

Bachelorarbeit
CSP Evaluierung auf Basis von IaC
Unterstützung und Metriken

im Studiengang Softwaretechnik und Medieninformatik
der Fakultät Informationstechnik
Wintersemester 2021/2022

Julian Schallenmüller

Zeitraum: 15.10.2021 - 15.01.2022

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Kai Warendorf

Zweitprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Mirko Sonntag

Firma: Noavtec Consulting GmbH

Betreuer: Dipl.-Ing. (BA) Matthias Häussler

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel erstellt zu haben.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Esslingen, den 28. Oktober 2021

Unterschrift

Sperrvermerk

Die nachfolgende Bachelorarbeit enthält vertrauliche Daten der Noavtec Consulting GmbH. Veröffentlichungen oder Vervielfältigungen dieser Arbeit – auch nur auszugsweise – sind ohne ausdrückliche Genehmigung der Noavtec Consulting GmbH nicht gestattet. Diese Arbeit ist nur den Prüfern sowie den Mitgliedern des Prüfungsausschusses zugänglich zu machen.

Zitat

„Showing a strong success and visible benefits is key to getting others to agree to try your way of doing things.“

Frederic Rivain

Vorwort

Dank an die Firma und die Firmenmitarbeiter, max. 1/2 Seite

Kurz-Zusammenfassung

„Aushängeschild“ der Arbeit, max 1 Seite

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Motivation und Ziele der Arbeit	1
2	Grundlagen	3
2.1	Funktionsprinzip, Vorteile und Herausforderungen des modernen Cloud Computings	3
2.1.1	Definition und Funktionsweise	3
2.1.2	Zu erwägende Vor- und Nachteile des Einsatzes von Cloud Computing	6
2.1.3	Erläuterungen der DevOps Prinzipien und Nutzen im Kontext Cloud-nativer Software Entwicklung	6
2.1.4	Überblick über die wichtigsten public Cloud Service Provider	6
2.2	Was ist Infrastructure as Code?	7
2.2.1	Warum verwendet man IaC?	7
2.2.2	Technische Abgrenzung von IaC	7
2.3	Was ist Terraform?	7
2.3.1	Warum wird Terraform verwendet?	7
2.3.2	Terraform Alternativen und ergänzende Tools	7
2.4	Stand der Technik	7
3	Aufbau und Untersuchung	8
3.1	High-level Aufbau der Infrastruktur des Versuchsobjekts	8
3.2	Zu analysierende Aspekte und Eigenschaften	8
3.3	Konkreter Aufbau in Microsoft Azure	8
3.4	Konkreter Aufbau in Amazon AWS	8
3.5	Konkreter Aufbau in Google Cloud Platform	8
3.6	Literaturverweise	8
4	Ergebnisse	9
4.1	Bewertung Azure	9
4.2	Bewertung AWS	9
4.3	Bewertung GCP	9
4.4	Resultate und Vergleichsmatrix	9
5	Schluss	10
5.1	Gewonnenen Erkenntnisse	10

5.2	Zusammenfassung der Arbeit	10
5.3	Mögliche weitere untersuchenswerte Aspekte	10
5.4	Aktuelle und zukünftige Entwicklungen	10
A	Kapitel im Anhang	11
	Literaturverzeichnis	12

Abbildungsverzeichnis

2.1 Die grundlegenden Cloud Service Modelle im Überblick	4
--	---

Tabellenverzeichnis

1

1 Einleitung

1.1 Einleitung

Eines der wichtigsten Schlagworte im Zeitalter der fortschreitenden Digitalisierung ist der Begriff des Cloud Computings. Auch in Bereichen der Industrie wie der Finanz- und Versicherungsbranche die sich zu großen Teilen aufgrund von Sicherheits- und anderen Bedenken lange Zeit gegen die Nutzung Cloud-basierter Systeme entschieden hatte gewinnt das Thema mehr und mehr Relevanz. Die Nutzung von Cloud-Technologien verspricht die Möglichkeit schneller auf Anforderungen von Kunden reagieren zu können, kostengünstige und flexible Skalierung der eigenen Rechenkapazitäten, Einsparungen durch den Wegfall eigener IT-Infrastruktur Fachleute und mehr.

Gemeinsam mit der Eröffnung neuer Möglichkeiten bringt die Einführung neuer Technologie auch immer eine Reihe eigener Herausforderungen mit sich. Für eine erfolgreiche und gewinnbringende Einführung dieser ist es essentiell diese zu verstehen und die passende Denkweisen und Werkzeuge mit denen die aufkommenden Probleme gelöst werden können entsprechend einzusetzen.

1.2 Motivation und Ziele der Arbeit

Das Thema mit dem sich diese Arbeit befassen wird ist das automatisierte Managen und Bereitstellen von Cloud Computing Ressourcen, zusammengefasst unter dem Begriff Infrastructure as Code (IaC). Die Grundlagenkapitel werden zu diesem Zweck auf den technischen Kontext und die Relevanz von Cloud Computing, IaC und dem Software Tool Terraform eingehen. Es wird erläutert werden an welcher Stelle die ausgewählten Plattformen und Software zum Einsatz kommen, welche Probleme dadurch gelöst werden, wo deren Vorteile und Grenzen liegen sowie welche Alternativen existieren und wo ergänzende Werkzeuge zum Einsatz kommen können.

Den Kern der Arbeit bildet ein Vergleich der ausgewählten Cloud Service Provider auf Basis der Unterstützung Von IaC mit Terraform. Hierfür wird die Infrastruktur einer Schulung der Firma Novatec Consulting GmbH in der die wichtigsten grundlegenden Cloud Computing Ressourcen Verwendung finden auf verschiedenen Plattformen mit Terraform bereitgestellt und einem Vergleich unterzogen. Als Vergleichsmetriken werden Kriterien der Norm ISO/IEC 25000 herangezogen um eine fachgerechte und neutrale Bewertung zu gewährleisten. Dabei soll auch in Betracht gezogen werden wie hoch der Aufwand für die

Migration eines bestehenden Systems zu IaC ausfällt. Nach der Auswertung der Vergleichsergebnisse werden die gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst, weitere untersuchenswerte Aspekte aufgeführt und ein Ausblick auf aktuelle und zukünftige Entwicklungen gegeben. Durch die sehr aktuelle Relevanz des Themas werden sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auch in Zukunft neue Software und Technologien durchsetzen, alte verdrängt und neue Lösungsansätze für bestehende Herausforderungen und Probleme etabliert werden. Diese Arbeit wird jedoch nur die aktuell relevantesten Plattformen und Tools betrachten, um eine Entscheidungsbasis für deren Einsatz zum aktuellen Zeitpunkt bieten zu können.

2 Grundlagen

2.1 Funktionsprinzip, Vorteile und Herausforderungen des modernen Cloud Computings

2.1.1 Definition und Funktionsweise

Das National Institute of Standards and Technology (NIST) der Vereinigten Staaten von Amerika definiert Cloud Computing im Abstract der NIST SP-800-145 folgendermaßen:

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. This cloud model is composed of five essential characteristics, three service models, and four deployment models.

Cloud Computing beschreibt ein Modell das es ermöglicht ortsunabhängig, zweckdienlich und zeitunabhängig auf einen konfigurierbaren Pool an Computerressourcen (Netzwerke, Server, Datenspeicher, Anwendungen und Services) zuzugreifen die schnell und mit minimalem Aufwand und minimaler notwendiger Interaktion bereitgestellt und wieder abgebaut werden können. Dieses Cloud Modell beschreibt fünf essentielle Charakteristiken, drei Servicemodelle und vier Bereitstellungsmodelle.

Weiter definiert das Dokument die fünf Charakteristiken in den folgenden Punkten:

On-demand-self-service: Der Nutzer kann eigenmächtig die benötigten Ressourcen automatisch bereitstellen, es wird keine menschliche Interaktion benötigt.

Broad network access: Auf Leistungen wird über das normale Internet mit standard Mechanismen die die Nutzung von Thin Clients und Fat Clients (Smartphones, Tablets, Laptops oder Workstations) fördern zugegriffen.

Resource pooling: Die Computerressourcen des Anbieters werden in einem gemeinsamen Pool für mehrere Kunden in einem mandantentauglichen Modell bereitgestellt, physische

und virtuelle Ressourcen werden nach dynamisch zugewiesen und entsprechend der Nachfrage neu verteilt. Es wird eine empfundene Ortsunabhängigkeit hergestellt indem der Nutzer kein genaues Wissen darüber besitzt wo sich dessen Resources befinden, auf höherem Level wie beispielsweise dem Staat, der Region oder auch Rechenzentrum kann der Ort vom Nutzer spezifiziert werden. Die bereitgestellten Ressourcen beinhalten zum Beispiel Datenspeicher, Rechenleistung, Rechenspeicher und Netzwerkbandbreite.

Rapid elasticity: Rechenkapazitäten werden dehnbar bereitgestellt und abgebaut, teilweise automatisch, um entsprechend der Nachfrage schnell hoch- und wieder zurück skalieren zu können, Rechenkapazitäten erscheinen dadurch unbegrenzt und zu jeder Zeit in jedem Umfang bereitgestellt werden.

Measured service: Cloud systeme kontrollieren und optimieren Ressourcennutzung automatisch mithilfe eines Messungs-systems dass auf einer abstrakten Ebene den entsprechenden Service (Datenspeicher, Rechenleistung, Benutzerkonten) überwacht, kontrolliert und Bericht erstattet um sowohl für Anbieter als auch Kunden Transparenz herzustellen.

Es wird zwischen drei grundlegende Cloud Service Modellen unterschieden: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS).

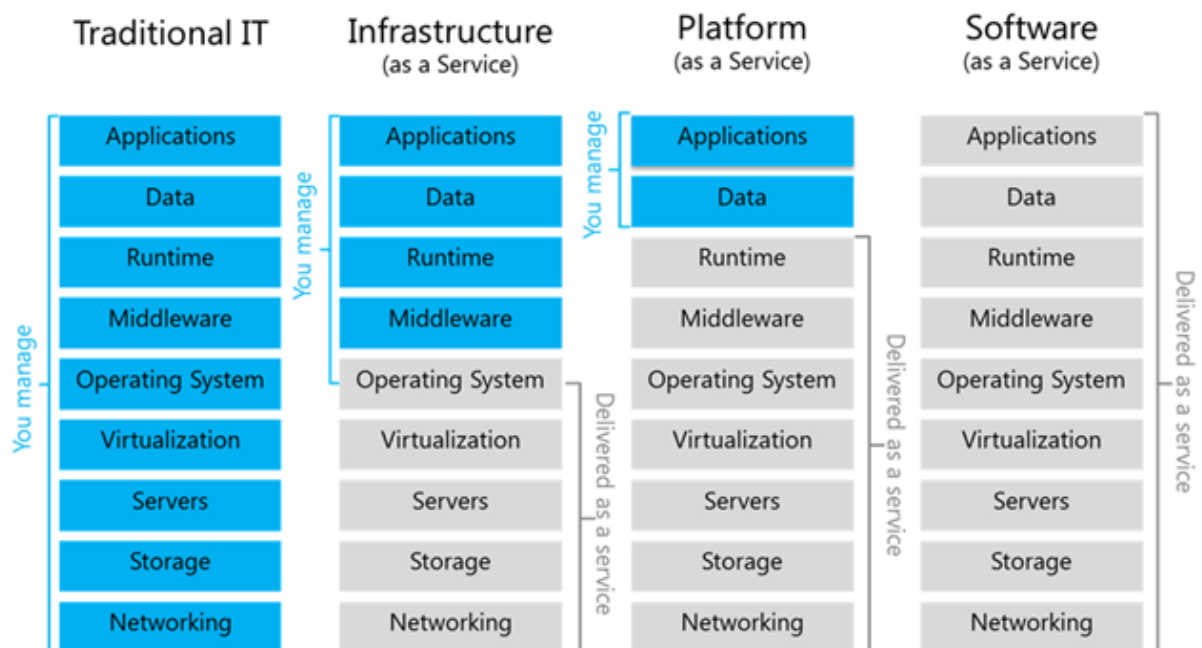


Abb. 2.1: Die grundlegenden Cloud Service Modelle im Überblick

Infrastructure as a Service: Der Nutzer hat die Fähigkeit Rechenleistung, Datenspeicher Netzwerke und weitere fundamentale Computerressourcen bereitzustellen und beliebige Software darauf zu betreiben, dazu können Betriebssysteme und Anwendungen gehören.

Die darunterliegende Infrastruktur wird vom Anbieter betrieben, der Nutzer kann aber eingeschränkte Kontrolle über bestimmte Komponenten haben, dazu gehören beispielsweise Firewalls.

Platform as a Service: Der Nutzer verfügt über die Fähigkeit seine eingekaufte oder selbst erstellten Anwendungen auf der Cloud Infrastruktur zu betreiben, die notwendige Umgebung die über Sprachen, Bibliotheken, Tools und Services verfügt wird vom Anbieter bereitgestellt. Die darunter liegende Infrastruktur mit Netzwerken, Servern, Betriebssystemen und Speicher wird vom Anbieter betrieben, der Nutzer hat die Kontrolle über die Anwendung und Konfiguration der Umgebung in der die Anwendung betrieben wird.

Software as a Service: Dem Nutzer wird der Zugriff auf die vom Anbieter in der Cloud Infrastruktur betriebenen Softwareanwendung gewährt. Auf diese wird mithilfe eines Thin oder Fat Clients zugegriffen, dabei kümmert sich der Nutzer nicht um den Betrieb und die Konfiguration der darunterliegenden Cloud Infrastruktur wie Netzwerke, Server, Betriebssystem, Speicher und die Anwendung selbst mit Ausnahme eingeschränkter Nutzereinstellungen.

Die von NIST unterschiedenen grundlegenden Service Modellen können noch weiter differenziert werden. Ein Beispiel hierfür ist das Modell Function as a Service (FaaS) als subset von PaaS.

FaaS erlaubt es Programmcode auszuführen ohne sich um die Bereitstellung weiterer Infrastruktur kümmern zu müssen wie es der Betrieb eines gewöhnlichen Microservices verlangt.

In Art der Bereitstellung eines Cloud Services werden vier grundlegende Modelle unterschieden; Public, Private, Hybrid und Community Cloud Modelle.

Private: Die Cloud Infrastruktur wird ausschließlich für die Nutzung durch eine einzige Organisation mit mehreren Nutzern bereitgestellt. Besitz und Betrieb liegen dabei entweder bei der selben Organisation, einer Drittpartei oder einer Kombination beider, die Infrastruktur kann dabei On- oder Off Premise betrieben werden.

Public: Die Public Cloud steht für die Nutzung durch die allgemeine Öffentlichkeit bereit. Die Cloud Infrastruktur befindet sich im Besitz eines Unternehmens, Bildungseinrichtung, Regierungsorganisation oder einer Kombination aus diesen und wird auch von der selben Organisation On Premise betrieben.

Community: Eine Community Cloud wird von einer Gemeinschaft von Nutzern mit gemeinsamen Anliegen eingesetzt. Der Besitz und Betrieb liegen dabei bei einem oder mehreren Mitgliedern dieser Gemeinschaft, einer Drittpartei und kann Off oder On Premise betrieben werden.

Hybrid: Die Hybrid Cloud besteht aus einer Kombination der beschriebenen Modelle (Public, Private und Community). Diese bilden dabei eigene Instanzen die aber durch standardisierte oder proprietäre Schnittstellen den Transfer von Daten und Anwendungen zwischen den Instanzen erlauben.

2.1.2 Zu erwägende Vor- und Nachteile des Einsatzes von Cloud Computing

Vorteile und Treiber der Adoption von Cloud Computing

-Übertragung von Investitionskosten zu Betriebskosten -Economies of Scale -Security - Resilienz -Skalierbarkeit -Agilität -Zukunftsfähigkeit

Nachteile und Risiken

-Netzwerkabhängigkeit -Vendor Lock-in -Limitierte Kontrolle -Security und Privacy -Technische Probleme -Kosten

2.1.3 Erläuterungen der DevOps Prinzipien und Nutzen im Kontext Cloud-nativer Software Entwicklung

Agile Entwicklung, CI/CD Qualität und Schnelle Auslieferung gleichermaßen priorisiert

Vorteile des Einsatzes von GitOps für Continuous devlivery

Gitops als Prinzip für Cloud native CD Verwendung bekannter Tools für Repos und Deployment Push triggert deployment automatisch

2.1.4 Überblick über die wichtigsten public Cloud Service Provider

Google, AWS, Microsoft IBM Cloud, Alibaba Cloud Market share

2.2 Was ist Infrastructure as Code?

2.2.1 Warum verwendet man IaC?

2.2.2 Technische Abgrenzung von IaC

2.3 Was ist Terraform?

2.3.1 Warum wird Terraform verwendet?

2.3.2 Terraform Alternativen und ergänzende Tools

2.4 Stand der Technik

3 Aufbau und Untersuchung

Beschreibung der HW- und SW-Realisierung

3.1 High-level Aufbau der Infrastruktur des Versuchsobjekts

Beispiel Text

3.2 Zu analysierende Aspekte und Eigenschaften

3.3 Konkreter Aufbau in Microsoft Azure

3.4 Konkreter Aufbau in Amazon AWS

3.5 Konkreter Aufbau in Google Cloud Platform

3.6 Literaturverweise

Verweise im Text: [1] und [Gun04].

4 Ergebnisse

4.1 Bewertung Azure

4.2 Bewertung AWS

4.3 Bewertung GCP

4.4 Resultate und Vergleichsmatrix

„Neuigkeiten“ Messergebnisse

5 Schluss

Ergebnis-Bewertung, Zusammenfassung und Ausblick

5.1 Gewonnenen Erkenntnisse

5.2 Zusammenfassung der Arbeit

5.3 Mögliche weitere untersuchenswerte Aspekte

5.4 Aktuelle und zukünftige Entwicklungen

A Kapitel im Anhang

Alles was den Hauptteil unnötig vergrößert hätte, z. B. HW-/SW-Dokumentationen, Bedienungsanleitungen, Code-Listings, Diagramme

Literaturverzeichnis

- [1] Thomas Nonnenmacher, LaTeX Grundlagen - Setzen einer wissenschaftlichen Arbeit Skript, 2008, <http://www.stz-softwaretechnik.de>; (*Bei STZ Internetseite unter Publikationen - Skripte*) [V. 2.0 26.02.08]
- [Gun04] Karsten Günther, LaTeX2 — Das umfassende Handbuch, Galileo Computing, 2004, <http://www.galileocomputing.de/katalog/buecher/titel/gp/titelID-768>; 1. Auflage