

# Höchstleistungsrechnen in der Cloud

**Michael Gienger**

Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart

Stuttgart, 13.11.2018



# Agenda

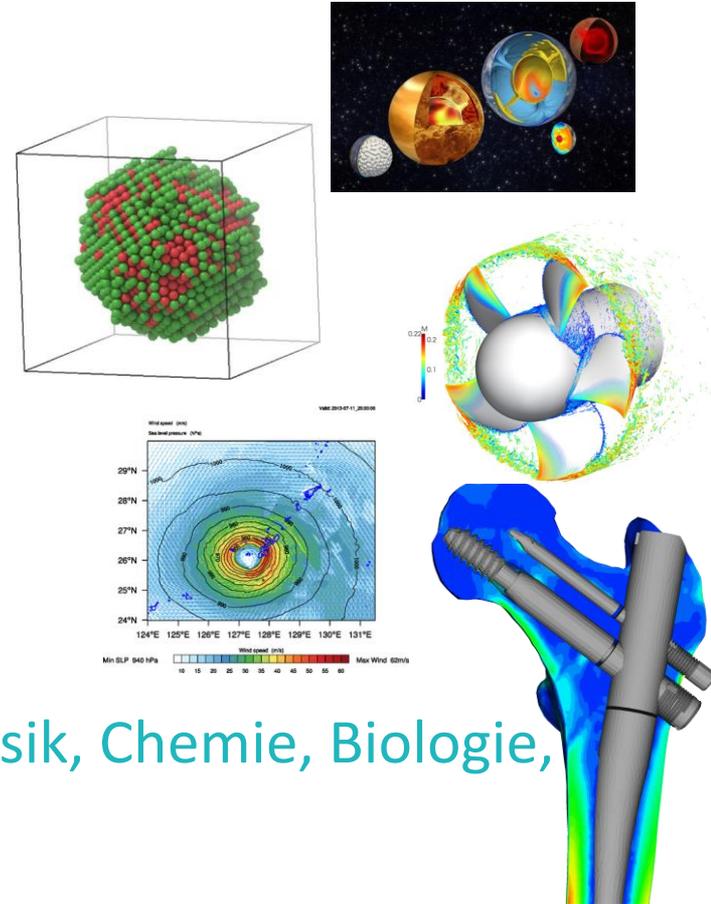
- Hintergrund
  - Höchstleistungsrechnen
  - Cloud Computing
- Motivation
- Integration
  - Ansatz
  - Resultate
- Zusammenfassung

# HINTERGRUND

Höchstleistungsrechnen & Cloud Computing

# Höchstleistungsrechnen

- Computersysteme mit maximaler Leistungsfähigkeit
  - Prozessor
  - Hauptspeicher
  - Festspeicher
- Anwendungen
  - Komplexe Problemstellungen
    - Nebenläufigkeit & Skalierbarkeit
    - Datendurchsatz
    - Langfristige Berechnungen
  - Klimatologie, Astro- oder Teilchenphysik, Chemie, Biologie, Ingenieurwissenschaften, ...



**Cloud Computing** is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.

# Vergleich: Cloud ↔ HPC

## Cloud Computing

- Skaliert über die Anzahl an Instanzen → Verbesserte Verfügbarkeit
- Instanzen (Virtuelle Maschinen) stellen die Dienste bereit
- Latenztolerant
- Replikation
  - Ganze Services mit Status
- Vereinfachter Zugriff
  - Benutzerorientiert
- Unterschiedliche Plattformen unterstützt

## Höchstleistungsrechnen

- Skaliert über die Anzahl von Prozessen / Threads → Verbesserte Leistungsfähigkeit
  - Kann eine potentiell unlimitierte Anzahl an Prozessoren adressieren
- Instanzen sind leistungsfähige Server
- Latenzintolerant
- Replikation kann nur schwer realisiert werden
  - Typischerweise: Datenreplikation
- Komplexer Zugriff
  - Leistungsorientiert
- Hochspezialisierte Plattformen

# MOTIVATION

Höchstleistungsrechnen & Cloud Computing

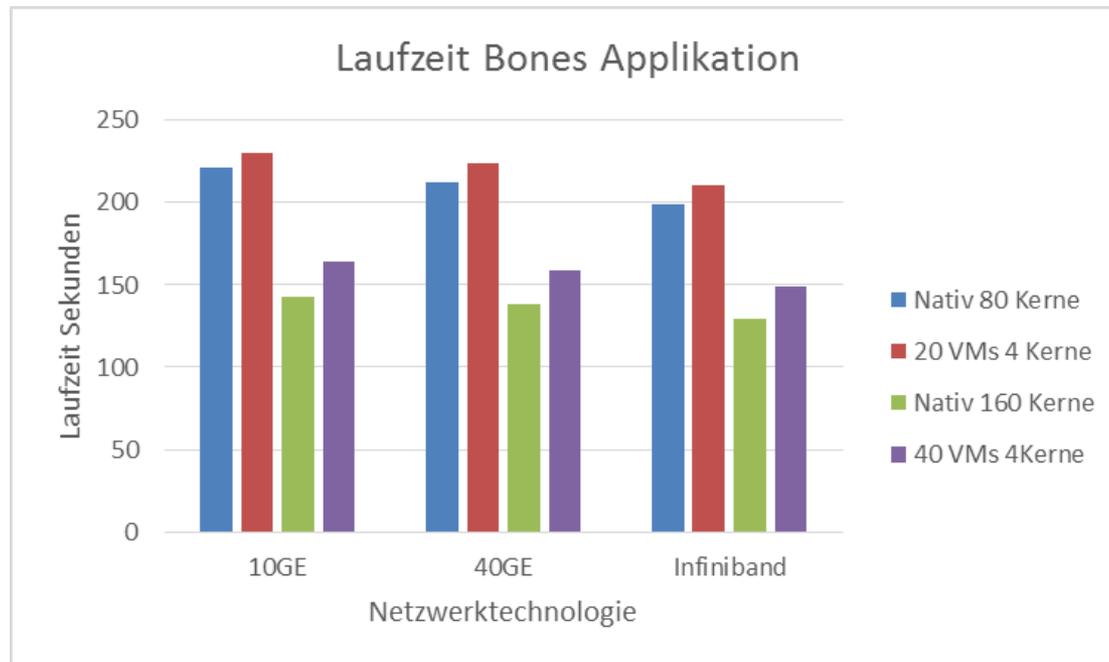
## Motivation

- HPC und Cloud Computing sind keine Konkurrenten
  - Unterschiedliche Märkte und individuelle Ziele
  - Unterschiedliche Betriebs- und Geschäftsmodelle
  - Unterschiedliche Dienste und Anwendungen

**Warum sollten beide Modelle kombiniert werden ?**

- Vereinfachter Systemzugriff
  - » Kontrolle
  - » Applikationstransfer
- Vergrößertes Serviceportfolio
  - » HPC as a Service

# HPCaaS 2014

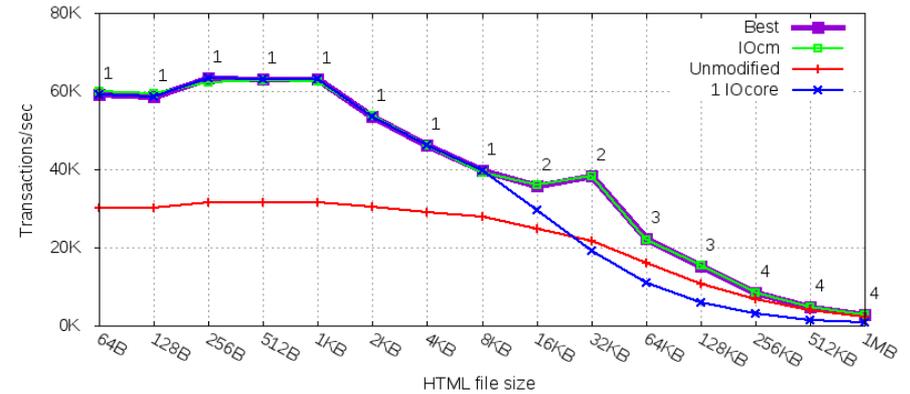
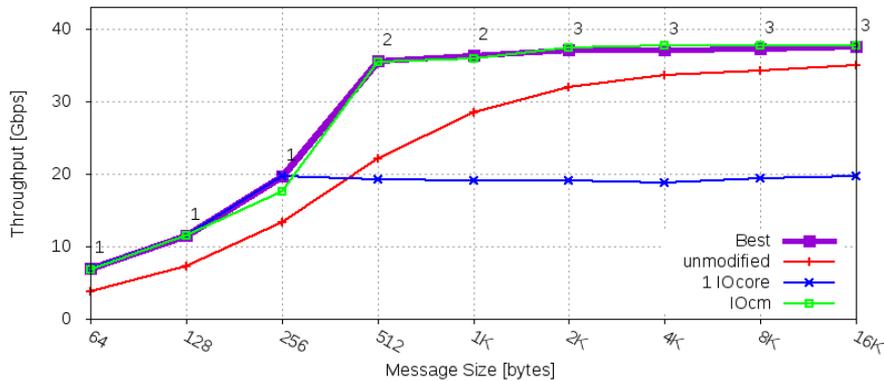


**14% Leistungsverlust:  
Was hat sich seit dem Jahr 2014 getan ?**

# INTEGRATION

HPC as a Service

# Ansatz



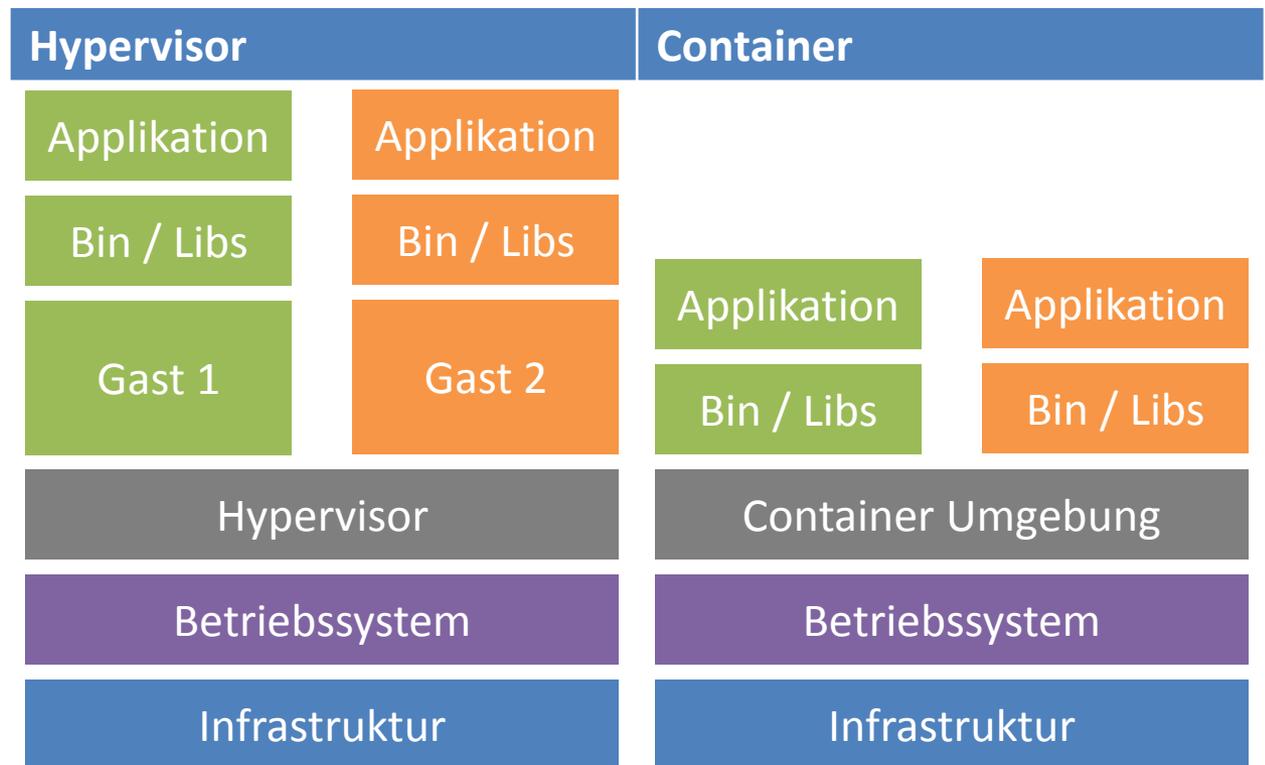
## HPCaaS benötigt vollintegrierte, hoch performante Plattformen

- Optimierte Compiler und Bibliotheken
- Volle Virtualisierung vermeiden
- => Hypervisors sind keine Alternative mehr
- => Container

# Technologiebasis

	Hypervisor	Container
Virtualisierung	Hardware Virtualisierung	Betriebssystemvirtualisierung
Leistungsfähigkeit	Limitiert	Hoch
Startzeit	21s	1.5s
Speicherplatzbedarf	Hoch	Gering
Hauptspeicheranforderung	Hoch	Gering
Konfigurierbarkeit	Komplex	Flexibel
Gast Tuning	Blackbox	Direkte Informationen
Sicherheit	Komplett isoliert	Teilisoliert

# Technologiebasis



# Container Laufzeitumgebungen



## Shifter

- 1.712 Beiträge
- 11 Beitragende
- 5 Versionen



## Singularity

- 7.557 Beiträge
- 78 Beitragende
- 36 Versionen



## Docker runC

- 3.711 Beiträge
- 243 Beitragende
- 14 Versionen

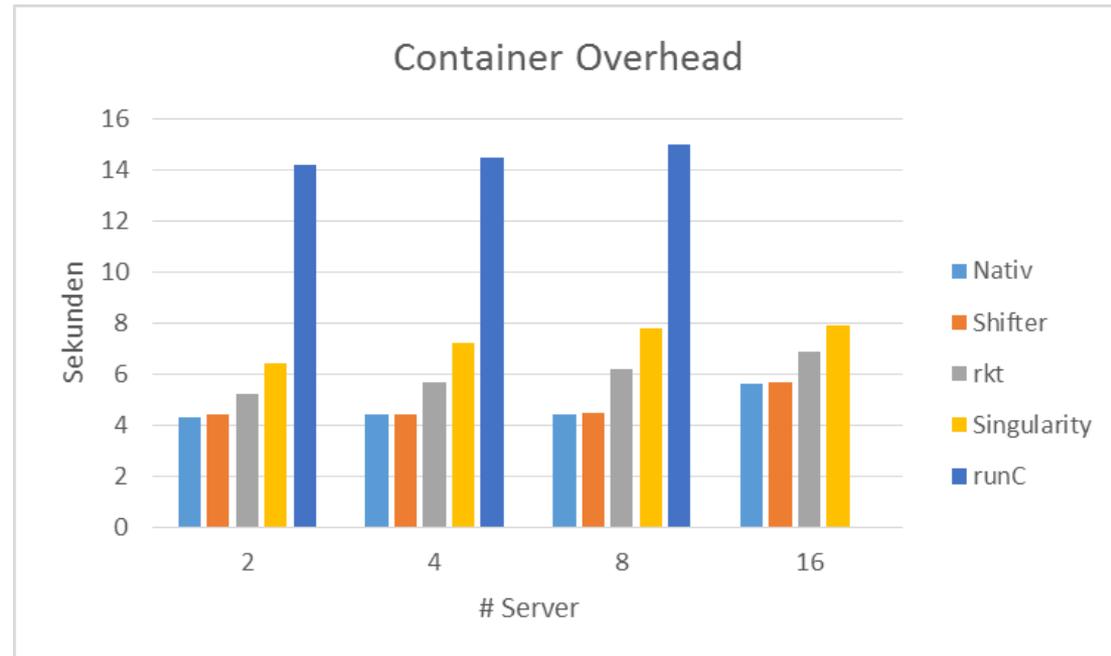


## CoreOS rkt

- 5.541 Beiträge
- 194 Beitragende
- 65 Versionen

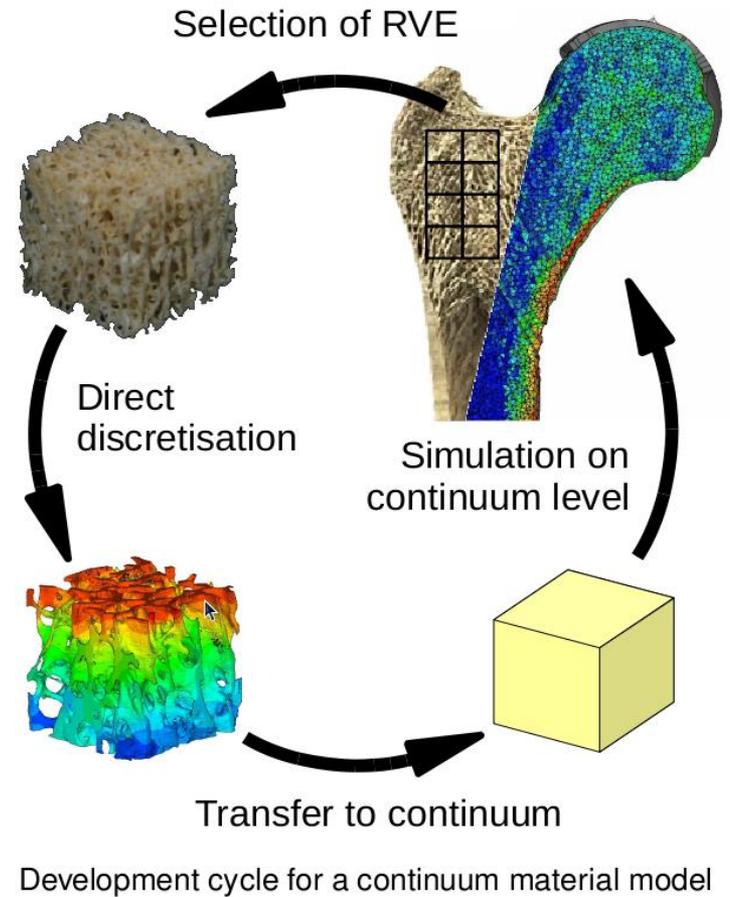
# Container: synthetischer Benchmark

- **Betriebssystem**
  - Linux Centos 6
- **Benchmark**
  - Linux Werkzeuge
  - Unterschiedliche Knotenanzahl
  - Aggregierte Laufzeit
- **Referenzwerte**
  - Linux nativ

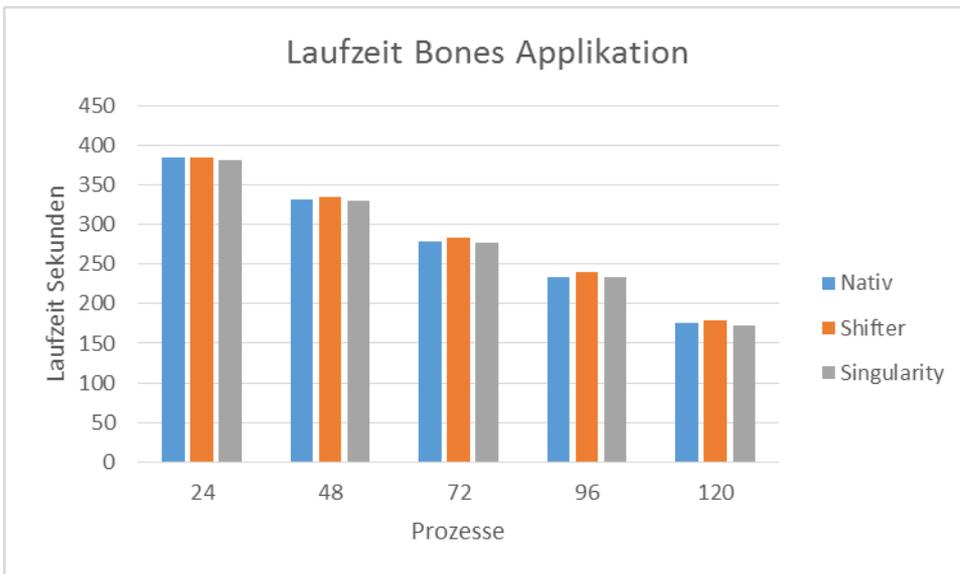


# Praktischer Benchmark: Bones

- Materialwissenschaft
  - Simulation des Aufbaus von krebstartigen Knochen
  - Basis: CT-Daten
- Materialmodell
  - Biomechanische Simulationen für Knochenimplantate
- Transferfunktion
  - Inhomogene Verteilungsfunktion von elastischem Material



# Container: praktischer Benchmark



- FORTRAN / C Applikation
  - 10 GB Input Daten
  - 20 GB Output Daten
  - Kommunikation / IO intensiv
- Laufzeitevaluation
  - “Lineare“ Skalierbarkeit
  - Nativ: 1.00
  - Shifter: 1.02
  - Singularity: 1.00

# Leistungsfähigkeit vs. Bedienbarkeit

## Leistungsfähigkeit

- Minimaler Leistungsunterschied
  - Identische Laufzeit
  - Identische Kosten
- Integration der Programmierumgebung zwingend notwendig
  - Ein Container pro Knoten
  - Systemarchitektur sehr nahe an Standard HPC Systemen
- Hohe Leistungsfähigkeit nicht für alle Applikationen gegeben

## Bedienbarkeit

- Vollständige Kontrolle
  - Anpassungen für Applikationen können reduziert werden
- Sicherheit
  - Private Umgebungen können aufgebaut werden
  - Wartung der Container erforderlich
- Vereinfachter Zugriff
  - Kundenorientierung

# ZUSAMMENFASSUNG

## Zusammenfassung

- HPC in der Cloud ist eine Alternative
  - Betriebsmodelle von Cloud und HPC Systemen können kombiniert werden
- Leistungsfähigkeit moderner Containerlösungen sehr gut
  - Container bieten beinahe native Leistungsfähigkeit
  - Hypervisoren bieten mehr Sicherheit auf Kosten der Performance
    - Aufgrund der hohen Kosten keine Alternative mehr für HPCaaS !
- HPC as a Service erfordert eine HPC Umgebung
  - Hardwarekomponenten
    - Prozessoren, Netzwerk, Speicheranbindung, ...
  - Compiler & Bibliotheken
    - Nur durch transparente Softwareintegration kann die Leistungsfähigkeit garantiert werden

Danke !

Fragen ?

Michael Gienger  
Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart  
Nobelstrasse 19  
70569 Stuttgart  
Telefon: +49-711-685-63824  
Email: gienger@hls.de