Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Fakultät Informatik

Softwaretechnik und Medieninformatik

Bachelorthesis

Evaluierung verschiedener Container Technologien

Corvin Schapöhler
751301

Semester 2018

Firma:	NovaTec GmbH
Betreuer:	Dipl.-Ing. Matthias Haeussler
Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Kai Warendorf
Zweitprüfer:	Prof. Dr. Dipl.-Inform. Dominik Schoop

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Corvin Schapöhler, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel Evaluierung verschiedener Container Technologien selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebene Literatur und Hilfsmittel verwendet habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht in gleicher oder anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Stuttgart, 22. März 2018	
Ort, Datum	Corvin Schapöhler

Kurzfassung

Stichwörter: *Container, Docker, Cloud Native, OCI, Linux, rkt, Evaluation*

Abstract

Keywords: *Container, Docker, Cloud Native, OCI, Linux, rkt, Evaluation*

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Welt wird immer stärker vernetzt. Durch den Drang, Anwendungen für viele Nutzer zugänglich zu machen besteht der Bedarf an Cloud-Diensten wie Amazon Web Services (AWS). Eine dabei immer wieder auftretende Schwierigkeit ist es, die Skalierbarkeit des Services zu gewährleisten. Selbst wenn viele Nutzer gleichzeitig auf einen Service zugreifen, darf dieser nicht unter der Last zusammenbrechen.

Bis vor einigen Jahren wurde diese Skalierbarkeit durch Virtuelle Machinen (VMs) gewährleistet. Doch neben großem Konfigurationsaufwand haben VMs auch einen großen Footprint und sind für viele Anwendungen zu ineffizient. Eine Lösung für dieses Problem stellen Container.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Containering und zeigt auf, wie diese den Entwicklungszyklus für Entwickler und DevOps erleichtern.

1.2 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn dieser Arbeit werden die Grundlagen der Containertechnologie erklärt. Dabei wird darauf eingegangen, wie Container eine vollständige Isolation des Kernels schaffen. Um die technischen Grundalgen zu verstehen, wird eine eigene Abstraktion eines Container-Prozesses geschaffen.

Dabei wird ein Prozess auf einem Linux Hostsystem vollständig isoliert und die Kapselung dieses gezeigt. Es wird erkenntlich, dass die Isolation einzelner Prozesse auf Linux durch Kernelfeatures ermöglicht wird.

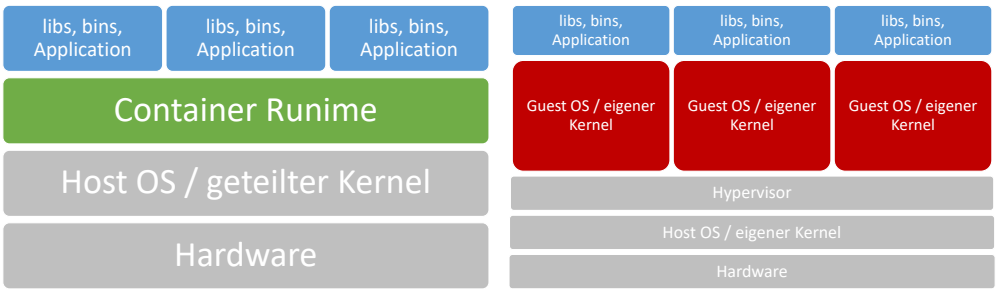
Folgend werden Standards für Container-Technologien aufgezählt. Diese sind in den letzten Jahren durch den Boom der Technologie unerlässlich geworden. Dabei wird vor allem der Open Container Initiative (OCI) Standard näher beleuchtet, der sich durch die Vielzahl der kooperierenden Firmen durchsetzt.

Im Folgenden wird ein Blick auf die Geschichte der Technologie geworfen und anhand dieser erklärt, wie Docker die am weitesten verbreitete Technologie wurde. Zudem werden alternative Softwarelösungen zu Docker vorgestellt und miteinander verglichen. Dabei soll ein Fokus auf die Aspekte Konfiguration, Sicherheit und Orchestrierung der Container gelegt werden.

Zum Abschluss der Arbeit wird ein Blick in die Zukunft gewagt und Container im Zusammenhang mit Serverless Technologien gebracht.

2 Grundlagen

Container werden häufig als leichtgewichtige VMs beschrieben. Dies ist allerdings nicht ganz richtig. Wie in Abbildung 1 zu erkennen, virtualisieren Container kein vollständiges Operating System (OS), sondern lediglich das benötigte Dateisystem. Dabei wird der Kernel des Hosts nicht virtualisiert, sondern mitverwendet. Dies macht Container deutlich leichtgewichtiger als VMs, isoliert allerdings weniger umfangreich als diese. So werden bei Containern Kernelfunktionen mit dem Host-OS geteilt. VMs isolieren diese Funktionen in eigenen virtuellen Betriebssystemen.



(a) Container (b) VMs

Abbildung 1: Container Isolation im Vergleich zu VMs

Dieses Kapitel behandelt alle benötigten Grundlagen, die zur Isolation eines Prozesses benötigt werden. Es werden vorhandene Standards wie die OCI und benötigte Systemcalls wie Change Root (chroot) näher erläutert. Zudem wird beschrieben, wie die Isolation, die Container bieten, durch Systemmittel des LinuxKernels selber erreicht werden kann.

2.1 Standards

2.1.1 App Container

App Container (appc) ist ein Standard, der viele Aspekte innerhalb der Container-Landschaft behandelt. Dabei liegt die Hauptaufgabe darin, eine Laufzeitumgebung wie auch das Imageformat und die Verbreitung von Images zu spezifizieren. Seit 2016 wird das Projekt nicht mehr aktiv weiterentwickelt. Bestandteile der appc wurden von der OCI übernommen und dienen als Vorlage für die Spezifikation dieser.

2.1.2 Open Container Initiative

Die OCI ist eine Initiative, die seit 2015 unter der Linux Foundation agiert. Das Ziel der OCI ist es, einen offenen Standard für Container zu schaffen, sodass die Wahl der Container-Laufzeitumgebung nicht mehr zu Inkompatibilität führt. Dabei liegt der Fokus auf eine einfache, schlanke Implementierung (Open Container Initiative, 2018).

Die OCI arbeitet aktuell an zwei Spezifikationen. Die runtime-spec standardisiert die Laufzeitumgebung von Containern. Dabei wird festgelegt, welche Konfiguration, Prinzipien und Schnittstellen Laufzeitumgebungen stellen müssen. Um die Umsetzung der runtime-spec zu fördern, stellt die OCI eine beispielhafte Implementierung durch runC.

	Standard		Container Runtime	
	OCI	appc	Docker	rkt
Container Image	✖	✔	OCI image-spec	appc Image Format
Image Verbreitung	✖	✔	Docker Registry	appc Discovery Spec
Lokales Speicherformat	✔	✖	keine Spezifikation	keine Spezifikation
Runtime	✔	✔	runC	appc runtime Spec

Tabelle 1: Standards OCI und AppC im Vergleich (Polvi, 2015)

Das zweite Projekt der OCI ist die image-spec. Dieses versucht einen Standard

für Images zu definieren. Dabei plant die OCI nicht, vorhandene Image-Formate zu ersetzen, sondern auf diesen Aufzubauen und sie zu erweitern (Open Container Initiative, 2018).

Wie in Tabelle 1 zu sehen, wurden einige Konzepte des appc-Projekts in die OCI übernommen. Vor allem die Image-Spezifikation wurde durch die Mitarbeit ehemaliger appc-Maintainer gefördert. Allerdings sind einige Projekte noch nicht übernommen worden. So gibt es keine OCI Spezifikation für die Verbreitung von Images, eines der meistgenutzten Features verschiedener Container-Runtimes. Um die Weiterentwicklung an solchen Projekten zu fördern wurden einige in die Cloud Native Computing Foundation (CNCF) übernommen (Polvi, 2015).

2.1.3 Cloud Native Computing Foundation

Die CNCF beschäftigt sich im Gegensatz zur OCI nicht nur mit Containern, sondern der kompletten Cloud-Native-Landschaft. Projekte wie Kubernetes (K8) und Prometheus werden durch die CNCF weiterentwickelt und publiziert (CNCF, 2017). Da der Cloud-Native Entwicklungsprozess von Containern getragen wird, spielen Technologien wie containerd und rkt eine entscheidende Rolle für die CNCF.

Abbildung 2: CNCF Container Runtime Landschaft (CNCF, 2018)

Neben Container-Runtimes beinhaltet die CNCF auch Projekte zur Orchestrierung wie K8, Logging und Monitoring wie auch Spezifikationen, zum Beispiel die TUF, eine Spezifikation die standardisiert, wie Softwarepakete upgedatet

werden sollen CNCF, 2018.

2.2 Funktionsweise

Container isolieren einzelne Prozesse durch verschiedene Kernel-Technologien, die im Folgenden erklärt werden sollen.

2.2.1 Change Root

Chroot ist ein Unix Systemaufruf, der es erlaubt einen Prozess in einem anderen Wurzelverzeichnis auszuführen (McGrath, 2017). Daraus folgt, dass der Prozess in einer eigenen Verzeichnisstruktur arbeitet und keine Dateien des Host-OS ändern kann. Chroot erlaubt somit die Isolierung des Dateisystems, die Container nutzen.

2.2.2 Control Groups

control groups (cgroups) dienen dazu, Systemressourcen für einzelne Prozesse zu limitieren.

beschreibe cgroups, siehe (Heo, 2015)

2.2.3 Namespaces

2.2.4 Windows Hyper-V Container

RunC Erklärung und ausführliche Beschreibung (libcontainer, runC, containerd ?, ...

2.3 Eigene Implementierung

Um die technischen Grundlagen zu vertiefen wurde eine eigene Container-Runtime entwickelt, die einen in Python geschriebenen Prozess isoliert und

vom Hostsystem abschottet.

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Listings

Akronyme

appc App Container.

AWS Amazon Web Services.

cgroup control group.

chroot Change Root.

CI Continous Integration.

CNCF Cloud Native Computing Foundation.

K8 Kubernetes.

OCI Open Container Initiative.

OS Operating System.

VM Virtuelle Machine.

Glossar

Cloud-Native Cloud-Native Anwendungen sind spezifisch für Cloud-Architekturen entwickelt. Sie spalten meistens große Funktionalitäten in kleine Microservices, die mittels API miteinander kommunizieren und sind somit skalierbar, loose gekoppelt und ausfallsicherer als Full-CLient Anwendungen.

DevOps DevOps (von *Development* und *Operations*) dienen der einfacheren Auslieferung von Software an Entwickler wie an den Kunden. Dabei verwenden sie Continous Integration (CI) Tools wie Jenkins um eine automatisierte Bereitstellung zu gewährleitsen.

Image Ein Container Image ist eine Datei, die spezifiziert, wie ein Container vond er Laufzeitumgebung ausgeführt werden soll.

Kernel Der Kernel ist der Kern eines Betriebssystems. In ihm werden die elementaren Bestandteile des Betriebssystems implementgiert.

Literatur

CHIANG, Eric, 2017. *Containers from Scratch*. Auch verfügbar unter: https://ericchiang.github.io/post/containers-from-scratch/.

CNCF, 2017. *Cloud Native Computing Foundation*. Auch verfügbar unter: https://www.cncf.io/.

CNCF, 2018. *CNCF Cloud Native Interactive Landscape*. Auch verfügbar unter: https://landscape.cncf.io/.

CREQUY, Simone Gotti; Luca Bruno; Iago López Galeiras; Derek Gonyeo; Alban, 2018. *App Container*. Auch verfügbar unter: https://github.com/appc.

DOCKER INC, 2018. *Docker security*. Auch verfügbar unter: https://docs.docker.com/engine/security/security/.

HARRINGTON, Brian "Readbeard", 2015. *Building minimal Containers: Getting Weird with Containers*. Auch verfügbar unter: https://github.com/brianredbeard/minimal_containers.

HEO, Tejun, 2015. *Control Group v2*. Auch verfügbar unter: https://www.kernel.org/doc/Documentation/cgroup-v2.txt.

MATTHIAS, Karl; KANE, Sean P., 2015. *Docker: Up & Running: Shipping Reliable Containers in Production*. O'Reilly Media. ISBN 978-1-491-91757-2.

MCGRATH, Roland, 2017. *chroot(1) - Linux Manual Page*. Auch verfügbar unter: http://man7.org/linux/man-pages/man1/chroot.1.html.

OPEN CONTAINER INITIATIVE, 2018. *Open Container Initiative*. Auch verfügbar unter: https://www.opencontainers.org/.

PETAZZONI, Jérôme, 2013. *Create Lightweigth Containers with Buildroot*. Auch verfügbar unter: https://blog.docker.com/2013/06/create-light-weight-docker-containers-buildroot/.

POLVI, Alex, 2015. *Making Sense of Container Standards and Foundations: OCI, CNCF, appc and rkt*. Auch verfügbar unter: `https://coreos.com/blog/making-sense-of-standards.html`.

ROUMELIOTIS, Rachel, 2016. The Open Container Essentials Video Collection. In: *The Open Container Essentials Video Collection. O'Reilly Open-Source Conference*. ISBN 9781491968253. Auch verfügbar unter: `https://www.safaribooksonline.com/library/view/the-open-container/9781491968260/`.

Todo list