

# Technology Arts Sciences TH Köln

Technische Hochschule Köln

Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften

---

## BACHELORARBEIT

### Kostenüberwachung und -optimierung für Cloud-Dienste am Beispiel von Amazon Web Services

Vorgelegt an der TH Köln Campus Gummersbach  
im Studiengang Wirtschaftsinformatik

ausgearbeitet von:

CARLO MENJIVAR 11117929

**Erstprüfer:** Prof. Dr. Roman Majewski

**Zweitprüfer:** Thomas Raser

Gummersbach, im Feb<Monat der Abgabe>

# 1 Abstract

## **Zusammenfassung**

Diese Arbeit beschäftigt sich damit, wie mehr Kontrolle über die Kosten von Cloud-Diensten erhalten wird, indem sie überwacht werden. In Kombination damit werden Maßnahmen und Werkzeuge untersucht, die zu erheblichen Kosteneinsparungen in der Cloud führen.

Angefangen bei der Wahl des richtigen Zahlungsmodells, über das automatische Herunterfahren ungenutzter Instanzen zu bestimmten Zeiten bis hin zur Implementierung von Autoscaling .

Die Arbeit ist auf der Grundlage von Empfehlungen von Amazon Web Services selbst, Erfahrungen von Experten in dem Fachgebiet und aktuelle Fachliteratur geschrieben.

Diese Arbeit ist für Nutzer von Cloud-Diensten relevant, die den Wechsel von klassischen Modellen bekannt als On-Premise zu On-Demand in der Cloud basierten Modelle planen und die unvorhersehbaren Kosten fürchten, die sich ihrer Kontrolle entziehen können. Es ist besonders interessant für Teams, die Cloud-Dienste in aktuellen Projekten verwalten und ihre Kosten optimieren wollen. Wenn die Kosten für Cloud-Dienste wie alle anderen Kosten betrachtet werden, ist es nur konsequent, über ihre Kontrolle und Optimierung nachzudenken.

## **Abstract**

Platz für das englische Abstract...

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Abstract</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
3.1	Motivation . . . . .	6
3.2	Problemstellung . . . . .	6
3.3	Fragestellung . . . . .	7
3.4	Zielsetzung . . . . .	7
3.5	Einschränkungen . . . . .	7
3.6	Struktur der Arbeit . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>9</b>
4.1	Ökonomie des Cloud Computing . . . . .	9
4.1.1	Skalierbarkeit . . . . .	10
4.1.2	Flexibilität und Agilität . . . . .	10
4.1.3	Selbstbedienung . . . . .	11
4.1.4	Keine Vorabkosten . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Zahlungsmodelle</b>	<b>12</b>
5.1	On-Demand / Nutzungsabhängige Zahlung . . . . .	12
5.2	Reservierte Instanzen und Saving Plans . . . . .	13
5.3	Versteigerung? / Spot Instanzen . . . . .	14
5.4	Wann welches Zahlungsmodell? . . . . .	14
5.5	Vorauszahlung . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Kostenüberwachung</b>	<b>15</b>
6.1	Werkzeuge . . . . .	15
6.1.1	AWS CloudWatch . . . . .	15
6.1.2	AWS Cost-Explorer . . . . .	15
6.1.3	AWS Trusted advisor . . . . .	15
<b>7</b>	<b>Optimierungsmöglichkeiten</b>	<b>17</b>
7.1	Optimierungsmaßnahmen . . . . .	17
7.1.1	Auto Scaling Group . . . . .	17
7.1.2	Automatisiere das Hoch- und Herunterfahren von Dev/Test Umgebungen . . . . .	17
7.1.3	(auto) Tiering . . . . .	18
7.1.4	Automatisierung mit Lambda Funktionen . . . . .	18

7.1.5	Benachrigungen, wenn x% Kapazität unterschreiten wurde . . . . .	18
7.1.6	VERKAUFE DEINE Ungenutzte Kapazität in RI Marketplace . . .	18
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>19</b>
8.1	Bewusstsein in der gesamten Organisation . . . . .	19
8.2	Die richtige Personen(Owneship verbreiten) . . . . .	19
<b>9</b>	<b>Glossar</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>21</b>
10.1	Literatur . . . . .	21
10.2	Internetquellen . . . . .	21
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>24</b>
A.1	Anhang X . . . . .	24
	<b>Erklärung über die selbständige Abfassung der Arbeit</b>	<b>25</b>

ABBILDUNGEN

## 2 Abkürzungsverzeichnis

**AWS:** Amazon Web Services

Amazon EC2:

Amazon Elastic Compute Cloud

API

Application Programming Interface

AJAX

Asynchronous JavaScript And XML

CI/CD

Continuous Integration/ Continuous Deployment

TCO

Total Cost of Ownership

## 3 Einleitung

### 3.1 Motivation

Amazon Web Services, kurz AWS, wurde unter anderem für diese Arbeit ausgewählt wegen seiner frühen Präsenz (2006) als Cloudanbieter und seines großen Angebotes an Dienstleistungen, welche für zahlreiche Anwendungsfälle geeignet sind.

Eine Recherche von Gartner positioniert AWS als Marktführer in der Magic Quadrant für Cloud-Infrastruktur und Plattform-Services 2021. [16]

Die Kostenoptimierung für Cloud-Dienste ist so wichtig, dass wenn keine Optimierungsmaßnahmen ergriffen werden, wird es sicherlich mehr bezahlt als bei On-Premise Systeme.

”Indeed, if you run the cloud the same way you run your on-premise data center, you are almost certain to incur higher expenses. It is necessary to use the following key cloud cost optimization techniques in order to successfully save money on the cloud.” [2]

### 3.2 Problemstellung

Die Verwendung von Cloud-Diensten bringt viele Vorteile mit sich. Zum Beispiel kurzfristige Erhöhung oder Verringerung der Speicher- und Rechenkapazität, sowie Zugriff auf unterschiedliche Speicherarten, die genau an individuellen Anwendungsfälle angepasst sind. Alle diese Lösungen sind in wenigen Minuten einsatzfertig.

In einer Umfrage haben circa 50% der Unternehmen die Verwaltung der Kosten für den Betrieb von Cloud-Workloads als großes Hindernis genannt. Mehr als die Hälfte der Befrachter haben geäußert, Schwierigkeiten zu haben, alle Kosten für Cloud-Workloads zu erklären.

„In its Stratecast Predictions 2018, Frost & Sullivan noted that 53% of IT leaders surveyed cited “managing costs to run cloud workloads” as a huge obstacle, and over 50% have difficulty justifying the expenses of some public cloud workloads.“ [17]

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit ebendieser Problematik, um herauszufinden, wie Unternehmen mit den passenden Werkzeugen, die Kosten ihrer Cloud-Dienste überwachen und im Blick halten können. Zum Beispiel wie mit frühzeitigen Benachrichtigungen alarmiert wird, wenn Systeme mehr Kosten verursachen als geplant. Außerdem sollte untersucht werden, wie sie mit der richtigen Auswahl an Diensten ihre Kosten optimieren können.

### 3.3 Fragestellung

In dieser Arbeit wird versucht, die folgenden Fragen beantworten.

- Wie können Kosten bei Cloud-Diensten überwacht werden und wie lassen sie sich optimieren? Am Beispiel von S3 Speichereinheiten und EC2-Instanzen.
- Welche Maßnahmen sind nötig, um unerwartet hohe Kosten bei Cloud-Diensten zu vermeiden.
- Was kann automatisiert werden, um Kosten zu vermeiden, die den Nutzern von Cloud-Diensten verursachen.

Meine Hypothese ist, dass Kosten von Cloud-Diensten unter Kontrolle gehalten und reduziert werden können, wenn Überwachungs- und Optimierungswerkzeuge eingesetzt werden.

### 3.4 Zielsetzung

Daraus ergeben sich für die Arbeit die folgenden Ziele:

- Als Erstes wird gezeigt, wie mithilfe von bestehenden Werkzeugen die Kosten von Cloud-Diensten überwacht werden können.
- Als Nächstes wird anhand von Empfehlungen von Cloud-Experten identifiziert, welche Optimierungsmöglichkeiten bestehen.

### 3.5 Einschränkungen

Nach Angaben von Amazon Web Services ist es möglich bis zu 90% für EC2 zu sparen, wenn EC2 Spot-Instanzen benutzt werden. Eine Preisreduzierung für Speichereinheiten ist möglich, wenn die richtige Speicherart ausgewählt wird. [9, 10]

Diese Arbeit legt den Fokus auf die Optimierung der oben genannten Diensten. Als Überwachungswerkzeuge für die Kosten werden die AWS CloudWatch, der AWS Cost-Explorer und der AWS Trusted Advisor untersucht.

### 3.6 Struktur der Arbeit

Diese Bachelorarbeit ist in folgenden Kapiteln unterteilt:



**Kapitel 3** befasst sich mit dem Begriff Cloud-Economy und erläutert das Nutzen der Cloud im wirtschaftlichen Sinne. Diese dienen als Grundlage für diese Arbeit.

**Kapitel 4** zeigt die verschiedenen Zahlungsmodelle für Amazon Web Services. Es werden Kriterien vorgestellt, die helfen, sich für das richtige Zahlungsmodell für verschiedene Szenarien zu entscheiden.

**In Kapitel 5** werden die Werkzeuge eingeführt, die zur Überwachung der Kosten von Cloud-Diensten eingesetzt werden können.

**Kapitel 6** befasst sich mit Optimierungsmaßnahme insbesondere für EC2-Instanzen und S3 Speichereinheiten.

## 4 Grundlagen

In diesem Grundlagenkapitel werden Erfolgschancen für Unternehmen aufgelistet, die Cloud-Dienste in ihre Geschäftsprozesse integrieren.

Es wird erklärt warum die Kostenoptimierung und -überwachung relevant für Unternehmen sind.

Folgenden Ergebnisse können erreicht werden, wenn Überwachung- und Optimierungsmaßnahmen eingeführt werden.

- Die Möglichkeit, die individuellen Kosten verschiedener Projekte die über dieselbe Infrastruktur laufen, zu erkennen. Auf diese Weise ist es auch möglich, eine Unterscheidung zwischen Kunden, die mehr oder weniger Ressourcen verbrauchen, zu machen.
- Eine beachtliche Erhöhung der finanziellen Rentabilität im Unternehmen.
- Eine geringere Ungewissheit bei der Umsetzung von cloudbasierten Systemen.
- Mehr Kontrolle auf die Gesamtkosten des Betriebs (TCO) <sup>1</sup>.

### 4.1 Ökonomie des Cloud Computing

[Date last review: 21.10]

Cloud Economics auf Englisch, basierend auf dem On-Demand Prinzip basiert, gibt die Flexibilität, Rechenkapazität je nach Bedarf anzupassen. Es entfallen große Investitionen in der Hardware, wie bei On-Premise-Systemen. Durch den Verzicht auf Hardware entfallen die Kosten für Reparatur, Wartung und eventuell damit verbundene Lizenzen. Der Cloud-Anbieter übernimmt viele Verwaltungsaufgaben. Das führt zu einer Abnahme der nötigen Fachkraft. [15]

Die Nutzung von Cloud-Diensten in unabhängiger Weise möglich. Das bedeutet gleichzeitig, dass der Nutzer Verantwortung für die anfallenden Kosten übernimmt<sup>2</sup>. (IST DAMIT KLAR, DASS ICH Selbsbedienung MEINE?).

Grafik der Kosten On-Premise/Demand?

---

<sup>1</sup>TCO: Total Cost if Ownership

<sup>2</sup>Nutzer von Cloud-Diensten

#### 4.1.1 Skalierbarkeit

Um die Leistung aufrecht zu halten und bei Abnahme der Nachfrage diese zu reduzieren, ist es möglich die Rechenkapazität hoch und runter zu skalieren.

Mit Auto Scaling wird sichergestellt, dass die Anzahl der Amazon Server-Instanzen, während Zeiträume von hohen Nachfrage, hochskaliert wird.

Auf diese Weise kann weniger Zeit mit der Verwaltung von IT-Ressourcen verbracht werden und sich mehr auf wesentliche Geschäftsaktivitäten konzentrieren konzentriert werden.

Dies war der Fall bei Walgreens in den USA. Sie haben unter anderem 750 virtuelle Maschinen und SAP HANA auf Azure Instanzen migriert.

„One of the key reasons for moving to Azure was so that we could take advantage of the scalability that SAP HANA is capable of,,  
Dan Regalado: Vice President of Global Technology Transformation and Strategic Partnerships Walgreens Boots Alliance [12]

#### 4.1.2 Flexibilität und Agilität

In der Amazon Web Services gibt es im Allgemeinen eine Auswahl zwischen folgenden Optionen.

- Aus verschiedenen Betriebssystemen, mit und ohne Lizenzierung.
- Zwischen den meistverbreitete Programmiersprachen unter anderem Java, C++, Go, JavaScript Python und mehr.[4]
- Hosting von statischen Webseiten und Webanwendungen. [5]
- Populäre relationale und nicht relationale Datenbanken. [11]
- Vielfältige Hardware-Konfigurationen.

Durch die Vielzahl der verfügbaren Optionen ist es möglich, Prototypen und Experimente in kurzer Zeit durchzuführen. [15], S. 7.

Die neue Entwicklung kann auf dem Markt mit echtem Kundenfeedback getestet werden. Wenn die Neuentwicklung nicht erfolgreich war, müssen keine weitere Kosten anfallen. Da die verwendete Dienste vollständig stillgelegt werden können.

### 4.1.3 Selbstbedienung

Mit geringem Aufwand ist es möglich, Cloud-Dienste eigenständig zu nutzen. Dies ist allerdings ein zweischneidiges Schwert. MACHT DAS SINN? Zum einen werden keine Vermittler[KLAR?] benötigt, um die gewünschten Dienste einzurichten. Andererseits besteht die Gefahr, dass hohe ungewollte Kosten entstehen.

(ICH MEINE HIER AUTO SERVICE. IST ES KLAR?)

TODO: LOOK FOR A USE CASE WHEREE THIS HAPPEND

### 4.1.4 Keine Vorabkosten

Amazon Web Services bietet ein Pay-as-you-go-Modell für Ressourcen in On-Demand Zahlungsmodell.

Für Speichereinheiten wird der Preis nach einer bestimmten Einheit, wie GB/Stunde, berechnet. Dies ist jedoch nicht das einzige Zahlungsmodell für Server-Instanzen bei AWS. Mehr dazu in Kapitel 5 Zahlungsmodelle.

Im Fall von Server-Instanzen wird es ein Stundensatz auf der Grundlage der Servereigenschaften festgelegt.

## 5 Zahlungsmodelle

Test D

Die Wahl des Zahlungsmodells ist von entscheidender Bedeutung, um den besten Preis für die vertraglich vereinbarten Dienstleistungen zu erzielen.

Die drei von Amazon Web Services angebotenen Zahlungsmodelle werden im Folgenden dargestellt.

Die On-Demand-Option erfordert keine langfristigen Verpflichtungen, sie ist daher die teuerste Alternative, die auf Stundenbasis berechnet wird. Die Saving Plans erfordern den Abschluss von Verträgen über 1 oder 3 Jahre, um günstige Preise zu erhalten.

Spots schließlich sind die billigste Option, haben aber den Nachteil, dass ihre Verfügbarkeit nicht immer garantiert ist.

Jedes Zahlungsmodell hat ihre Vor- und Nachteile und eignet sich für unterschiedliche Anwendungsfälle. Gute Ergebnisse können auch durch die Kombination mehrerer Zahlungsmodelle erzielt werden.

( noch in Arbeit =>) Vor- und Nachteile noch tabellarisch aufzulisten!!

### 5.1 On-Demand / Nutzungsabhängige Zahlung

Bei diesem Zahlungsmodell besteht keine Notwendigkeit, Budgets festzulegen. Die Kosten richten sich nach dem Verbrauch auf der Grundlage der Nutzungsstunden.

Dieses Modell eignet sich für Projekte, bei denen nicht viel vorhersehbar ist und die Möglichkeit besteht, dass das Projekt in kurzer Zeit abgeschlossen sein wird, so dass es keinen Sinn macht, eine langfristige Verpflichtung einzugehen.

Hier einige Beispiele von EC2-Instanzen in On-Demand Zahlungsmodell.

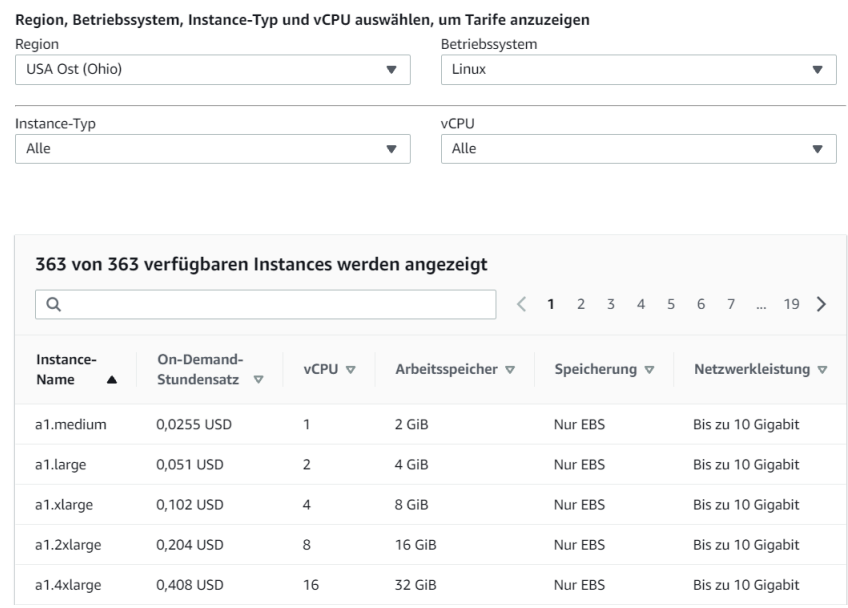


Abbildung Unterabschnitt 5.1: On-Demand Preise für Amazon EC2 [2]

5.2 Reservierte Instanzen und Saving Plans

Diese beiden Zahlungsmodelle sind sich sehr ähnlich. Beide kommen mit einer Nutzungsverpflichtung, die in \$-€/Stunden gemessen wird.

Um die reduzierten Preise bekommen zu können, müssen Verträge 1 oder 3 Jahre abgeschlossen werden.

Nachfolgend werden die prozentualen Einsparungen gemäß dem jeweiligen Modell gezeigt.

Einsparungen nach Modell					
Compute Savings Plans	Sa-	EC2-Instance-Savings-Plans	Convertible Reserved Instances	Reser-	Standard Reserved Instances
66%		72%	1 J. (31 %), 3 J. (54%)		1 J. (40 %), 3 J.(60%)

Folgenden Attributen definieren den Preis von RI: AUCH FÜR SAVING PLANS?

- .
- 
- 

EC2 Spot-Instances können mit On-Demand, Reserved Instances und Saving-Plans kombiniert werden, um sowohl feste als auch dynamische Last abzudecken.

[8]

### 5.3 Versteigerung? / Spot Instanzen

EC2 Spot-Instances bieten die Möglichkeit aus ungenutzter EC2-Instances zu profitieren. Mit einem Preisvorteil von bis zu 90 % gegenüber normalen On-Demand-Instanzen sind Spot-Instanzen ideal für fehlertolerante Anwendungen wie auf Containern ausgeführte Workloads, CI/CD, Bigdata-Anwendungen und ähnliches.

### 5.4 Wann welches Zahlungsmodell?

(To-Do:) Was sind die Kriterien für die Auswahl eines oder mehrerer Zahlungsmodelle?

### 5.5 Vorauszahlung

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Zahlungsmodellen motivieren uns einige Anbieter von Cloud-Diensten, im Voraus zu zahlen, im Austausch bieten sie bessere Preise. Dies ist bei Amazon der Fall, das derzeit (2021) drei verschiedene Optionen anbietet: keine, teilweise und vollständige Vorauszahlung.

Bei teilweiser Vorauszahlung ist eine Anzahlung von etwa 50% zu leisten.

(To-Do: wie viel kann in den verschiedenen Szenarien eingespart werden).

## 6 Kostenüberwachung

Das Hauptziel dieses Kapitels besteht darin, Transparenz über die Kosten zu schaffen.

Es werden Dienste versucht zu identifizieren, die Ressourcen verschwenden.

Las razones pueden ser el simple hecho de haber olvidado apagar una instancia.

### 6.1 Werkzeuge

(To-Do: Intro)

Welche Metriken und Informationen lassen sich mit den hier erwähnten Werkzeugen finden? Welche Kosten sind mit der Nutzung dieser Werkzeuge verbunden?

Es sollte gezeigt werden, die Arten/Kategorien von Kunden, die kostenlosen Zugang zu diesen Werkzeugen haben?

#### 6.1.1 AWS CloudWatch

Amazon CloudWatch ermöglicht die Überwachung der Leistung von Diensten. Es ist relevant für alle die Cloud-Dienste verbrauchen, wie DevOps-Manager, Ingenieure und Entwickler. Dieses Werkzeug sammelt operative Daten für die Analyse und Entscheidungsfindung.

Most popular parts of CloudWatch:

Dashboards:

Alarms: notificar o actuar

Metrics

Logs

Events: para on/off EC2 Lo que nos interesa es "Billing"

Para EC2 podemos ver la carga a CPU y luego escalar.

#### 6.1.2 AWS Cost-Explorer

...

#### 6.1.3 AWS Trusted advisor

Die 5 Kategorien von dem Trusted Advisor:

- Kostenoptimierung
- Leistung
- Sicherheit
- Fehlertoleranz



- Leistungsgrenzen.

## 7 Optimierungsmöglichkeiten

Teil der Information, die mit den Überwachungswerkzeuge gesammelt wurde, bilden die Grundlage für die Optimierungsmaßnahmen.

### 7.1 Optimierungsmaßnahmen

#### 7.1.1 Auto Scaling Group

Auto Scaling ist es hilfreich, um die richtige Anzahl von EC2 Instanzen zur Verfügung zu haben, um die Anwendungslast abzudecken.

Folgende Abbildung zeigt das Verhältnis von einer Anwendung über eine Woche ohne Auto Scaling. Die graue Zone entspricht ungenutzte Kapazität einer EC2-Instanz. Dies bedeutet, es wird für ungenutzte Ressourcen bezahlt.

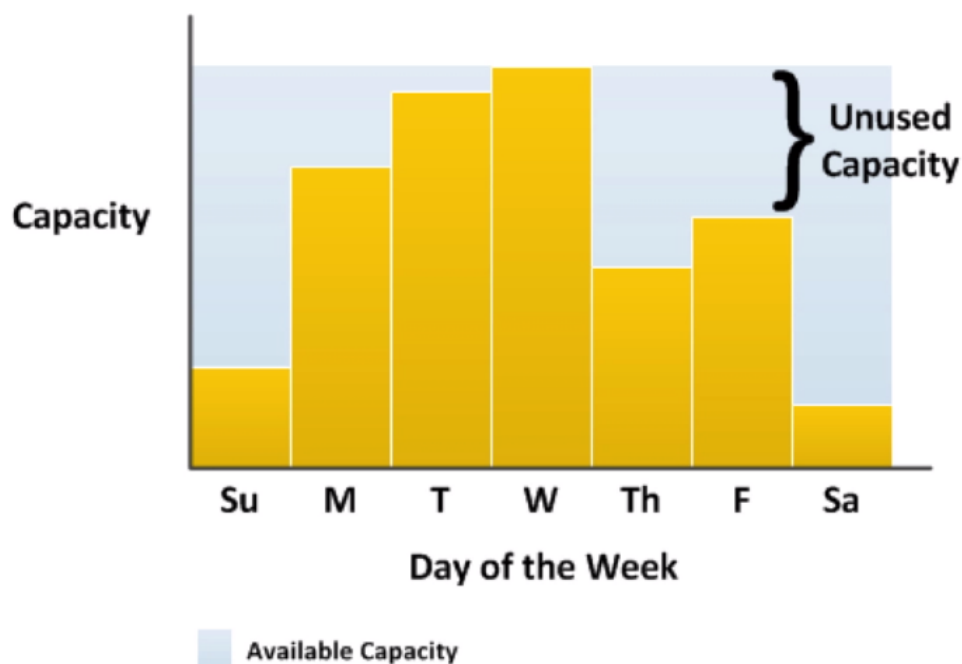


Abbildung Unterunterabschnitt 7.1.1: Ungenutzte Ressourcen <sup>3</sup>

#### 7.1.2 Automatisiere das Hoch- und Herunterfahren von Dev/Test Umgebungen

Grund: weil i.d.R., kein Entwickler 24/7 arbeitet. Wie?: mit Tagging, Lambda oder mit Auto Scaling Groups.

<sup>3</sup>Vgl. u.a.[2]

**7.1.3 (auto) Tiering**

Grund: nicht alle Dateien brauchen eine hohe Verfügbarkeit.

**7.1.4 Automatisierung mit Lambda Funktionen**

Grund: einmal programmiert, funktioniert es für immer.

(To-Do:) Möglichkeiten untersuchen, bewerten und die passende Auswählen.

**7.1.5 Benachrigungen, wenn x% Kapazität unterschreiten wurde**

Grund: um relevante Ereignisse nicht zu verpassen und rechtzeitig Maßnahmen zu ergreifen

warum ist das empfehlungswert?

**7.1.6 VERKAUFE DEINE Ungenutzte Kapazität in RI Marketplace**

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

(To-Do:)

### 8.1 Bewusstsein in der gesamten Organisation

Zusätzlich zu den bisher genannten Maßnahmen ist es wichtig, dass Verantwortliche für die Kostenerzeugung Bewusstsein entwickeln. Von dem Entwickler bis zum IT-Manager, jeder sollte wissen, dass es so einfach ist, Cloud-Dienste mit ein paar Klicks zu beauftragen. Diese können in kurzer Zeit unglückliche/ungeplante Kosten verursachen.

### 8.2 Die richtige Personen(Ownership verbreiten)

Die technischen Maßnahmen zur Überwachung und Kostenreduzierung wurden dargelegt, aber jemand muss diese Analysen, Anpassungen und Entscheidungen durchführen. Deshalb ist es wichtig, bestimmte Personen zu berücksichtigen, die die Verantwortung für das Geschehen in den Cloud-Systemen übernehmen. Idealerweise Menschen, die sich für das Thema interessieren und über die notwendigen Kenntnisse verfügen, um die gesetzten Ziele zu erreichen.

## 9 Glossar

**Cloud-Computing:**

...

**Cloud-Dienste:**

...

**On-Demand:**

...

**On-Premise:**

...

## 10 Quellenverzeichnis

### 10.1 Literatur

- [1] Stickel-Wolf, Christine; Wolf, Joachim (2011): Wissenschaftliches Lernen und Lerntechniken. Erfolgreich studieren—gewusst wie!. Wiesbaden: Gabler.
- [2] Anders Lisdorf (2021): Cloud Computing Basics: a Non.-Technical Introduction. Apress. Seite 163.

### 10.2 Internetquellen

- [1] Accenture Dienstleistungen GmbH. (Veröffentlicht am 13.11.2020, abgerufen am 12.04.2021). Hohe Erwartungen an die Cloud: Hürden meistern, Mehrwert maximieren  
<https://www.accenture.com/de-de/insights/technology/maximize-cloud-value>
- [2] AWS Introduction to EC2 Auto Scaling  
<https://www.aws.training/Details/Video?id=16387> (Abgerufen am 23.09.2021)
- [3] AWS On-Demand Instances  
<https://aws.amazon.com/de/ec2/pricing/on-demand/> (Abgerufen am 20.10.2021)
- [4] AWS-Entwicklerzentrum  
<https://aws.amazon.com/de/developer/> (Abgerufen am 21.10.2021)
- [5] AWS Entwicklung kostenloser Websites und Webanwendungen  
<https://aws.amazon.com/de/free/webapps/> (Abgerufen am 21.10.2021)
- [6] AWS Instance Scheduler(Abgerufen am 04.2021)  
<https://aws.amazon.com/de/solutions/implementations/instance-scheduler/>
- [7] AWS S3 Intelligent-Tiering Adds Archive Access Tiers  
<https://aws.amazon.com/de/blogs/aws/s3-intelligent-tiering-adds-archive-acce>

- 
- [#:~:text=What%20is%20S3%20Intelligent%2DTiering](#) (Veröffentlicht am 09.11.2020)
- [8] AWS Reserved Instances Pricing  
<https://aws.amazon.com/de/ec2/pricing/reserved-instances/> (Abgerufen am 22.10.2021)
- [9] AWS für Amazon EC2 Spot Instances  
<https://aws.amazon.com/de/ec2/spot/pricing/> (Abgerufen am 25.10.2021)
- [10] AWS S3 Pricing  
<https://aws.amazon.com/de/s3/pricing/> (Abgerufen am 25.10.2021)
- [11] AWS Databases  
<https://aws.amazon.com/de/products/databases/learn/> (Abgerufen am 28.10.2021)
- [12] Microsoft Customer Story-Walgreens Boots Alliance delivers superior customer service with SAP solutions on Azure  
<https://customers.microsoft.com/en-us/story/792289-walgreens-boots-alliance-retailers-azure-sap-migration>  
(Veröffentlicht am 10. Juni 2020)
- [13] Bertelsmeier, Birgit (o. J.): Tipps zum Schreiben einer Abschlussarbeit. Fachhochschule Köln-Campus Gummersbach, Institut für Informatik.  
<http://lwibs01.gm.fh-koeln.de/blogs/bertelsmeier/files/2008/05/abschlussarbeitsbetreuung.pdf> (29.10.2013).
- [14] Halfmann, Marion; Rühmann, Hans (2008): Merkblatt zur Anfertigung von Projekt-, Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten der Fakultät 10. Fachhochschule Köln-Campus Gummersbach.  
<http://www.f10.fh-koeln.de/imperia/md/content/pdfs/studium/tipps/anleitungda270108.pdf> (29.10.2013).
- [15] IDC Business Value of AWS 2015  
[http://d0.awsstatic.com/analyst-reports/IDC\\_Business\\_Value\\_of\\_AWS\\_May\\_2015.pdf](http://d0.awsstatic.com/analyst-reports/IDC_Business_Value_of_AWS_May_2015.pdf) (Abgerufen am 22.10.2021)
- [16] Magic Quadrant für Cloud-Infrastruktur und Plattform-Services  
<https://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/AWS/1-271W10SP-DEU.html> (Abgerufen am 23.09.2021 / Veröffentlicht am 27. Juli 2021)

- 
- [17] Stern, Adam, The Truth About Cloud Pricing  
<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/11/16/the-truth-about-cloud-pricing/?sh=1f37bba42f33>(Veröffentlicht am  
16.11.2018)



## A Anhang

(To-Do:)

### A.1 Anhang X

# Erklärung über die selbständige Abfassung der Arbeit

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht.

Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

---

(Ort, Datum, Unterschrift)

## Hinweise zur obigen *Erklärung*

- Bitte verwenden Sie nur die Erklärung, die Ihnen Ihr **Prüfungsservice** vorgibt. Ansonsten könnte es passieren, dass Ihre Abschlussarbeit nicht angenommen wird. Fragen Sie im Zweifelsfalle bei Ihrem Prüfungsservice nach.
- Sie müssen **alle abzugebende Exemplare** Ihrer Abschlussarbeit unterzeichnen. Sonst wird die Abschlussarbeit nicht akzeptiert.
- Ein **Verstoß** gegen die unterzeichnete *Erklärung* kann u. a. die Aberkennung Ihres akademischen Titels zur Folge haben.