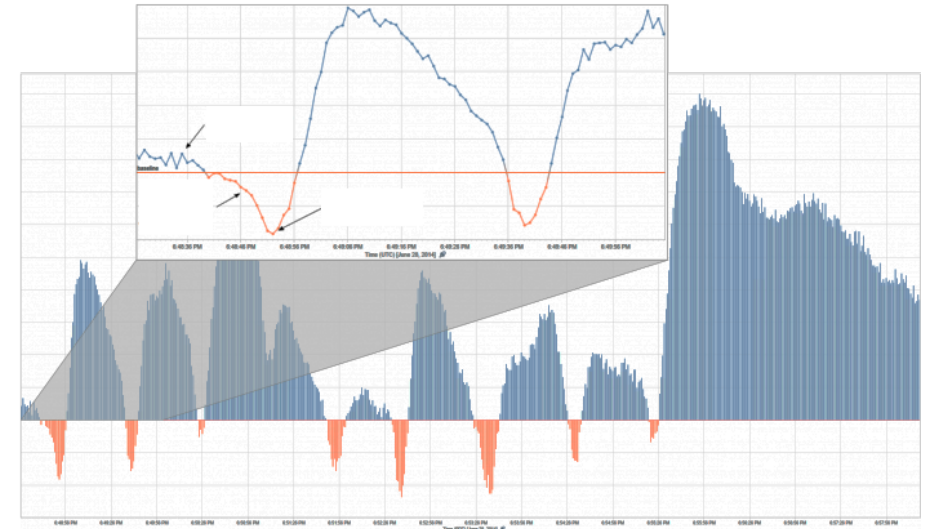
- Als junges Start-Up-Unternehmen zunächst keine eigene Infrastruktur
→ ohne Cloud Computing würde Twitter nicht existieren
- Nutzt(e) Cloud-Dienste (z. B. Amazon S3) und Projekte wie ZooKeeper

Zahlen zu Twitter

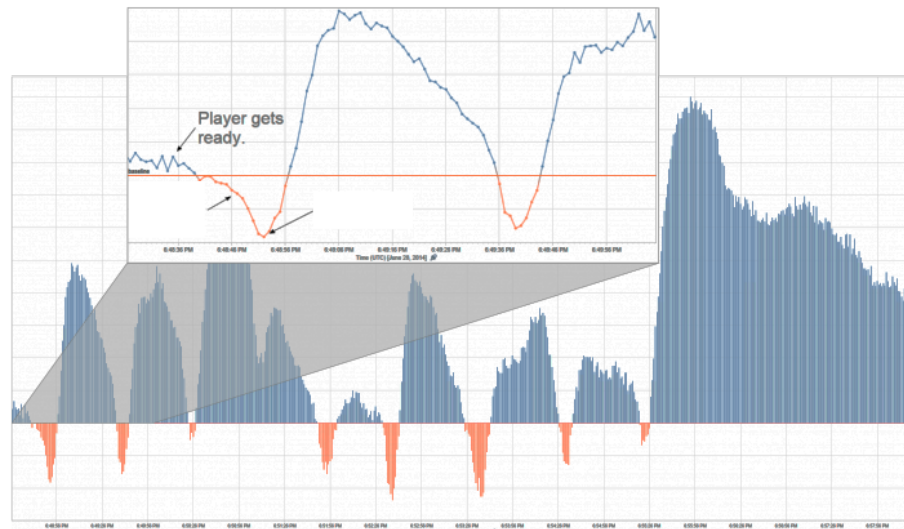
- 60 Milliarden Suchanfragen pro Monat
 - Google: > 275 Milliarden
 - Yahoo: 9,0 Milliarden
 - Microsoft Bing: 13,2 Milliarden
- Über 500 Millionen Tweets pro Tag (2011: 100 Millionen)
- Über 330 Millionen aktive Benutzer (pro Monat)
- Etwa 3.900 Mitarbeiter (davon sind 45 % Ingenieure)

Rekorde (Tweets-pro-Minute, TPM)

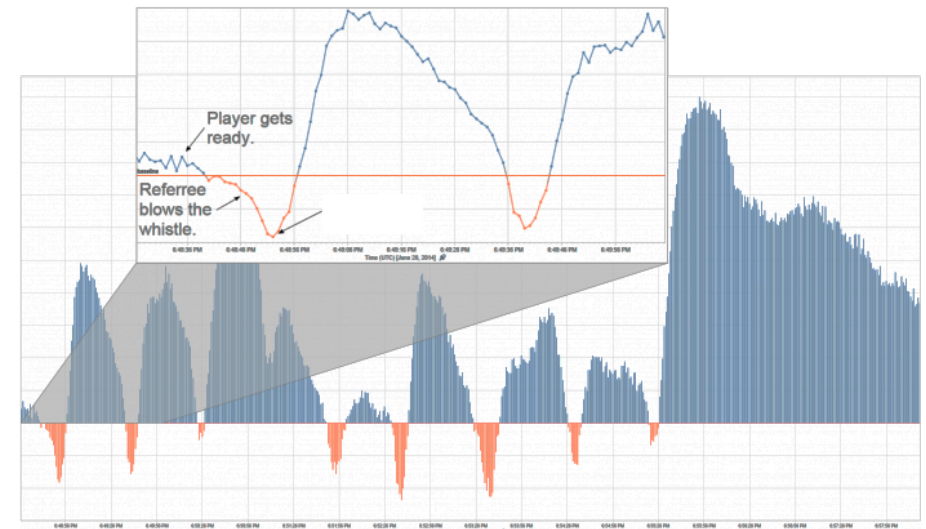
- 618.725 TPM: Deutschland gegen Argentinien (WM-Finale 2014)
- 580.166 TPM: Brasilien gegen Deutschland (WM-Halbfinale 2014)
- 440.000 TPM: Leonardo DiCaprio gewinnt Oscar (Februar 2016)
- 395.000 TPM: Super Bowl XLIX (Februar 2015)

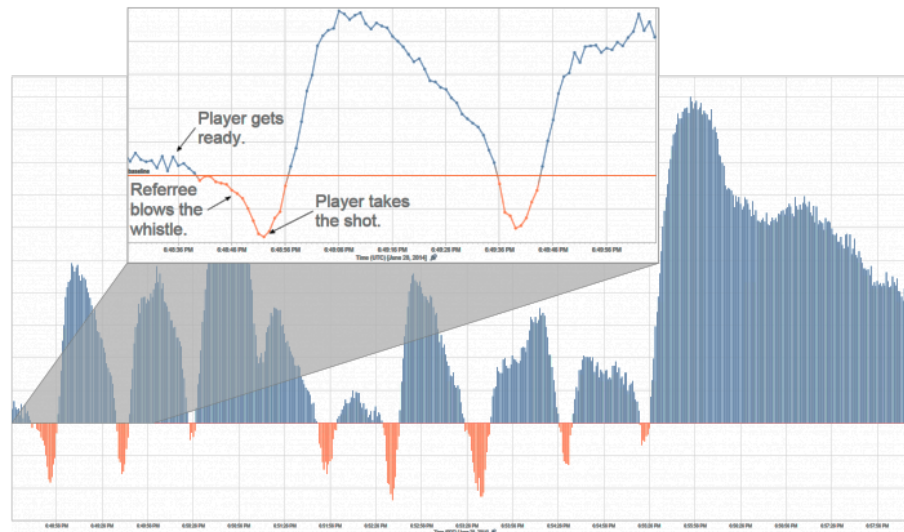


Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen



Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen





Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS19/20

Forschung und studentische Arbeiten



WS 19/20: Middleware – Cloud-Computing

- Cloud Computing: Chancen und Tücken
 - Cloud Computing ist das Resultat paralleler, teilweise unabhängiger Entwicklung; nicht gezielt geplant, aber auch kein purer Zufall
 - Grundlage für Cloud-Computing-Systeme sind die etablierten Konzepte aus dem Bereich Verteilte Systeme
 - Cloud Computing bildet das Fundament für Unternehmen ohne Infrastruktur; ansatzweise wie Twitter
 - Nicht zu vernachlässigen: Risiken durch Abhängigkeiten von Softwarekomponenten und Firmen („Vendor Lock-In“)
- Cloud-Computing-Veranstaltung im Wintersemester 2019
 - 5-ECTS- oder 7,5-ECTS-Modul
 - Vergleichbarer Vorlesungs- und Übungsmodus
 - Erste Vorlesung am Fr., 18.10.2019 um 12:15 Uhr in Raum 0.031-113



Weitere Lehrveranstaltungen am I4 im WS19/20

- Fokus der Arbeit am Lehrstuhl für Informatik 4
 - Echtzeitsysteme: EZS
 - Betriebssysteme: BS, VM
 - Verteilte Systeme: MW
 - Querschneidend: CS
- **Masterseminar:** Ausgewählte Kapitel der Systemsoftware (AKSS)
 - Hauptverantwortliche: Timo Hönig, Benedict Herzog, Tobias Langer
 - Fokus auf energiegewahrene Systeme
 - siehe: https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS19/MS_AKSS/



Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS19/20

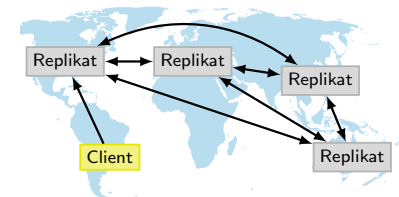
Forschung und studentische Arbeiten



- Replikation von Diensten für Fehlertoleranz
 - Toleranz von Abstürzen nicht (immer) ausreichend
 - Byzantinische Fehler: Beliebiges Fehlverhalten möglich

- Georeplikation

- Optimierung der Latenz
- Anpassung an Netzwerkstruktur
- ...



- Studentische Arbeiten (BA/MA/MP)

→ Mail an Michael <eischer@cs.fau.de>

- Byzantinische Fehlertoleranz, ressourceneffiziente verteilte Systeme

→ <http://www4.cs.fau.de/Research/REFIT/>



Weitere Forschungsprojekte (Auswahl)

- **Jitty** – Just-In-Time kompiliertes Betriebssystem

- Anforderungen an das System können zur Laufzeit bestimmt werden
- Dynamisches Austauschen von Code
- Verwendung typischer Programmiersprachen
 - Einfache Zugriffsbeschränkung bei Treibern u.Ä.

→ Volkmar Sieh <sieh@cs.fau.de>

- **InvasIC** – Forschungsbetriebssystem OctoPOS

- Im Rahmen vom SFB „Invasives Rechnen“
- **Ziel:** Betriebssystem und Laufzeitumgebung für zukünftige Vielkernsysteme mit tausenden von Rechenkernen
- Enge Zusammenarbeit mit Hardwarearchitektur, Übersetzerbau und Anwendungsforschung (Robotik, HPC)

→ Florian Schmaus <schmaus@cs.fau.de> oder
Tobias Langer <langert@cs.fau.de>

