

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS18/19

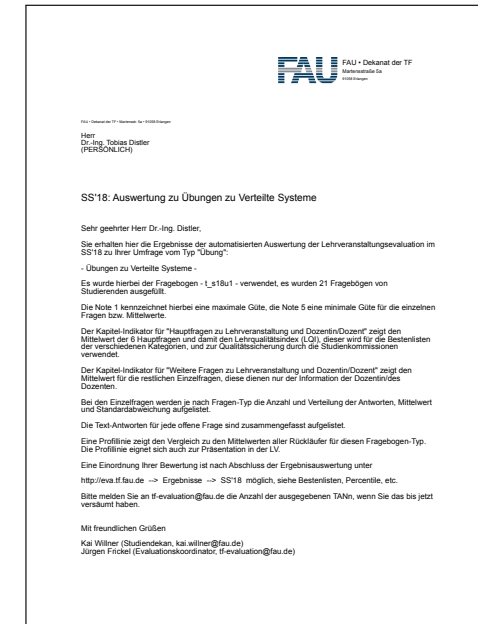
Forschung und studentische Arbeiten



VS-Übung (SS18)

9 – 1

Besprechung der Evaluationsergebnisse



VS-Übung (SS18)

Evaluation

9 – 2

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS18/19

Forschung und studentische Arbeiten



VS-Übung (SS18)

Prüfung

9 – 3

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS18/19

Forschung und studentische Arbeiten



VS-Übung (SS18)

Cloud Computing

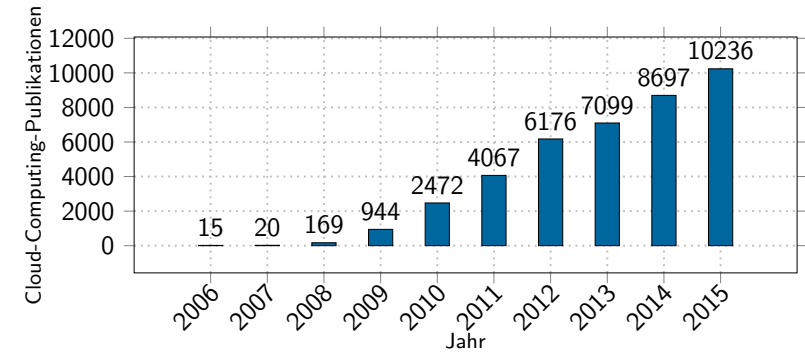
9 – 4

»We call it cloud computing (...)«



Eric Schmidt (Google)

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



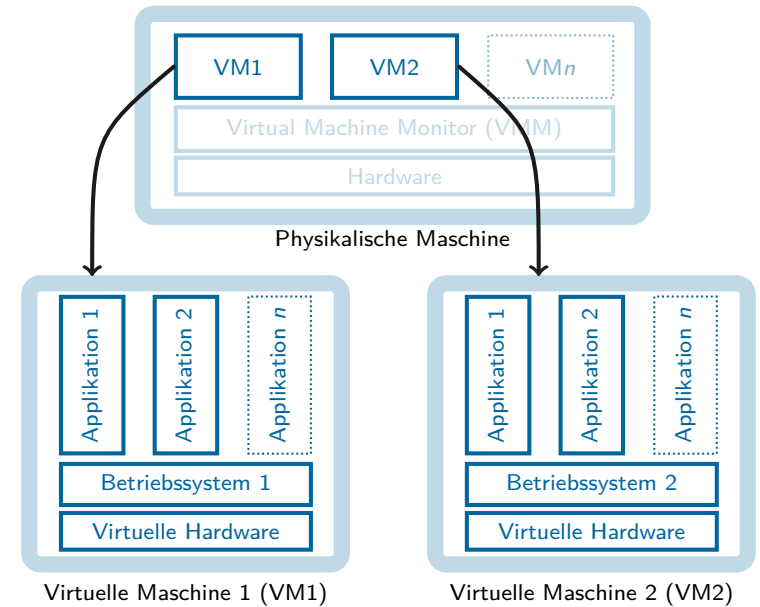
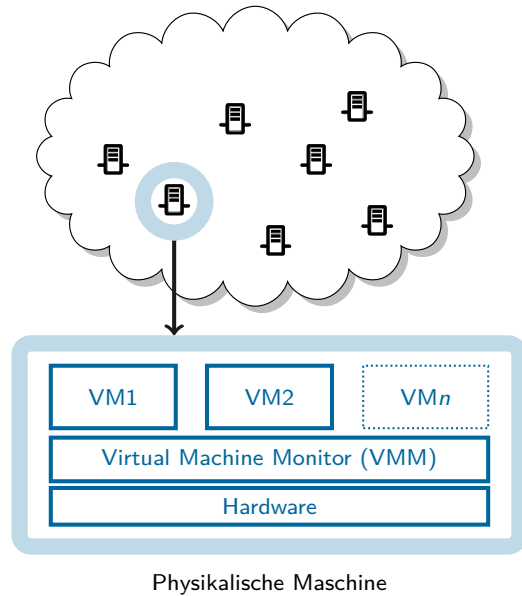
- Gravierende Auswirkungen des Modeworts „Cloud Computing“
 - Forschung
 - Wirtschaft
- Cloud Computing
 - Fokus auf Technik
 - Cloud $\hat{=}$ Internet, Cloud Computing $\hat{=}$ Internet + ?

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

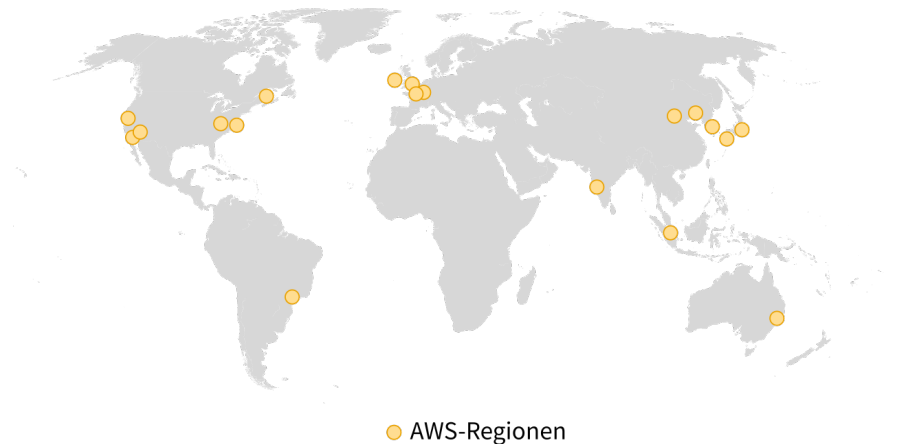
- Erfüllbarkeit der Grundeigenschaften von Cloud-Computing-Systemen
- **Skalierbarkeit**, unter Wahrung von:
 - Konsistenz (Consistency)
 - Verfügbarkeit (Availability)
 - Partitionstoleranz (Partition tolerance)
 → CAP-Theorem
- **On-Demand**, zum Ermöglichen von:
 - dynamischer Zuordnung von Ressourcen
 - 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

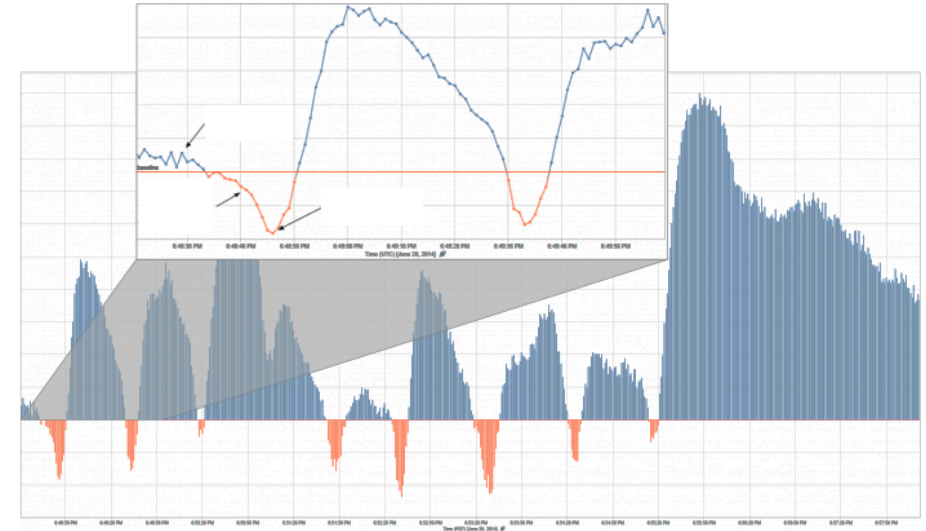
- Als junges Start-Up-Unternehmen zunächst keine eigene Infrastruktur
→ ohne Cloud Computing würde Twitter nicht existieren
- Nutzt(e) Cloud-Dienste (z. B. Amazon S3) und Projekte wie ZooKeeper

Zahlen zu Twitter

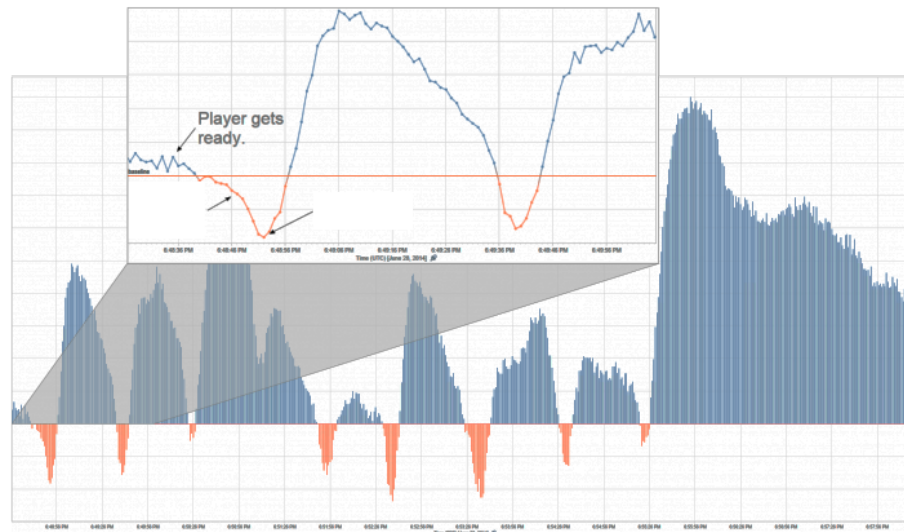
- 24 Milliarden Suchanfragen pro Monat
 - Google: > 100 Milliarden
 - Yahoo: 9,4 Milliarden
 - Microsoft Bing: 4,1 Milliarden
- Über 500 Millionen Tweets pro Tag (2011: 100 Millionen)
- Über 310 Millionen aktive Benutzer (pro Monat)
- Etwa 3.800 Mitarbeiter (davon sind 40 % Ingenieure)

Rekorde (Tweets-pro-Minute, TPM)

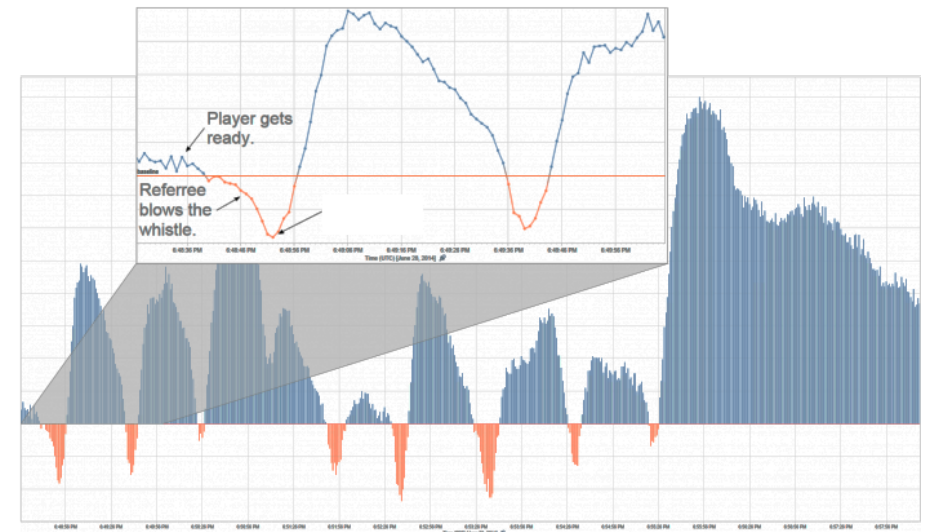
- 618.725 TPM: Deutschland gegen Argentinien (WM-Finale 2014)
- 580.166 TPM: Brasilien gegen Deutschland (WM-Halbfinale 2014)
- 440.000 TPM: Leonardo DiCaprio gewinnt Oscar (Februar 2016)
- 395.000 TPM: Super Bowl XLIX (Februar 2015)

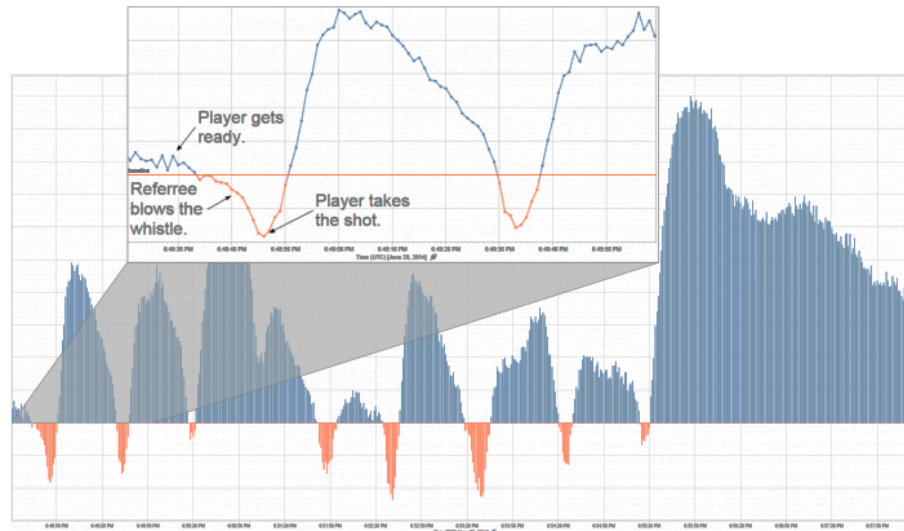


Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen



Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen





Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS18/19

Forschung und studentische Arbeiten



WS 18/19: 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 2018
 - 5-ECTS- oder 7,5-ECTS-Modul
 - Vergleichbarer Vorlesungs- und Übungsmodus
 - Erste Vorlesung am Mi., 17.10.2017 um 12:15 Uhr in Raum 0.031-113



Weitere Lehrveranstaltungen am I4 im WS18/19

- Fokus der Arbeit am Lehrstuhl für Informatik 4
 - Echtzeitsysteme
 - Betriebssysteme
 - Verteilte Systeme
- **Masterseminar:** Ausgewählte Kapitel der Systemsoftware (AKSS)
 - Hauptverantwortliche: Tobias, Benedict, Michael
 - Modus: Ausarbeitung (≥ 6 Seiten) + Vortrag (30 Min.)
 - Themenvorschläge
 - Machine-Learning
 - Microservices
 - Blockchains
 - Datenstromverarbeitung
 - ... (siehe: https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS18/MS_AKSS/)
- **Neue Vorlesung:** Energy-Aware Computing Systems (EASY)
 - Dozent: Dr.-Ing. Timo Hönig
 - Vorlesungstermin: Mi., 14:00–16:00 Uhr (0.035) → 1. Termin: 17.10.2018
 - Übungstermin: Mo./Mi., 12:00–14:00 Uhr (0.035)



Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Informatik 4 im WS18/19

Forschung und studentische Arbeiten



Forschungsgebiete

- Byzantinische Fehlertoleranz, ressourceneffiziente verteilte Systeme
→ Michael
→ <http://www4.cs.fau.de/Research/REFIT/>
- Energiebewusste Systeme: <http://www4.cs.fau.de/Research/SEEP/>
 - Beteiligte wissenschaftliche Mitarbeiter
 - Benedict: Energiemodelle, energiegewahre Betriebssystementscheidungen
 - Christopher: Verteilte energiegewahre Systeme
 - Heiko: Energiemessmethodiken, Hardware-nahe Energiesparmechanismen
 - Peter W.: Echtzeitsysteme, WCET/WCEC-Analysen
 - Stefan: Synchronisationsaspekte, Zeit- und Energievorhersagen
 - Timo: Energiebewusste Laufzeitumgebungen (HPC, Linux, ...)
 - Forschungsprojekte
 - DFG-Projekt BATS
 - DFG-Projekt PAX
 - DFG-Projekt LARN



PAX

Power-Aware Critical Sections (PAX)

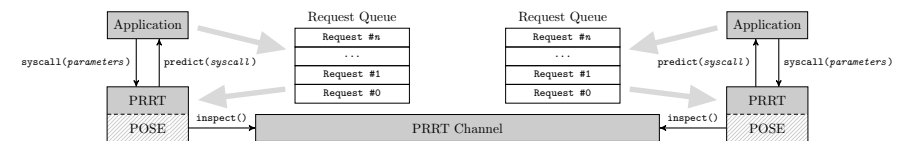
PAX

- Automatische Extraktion kritischer Abschnitte
 - Sprachnotation zur Markierung kritischer Abschnitte
 - Programmanalyse und LLVM-Integration
- Adaption der Konzepte zur energiegewahren Programmierung
 - Energiebewertung kritischer Abschnitte (Messungen, Energiemodelle)
 - Systemoptimierung

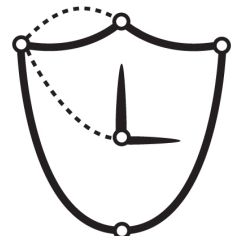


LARN

Latenz- und Resilienz-gewahre Vernetzung (LARN)

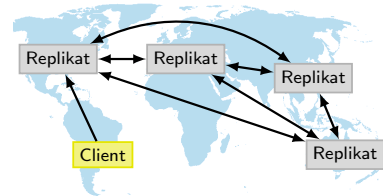


- Echtzeitfähige Netzwerkkommunikation
 - Vorhersagbare Übertragungslatenz
 - Gütegarantien für verteilte Systeme
- Laufzeitunterstützung
 - Latenzgewahre Kommunikationsendpunkte
 - Vorhersagbares Laufzeitverhalten
 - Optimierter Protokollstapel
 - Spezialisierte Ressourcenverwaltung



- 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>

