

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



# Besprechung der Evaluationsergebnisse



FH • Dekanat der TF • Martensstr. 54 • 91054 Erlangen

Herr  
Dr.-Ing. Tobias Distler  
(PERSONLICH)

## SS'18: Auswertung zu Übungen zu Verteilte Systeme

Sehr geehrter Herr Dr.-Ing. Distler,

Sie erhalten hier die Ergebnisse der automatisierten Auswertung der Lehrveranstaltungsevaluation im SS'18 zu Ihrer Umfrage vom Typ "Übung":

- Übungen zu Verteilte Systeme -

Es wurde hierbei der Fragebogen -\_s18u1 - verwendet, es wurden 21 Fragebögen von Studierenden ausgefüllt.

Die Note 1 kennzeichnet hierbei eine maximale Güte, die Note 5 eine minimale Güte für die einzelnen Fragen bzw. Mittelwerte.

Der Kapitel-Indikator für "Hauptfragen zu Lehrveranstaltung und Dozentin/Dozent" zeigt den Mittelwert der 6 Hauptfragen und damit den Lehrqualitätsindex (LQI), dieser wird für die Bestenlisten der verschiedenen Kategorien, und zur Qualitätsicherung durch die Studienkommissionen verwendet.

Der Kapitel-Indikator für "Weitere Fragen zu Lehrveranstaltung und Dozentin/Dozent" zeigt den Mittelwert für die restlichen Einzelfragen, diese dienen nur der Information der Dozentinnen/Dozenten.

Bei den Einzelfragen werden je nach Fragen-Typ die Anzahl und Verteilung der Antworten, Mittelwert und Standardabweichung aufgelistet.

Die Text-Antworten für jede offene Frage sind zusammengefasst aufgelistet.  
Eine Profilline zeigt den Vergleich zu den Mittelwerten aller Rückläufer für diesen Fragebogen-Typ.  
Die Profilline eignet sich auch zur Präsentation in der LV.

Eine Einordnung Ihrer Bewertung ist nach Abschluss der Ergebnisauswertung unter

<http://eva.fau.de> -> Ergebnisse -> SS18 möglich, siehe Bestenlisten, Percentile, etc.

Bitte melden Sie an [evaluation@fau.de](mailto:evaluation@fau.de) die Anzahl der ausgegebenen TANs, wenn Sie das bis jetzt veräumt haben.

Mit freundlichen Grüßen

Kai Willner (Studiendekan, [kai.willner@fau.de](mailto:kai.willner@fau.de))  
Jürgen Fricke (Evaluationskoordinator, [evaluation@fau.de](mailto:evaluation@fau.de))



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



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

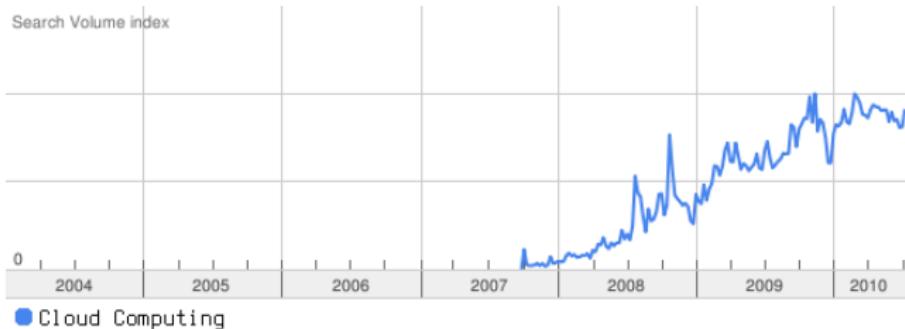


»We call it cloud computing (...) «

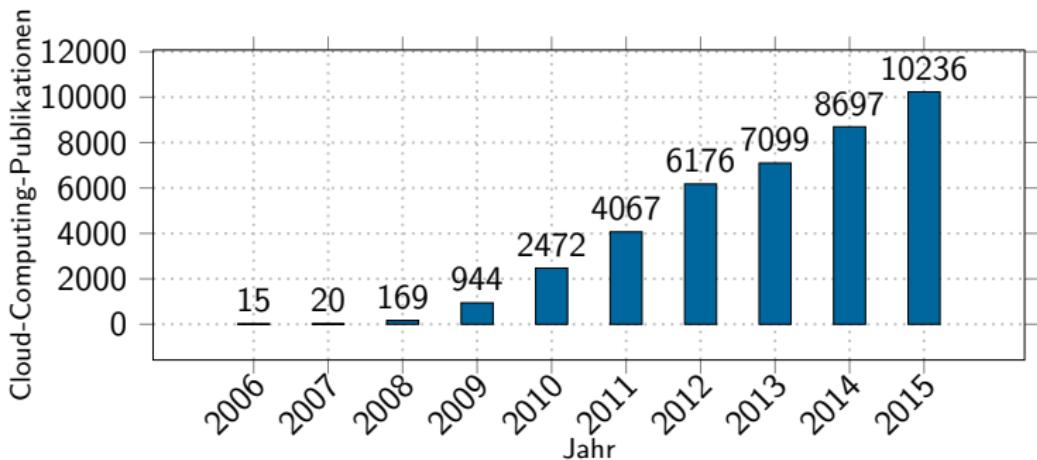


Eric Schmidt ([Google](#))

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



# Cloud Computing: . . . und seine Folgen.



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



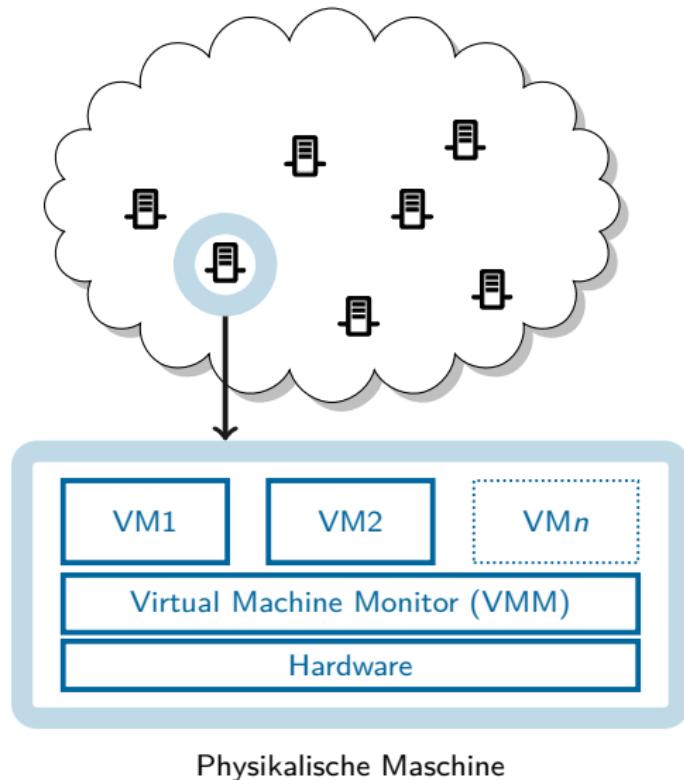
- Wieso entstand Cloud Computing zu dieser Zeit? Wieso nicht früher?
- **Infrastruktur**, Hard- und Software-Technologie ✓
  - Commodity-Hardware → Systemaufbau aus Standardkomponenten
  - Virtualisierung
- **Systemsoftware**, Verteilte Systeme und deren Algorithmen ✓
  - Parallele, verteilte Datenverarbeitung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



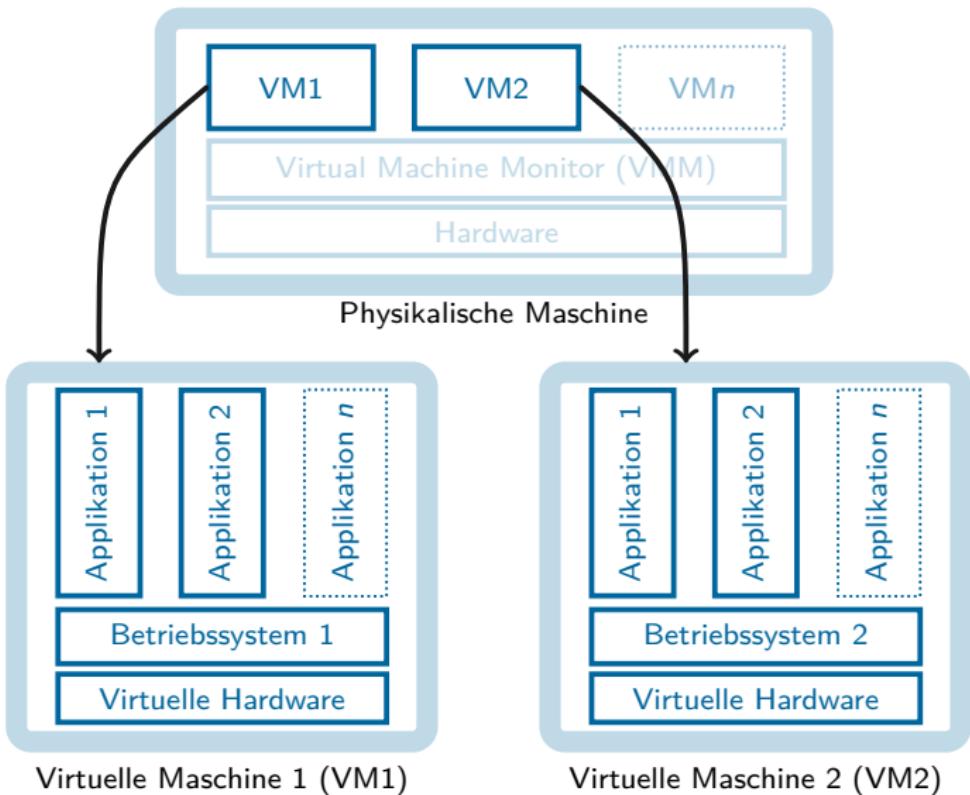
- Erfüllbarkeit der Grundeigenschaften von Cloud-Computing-Systemen
- **Skalierbarkeit**, unter Wahrung von:
  - Konsistenz (*Consistency*)
  - Verfügbarkeit (*Availability*)
  - Partitionstoleranz (*Partition tolerance*)→ CAP-Theorem
- **On-Demand**, zum Ermöglichen von:
  - dynamischer Zuordnung von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



# Basistechnologie Virtualisierung



# Basistechnologie Virtualisierung

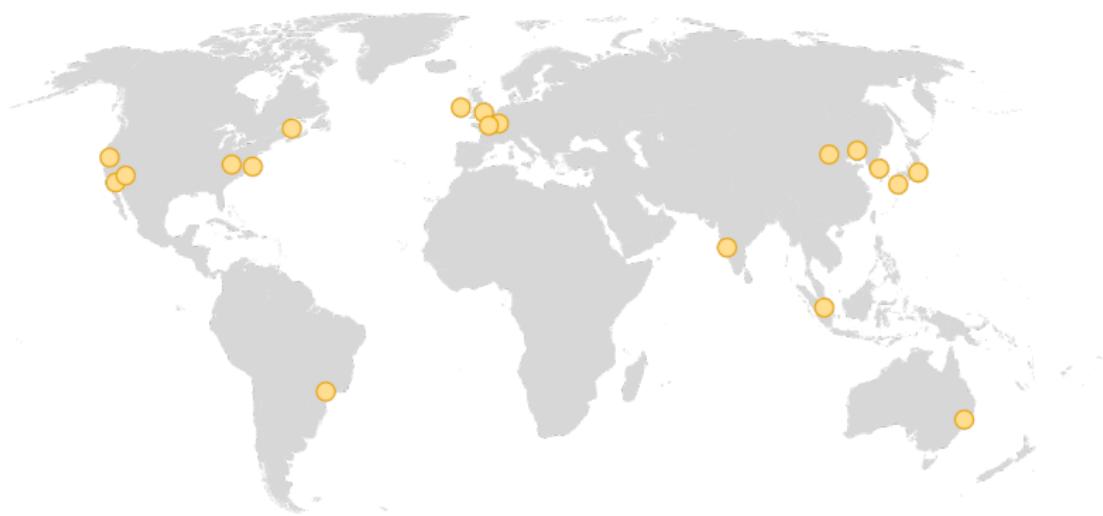


# Amazon: Amazon Web Services (AWS)

- 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)



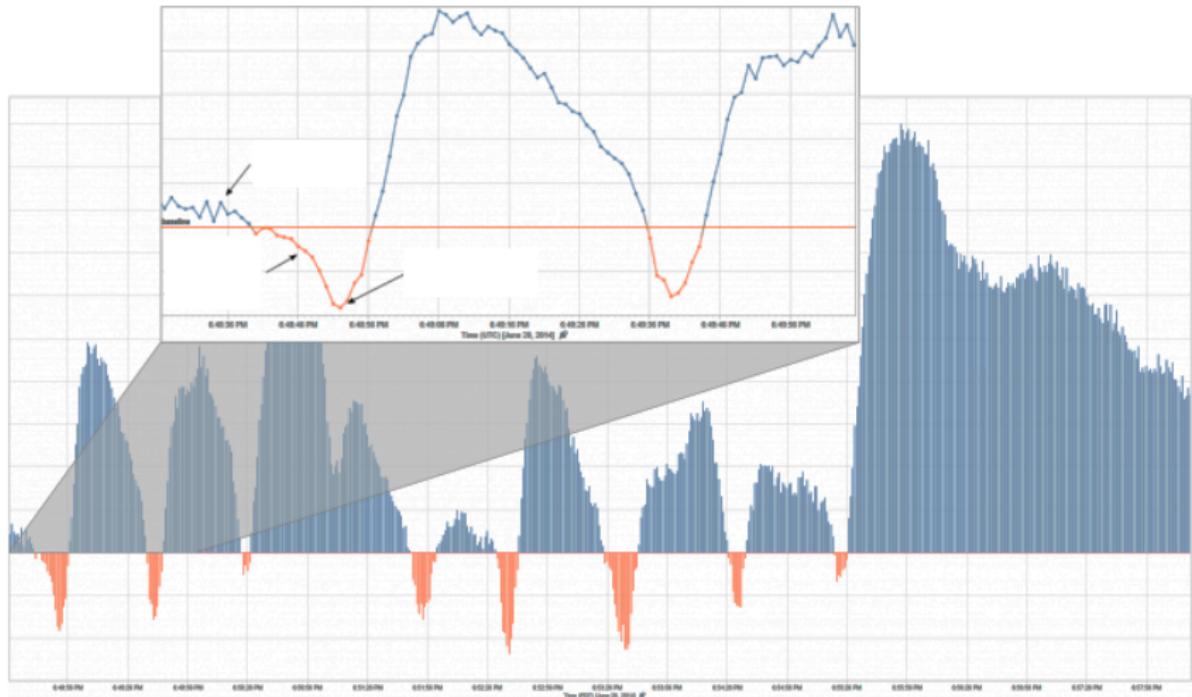
● AWS-Regionen



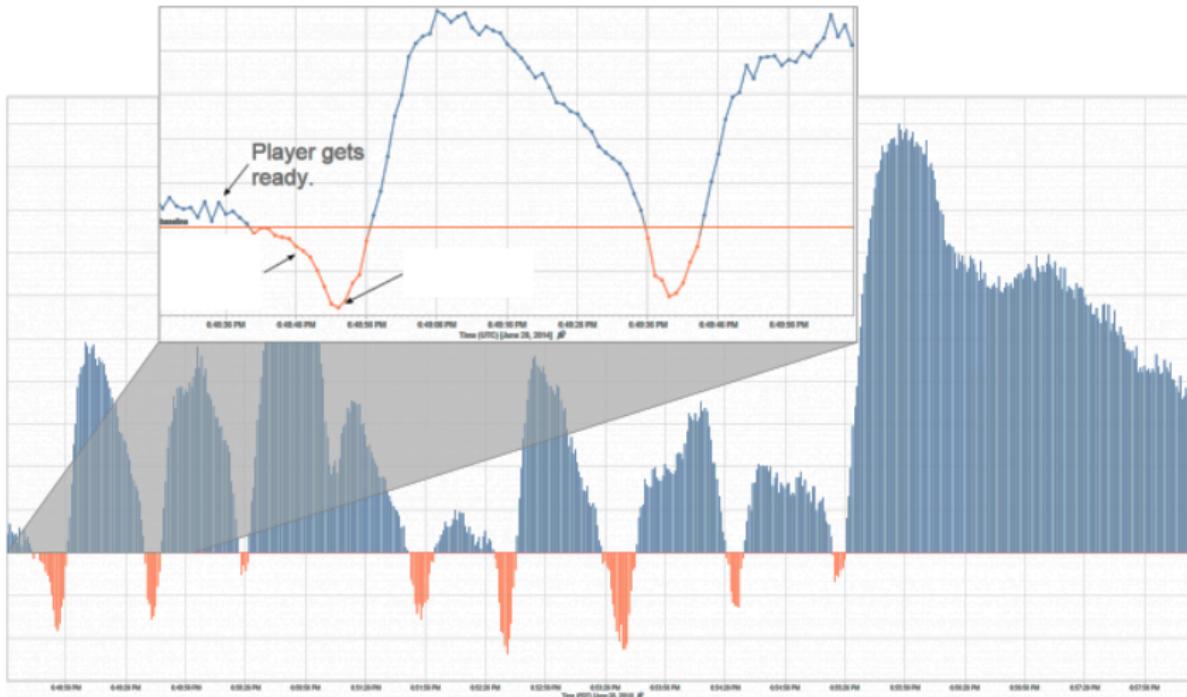
- Twitter und Cloud Computing
  - Als junges Start-Up-Unternehmen zunächst keine eigene Infrastruktur  
→ ohne Cloud Computing würde Twitter nicht existieren
  - Nutzt(e) Cloud-Dienste (z. B. Amazon S3) und Projekte wie ZooKeeper
- Zahlen zu Twitter
  - 24 Milliarden Suchanfragen pro Monat
    - Google: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



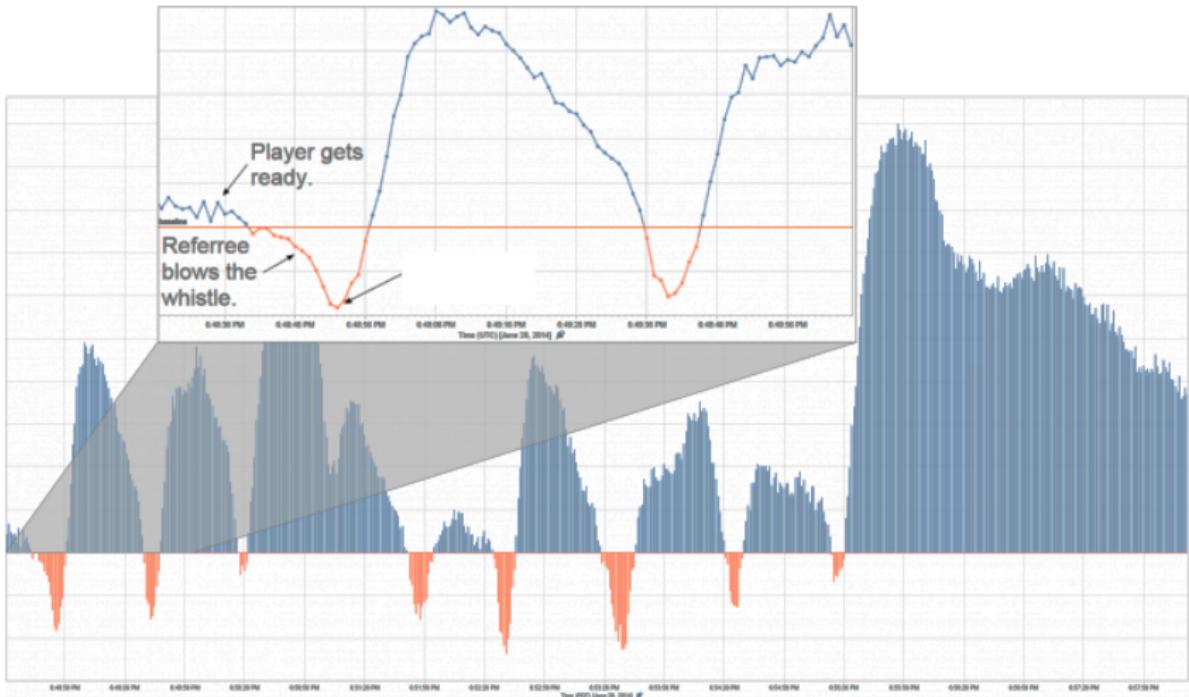
# Twitter-Nachrichtenverlauf



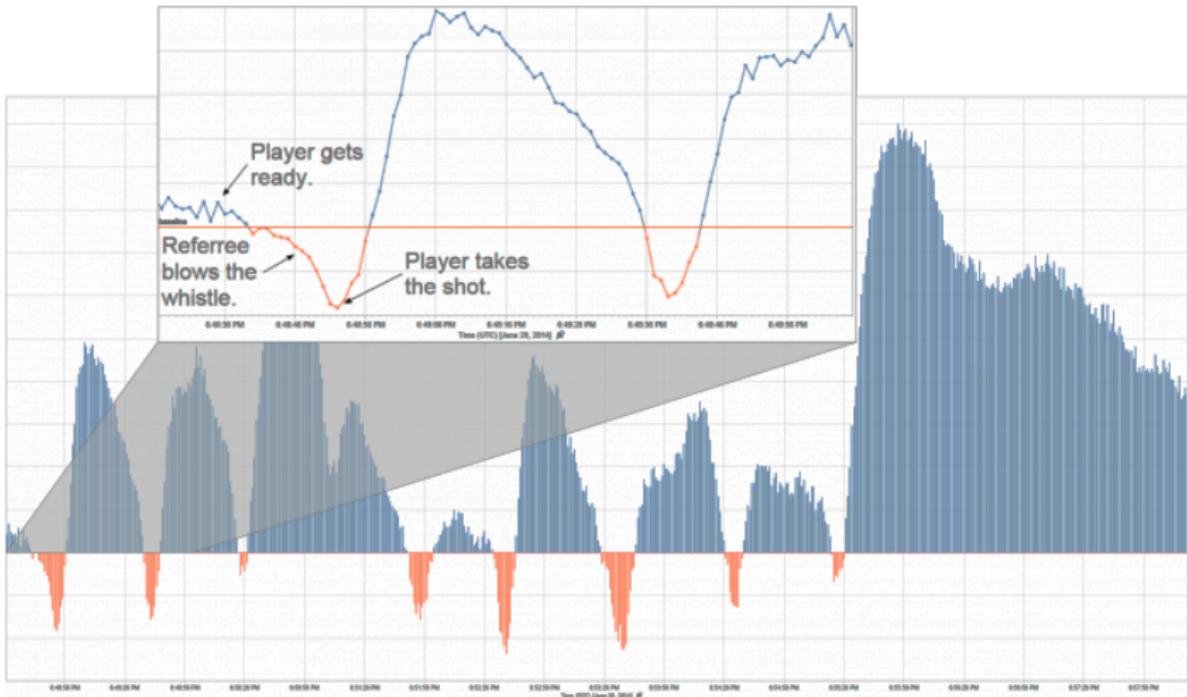
# Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen



# Twitter-Nachrichtenverlauf: Elfmeterschießen



# 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



- 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



- Fokus der Arbeit am Lehrstuhl für Informatik 4
  - Echtzeitsysteme
  - Betriebssysteme
  - Verteilte Systeme
- **Masterseminar:** Ausgewählte Kapitel der Systemsoftware (AKSS)
  - Hauptverantwortliche: Tobias, Benedict, Michael
  - Modus: Ausarbeitung ( $\geq 6$  Seiten) + Vortrag (30 Min.)
  - Themenvorschläge
    - Machine-Learning
    - Microservices
    - Blockchains
    - Datenstromverarbeitung
    - ... (siehe: [https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS18/MS\\_AKSS/](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



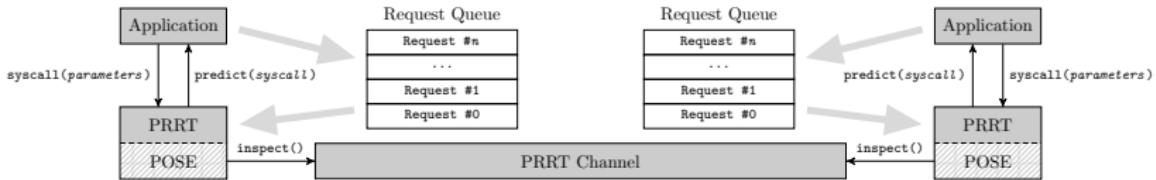
## Power-Aware Critical Sections (PAX)



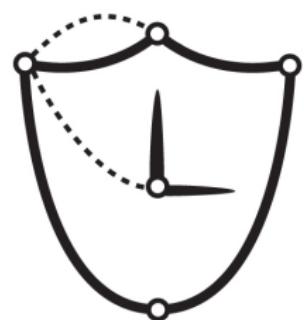
- Automatische Extraktion kritischer Abschnitte
  - Sprachnotation zur Markierung kritischer Abschnitte
  - Programmanalyse und LLVM-Integration
- Adaption der Konzepte zur energiegewahren Programmierung
  - Energiebewertung kritischer Abschnitte (Messungen, Energiemodelle)
  - Systemoptimierung



## Latenz- und Resilienz-gewahre Vernetzung (LARN)



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



# Byzantinische Fehlertoleranz

- 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](mailto:eischer@cs.fau.de)>

