

Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Wintersemester 2016/2017: Middleware – Cloud Computing

Forschung und studentische Arbeiten



Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Wintersemester 2016/2017: Middleware – Cloud Computing

Forschung und studentische Arbeiten



Besprechung der Evaluationsergebnisse



Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Wintersemester 2016/2017: Middleware – Cloud Computing

Forschung und studentische Arbeiten

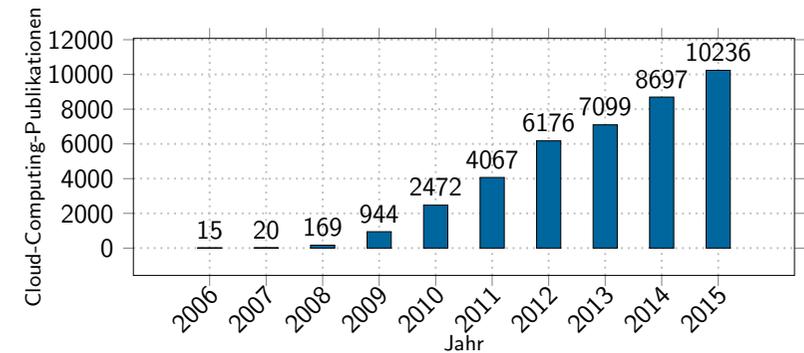
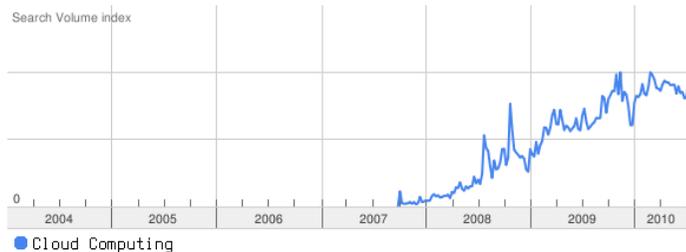


» We call it cloud computing (...) «



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

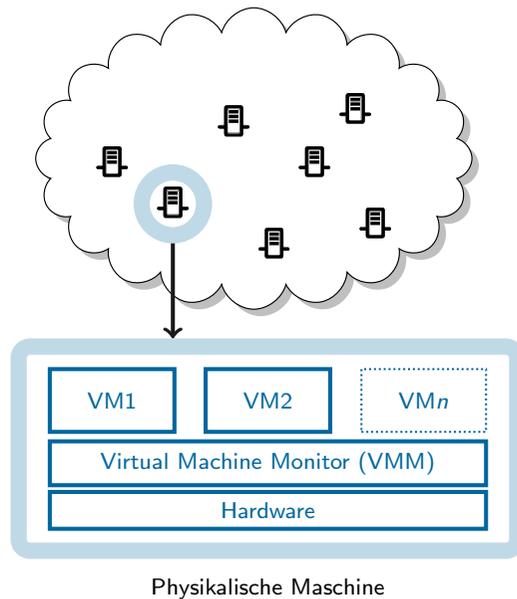
- Wieso entstand Cloud Computing zu dieser Zeit? Wieso nicht früher?
- **Infrastruktur**, Hard- und Software-Technologie ✓
 - Commodity-Hardware → Systemaufbau aus Standardkomponenten
 - Virtualisierung
- **Systemsoftware**, Verteilte Systeme und deren Algorithmen ✓
 - Parallele, verteilte Datenverarbeitung
 - 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



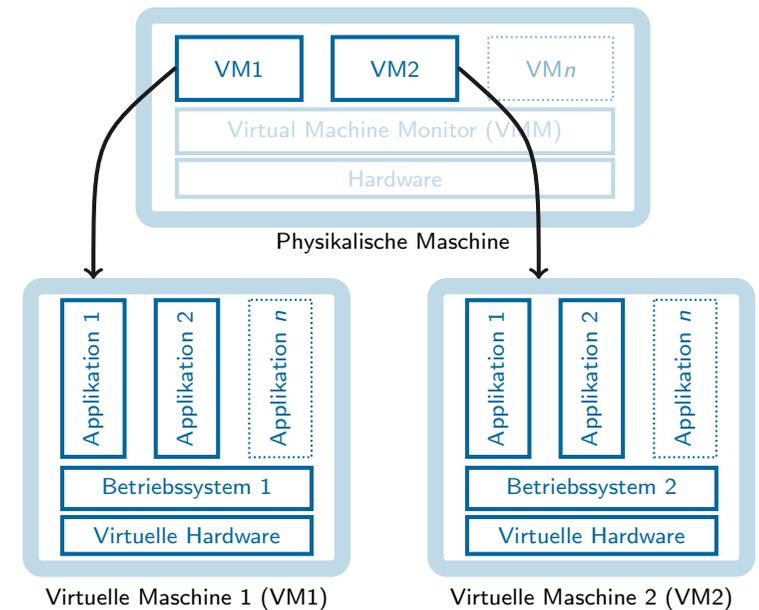
Cloud Computing: Zeitpunkt, Grundeigenschaften

- 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





Physikalische Maschine



Virtuelle Maschine 1 (VM1)

Virtuelle Maschine 2 (VM2)



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)

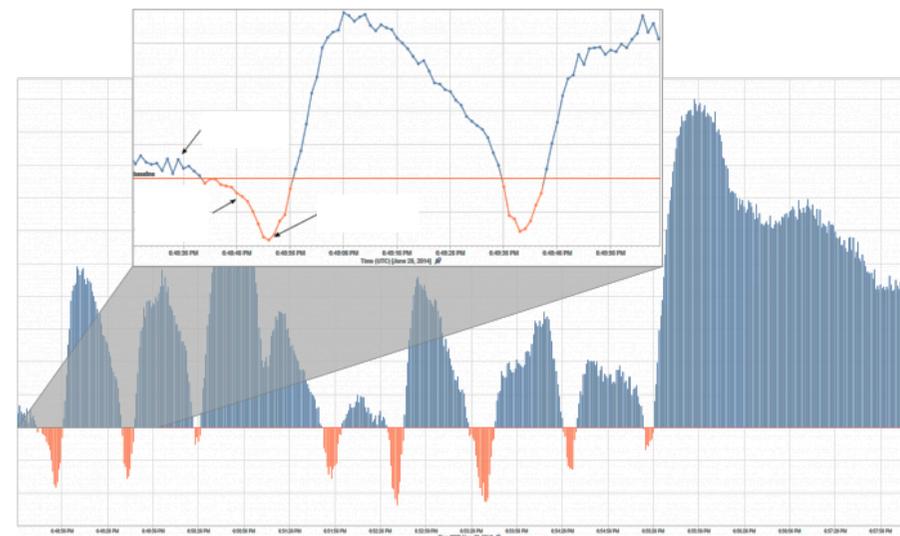


Twitter

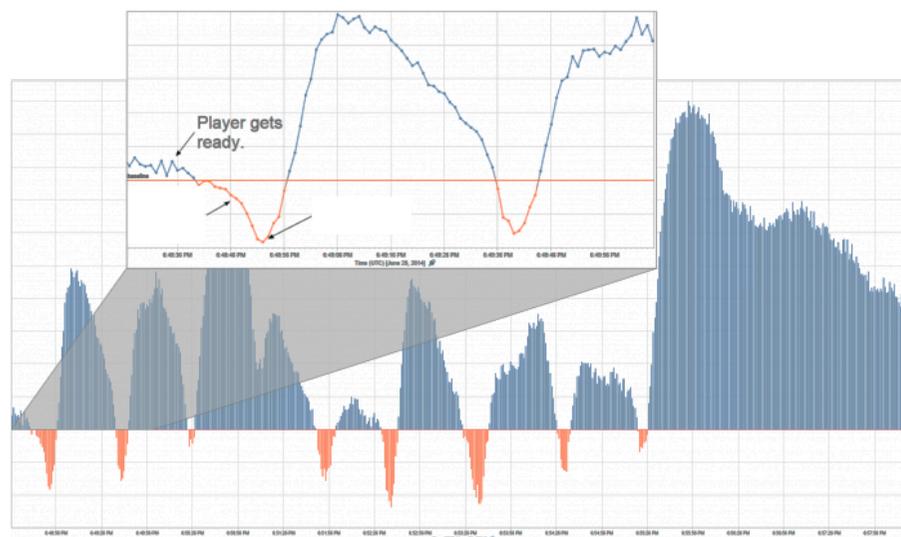
- Twitter und Cloud Computing
 - Als junges Start-Up-Unternehmen zunächst keine eigene Infrastruktur
→ ohne Cloud Computing würde Twitter nicht existieren
 - Nutzt(e) Cloud-Dienste (z. B. Amazon S3) und Projekte wie ZooKeeper
- Zahlen zu Twitter
 - 24 Milliarden Suchanfragen pro Monat
 - Google: > 100 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)



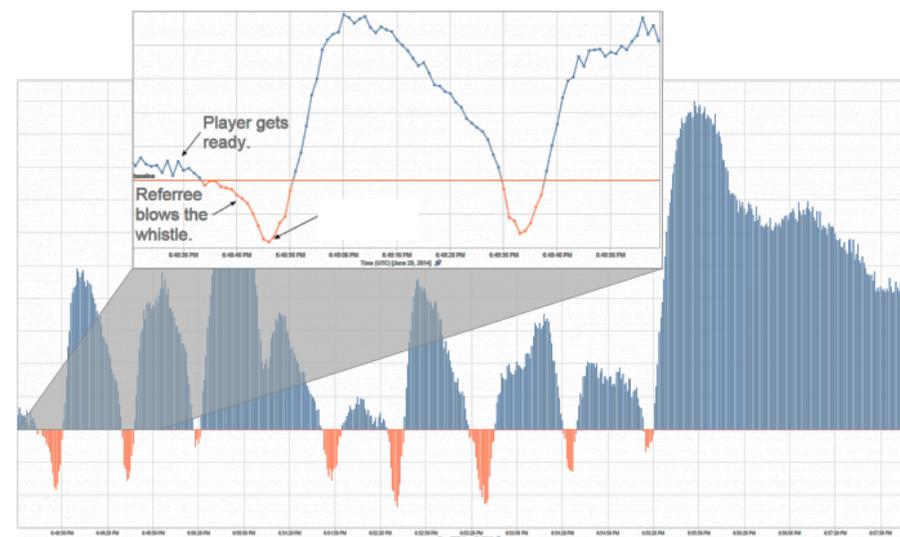
Twitter-Nachrichtenverlauf

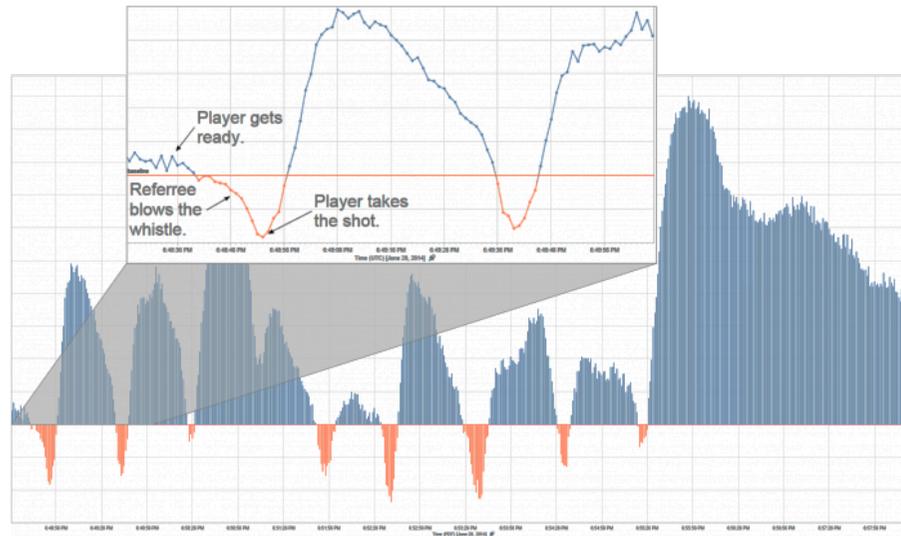


Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen



Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen





Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Wintersemester 2016/2017: Middleware – Cloud Computing

Forschung und studentische Arbeiten



WS 16/17: 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 2016
 - 5 ECTS- oder 7,5 ECTS-Modul
 - Vergleichbarer Vorlesungs- und Übungsmodus
 - Erste Vorlesung am Do., 20.10.2016 um 10:15 Uhr in Raum 0.031-113



Überblick

Evaluation

Prüfung

Cloud Computing

Begriffsklärung

Grundeigenschaften

Basistechnologie Virtualisierung

Exkurs: Amazon und Twitter

Wintersemester 2016/2017: Middleware – Cloud Computing

Forschung und studentische Arbeiten



Forschungsgebiete

- Energiegewahre Programmierung
 - Christopher, Heiko, Peter W., Stefan, Timo
 - <http://www4.cs.fau.de/Research/SEEP/>
 - DFG-Projekt BATS
 - DFG-Projekt PAX
 - DFG-Projekt LARN
- Verteilte energiegewahre Systeme
 - Christopher
 - <http://www4.cs.fau.de/~ceibel>
- Energiegewahre parallele Systeme
 - Stefan
 - <http://www4.cs.fau.de/~reif>



- Mögliches Anwendungsszenario:



BATS: Dynamic Adaptable Applications for Bats Tracking by Embedded Communicating Systems

- Energieanalysewerkzeuge bereitstellen mit Auswirkungen auf
 - Energiemodelle
 - Messmethodik
- Energie{effizienz,proportionalität} im verteilten System erhöhen
 - Dynamische Anpassung an gegenwärtige Auslastung
 - Heterogenitätsaspekte
 - Einhalten eines Leistungs-/Energiegesamtbudgets
 - Verwirklichung von QoS-Garantien
 - ...
- Studentische Arbeiten (BA/MA/MP)
 - ↔ Mail an Christopher <ceibel@cs.fau.de>



PAX

Power-Aware Critical Sections (PAX)

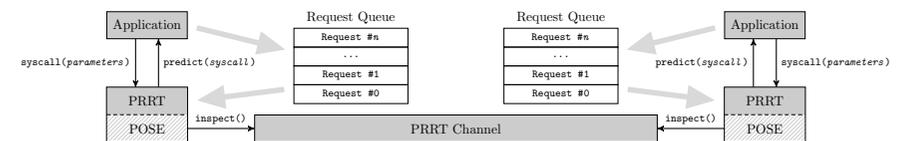
PAX

- 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

