



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Abschlussarbeit

Christoph Corleis

Beschreibung von Cloud-Diensten im Rahmen einer
Enterprise Architecture

Christoph Corleis

Beschreibung von Cloud-Diensten im Rahmen einer Enterprise Architecture

Abschlussarbeit eingereicht im Rahmen des Studiums

im Studiengang Wirtschaftsinformatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Ulrike Steffens
Zweitgutachter: Prof. Dr. Rüdiger Weißbach

Abgegeben am 02. Januar 2017

Christoph Corleis

Thema der Arbeit

Beschreibung von Cloud-Diensten im Rahmen einer Enterprise Architecture

Stichworte

Cloud-Computing, Enterprise Architecture, Unternehmensarchitektur

Kurzzusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt das Thema Cloud-Computing und zeigt, welche Auswirkungen es auf ein Unternehmen hat. Hierzu wird das Gebiet der Enterprise Architecture betrachtet und es wird beschrieben, welche Bereiche der Architektur von der Nutzung von Cloud-Diensten betroffen sind und wie sie erfolgreich in ein Unternehmen integriert werden können.

Christoph Corleis

Title of the paper

Description of cloud services within an enterprise architecture

Keywords

Cloud Computing, Enterprise Architecture

Abstract

The present work deals with the topic of cloud computing and shows the impact it has on a company. For this purpose, the enterprise architecture can be used to describe which areas of the architecture are affected by using cloud services and how they can be successfully integrated into a company.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Zielsetzung	7
1.2	Aufbau der Arbeit.....	7
2	Grundlagen	8
2.1	Enterprise Architecture	8
2.1.1	Zachman Framework.....	10
2.1.2	TOGAF	11
2.1.3	ArchiMate.....	14
2.2	Cloud-Computing	15
2.2.1	Servicemodelle	17
2.2.2	Betriebsmodelle	18
3	Hauptteil	20
3.1	Architekturprinzipien	22
3.2	Motivation und Strategie	23
3.3	Geschäftsarchitektur	26
3.4	Informationssystemarchitektur	26
3.5	Technologiearchitektur	29
3.6	Einbindung in das bestehende System und Migration	30
3.7	Architekturanalyse	32
4	Zusammenfassung und Fazit	35

5	Quellenverzeichnis	37
6	Abkürzungsverzeichnis	40
7	Abbildungsverzeichnis	41

1 Einleitung

Cloud-Computing zählt zu den wichtigsten IT-Trends der letzten Jahre. Der Trend steht für einen Wandel im Aufbau der IT-Systeme vieler Unternehmen, weg von On-Premise-Lösungen und hin zu standardisierten Diensten, die über das Internet bezogen werden. Im Jahr 2015 nutzten laut einer Studie 54% der befragten Unternehmen Cloud-Dienste in verschiedenen Formen, was eine Steigerung von 22% im Vergleich zum Vorjahr entspricht. (vgl. Statista 2016) Wie in den letzten Jahren wird die Nutzung auch in den nächsten Jahren vermutlich weiterhin zunehmen. Mit dem Umstieg in die Cloud müssen sich Unternehmen allerdings auch mit neuen Problemen auseinandersetzen. Dazu zählen nicht nur die bekannten Probleme bezüglich der Datensicherheit, des Datenschutzes oder der Verfügbarkeit der Dienste, sondern auch Probleme, die mit der Eingliederung in das bestehende IT-System oder die Migration von Daten in die Cloud einhergehen. Die Aufgabe der Enterprise Architecture ist es, Unternehmen bei der Umgestaltung der IT-Systeme zu unterstützen und diese zu dokumentieren. Sie bietet dazu bewährte Techniken und Methoden, die zur Erstellung verschiedener Modelle genutzt werden können. Diese Arbeit betrachtet daher aktuelle Frameworks und wie Cloud-Systeme in diesen dargestellt werden können.

1.1 Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu beschreiben, wie Cloud-Dienste im Rahmen einer Enterprise Architecture in ein Unternehmen eingeführt werden können. Dazu werden aktuelle Metamodelle und Werkzeuge der Enterprise Architecture betrachtet und wie Cloud-Dienste durch diese beschrieben und dargestellt werden können. In diesem Zusammenhang werden auch die Probleme, die sich Unternehmen bei der Integration der Cloud-Dienste in die bestehende IT-Landschaft stellen müssen, betrachtet und wie die Enterprise Architecture das Unternehmen bei diesem Schritt unterstützen kann.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in vier Kapitel strukturiert. Nach dieser Einführung folgt in Kapitel 2 eine Beschreibung der für diese Arbeit relevanten Grundlagen. Dabei werden die Grundbegriffe und die Aufgaben der Enterprise Architecture und des Cloud-Computings beschrieben. Im dritten Kapitel wird betrachtet, welche Auswirkung Cloud-Dienste auf Unternehmen haben und welche Vorkehrungen getroffen werden müssen, um diese Dienste erfolgreich in bestehende IT-Landschaften einzuführen. Als Rahmen dienen hierfür zwei Enterprise Architecture Frameworks. Im letzten Kapitel folgt eine Zusammenfassung und das Fazit dieser Arbeit.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen für die vorliegende Arbeit erläutert. Im ersten Teil wird das Gebiet der Enterprise Architecture vorgestellt. Dazu werden Grundbegriffe und Frameworks zur Erstellung, Wartung und Nutzung der Enterprise Architecture vorgestellt. Der zweite Teil behandelt das Thema Cloud-Computing. Hierzu wird die von NIST erstellte Referenzarchitektur sowie die verschiedenen Service- und Betriebsmodelle des Cloud-Computings betrachtet.

2.1 Enterprise Architecture

Nach IEEE 1471-2000 wird die Architektur definiert als die grundlegende Organisation eines Systems, verkörpert durch ihre Komponenten, deren Beziehungen zueinander und zu ihrer Umgebung, sowie die Prinzipien für die Gestaltung und Entwicklung dieser. Aufbauend auf dieser Definition wird die Enterprise Architecture definiert als eine Sammlung von Prinzipien, Methoden und Modellen, die für die Gestaltung und die Realisierung der organisatorischen Struktur, der Geschäftsvorgänge, des Informationssystems und der Infrastruktur eines Unternehmens oder einer anderen Organisation genutzt werden können. (vgl. Lankhorst u. a. 2005, S. 2f)

Durch die hohe Geschwindigkeit, mit der sich Technologie weiterentwickelt, wird es für Unternehmen immer schwieriger mit diesen Veränderungen Schritt zu halten. Zusätzlich wachsen Unternehmen immer schneller, sodass auch hier neue Anforderungen an das IT-System entstehen. Unternehmen benötigen, um mit diesen Herausforderungen umgehen zu können, einen hohen Grad an Flexibilität. Dies kann durch die Enterprise Architecture ermöglicht werden. Sie kann nicht nur den aktuellen Stand des Unternehmens darstellen, sondern bietet auch Möglichkeiten für die Planung neuer System. (vgl. Holt / Perry 2010, S. 1f)

Die Enterprise Architecture kann von Unternehmen demnach als Planungs- und Steuerungswerkzeug genutzt werden, um Veränderungen im Unternehmen umzusetzen. Im Kern besteht die Enterprise Architecture aus vier Komponenten: Prinzipien, Modellen,

Ansichten und Frameworks. Ein Unternehmen kann diese Mittel einsetzen, um die geplanten Strategien in konkrete Ergebnisse umzuwandeln. (vgl. Op't Land u. a. 2009, S. 35)

Architekturprinzipien (Principles) sind Eigenschaften und Richtlinien, die für den Erfolg des Unternehmens essentiell sind. Die Open Group definiert sie in dem TOGAF Framework wie folgt: „Principles are general rules and guidelines, intended to be enduring and seldom amended, that inform and support the way in which an organization sets about fulfilling its mission.“ (Open Group 2011, S.235) Die Prinzipien sind aus der Sicht der Unternehmensarchitekten als Einschränkungen in der gestalterischen Freiheit zu betrachten. Man kann zwischen zwei Hauptgruppen von Architekturprinzipien unterscheiden. Die erste Gruppe umfasst Gesetze und Verordnungen. Diese können von Seiten des Gesetzgebers kommen, etwa Datenschutzgesetze, oder durch das Unternehmen bestimmt werden. Die zweite Gruppe umfasst Richtlinien des Unternehmens, beispielsweise Restriktionen bei der Auswahl der IT-Systeme. (vgl. Op't Land u.a. 2009, S. 36f)

Architekturprinzipien werden häufig nach einem einheitlichen Schema definiert (vgl. IBM 2012 / 1):

Name	Die Kernaussage des Prinzips. Sollte leicht verständlich und einprägsam sein.
Beschreibung	Prägnante Zusammenfassung des Prinzips.
Rational	Dieser Abschnitt soll die Vorteile für das Unternehmen beschreiben, die durch das Prinzip ermöglicht werden.
Implikation	Dieser Abschnitt soll die Anforderungen beschreiben, die durch das Prinzip notwendig werden.

Modelle (Models) sind Abstraktionen der Realität und werden in der Enterprise Architecture meist synonym zu Diagrammen verwendet. Es ist notwendig verschiedene Arten von Modellen zu nutzen, je nachdem, welcher Bereich des Unternehmens dargestellt werden soll. Beispiele wären etwa der physische Aufbau der IT, die Geschäftsprozesse oder die Motivation der einzelnen Akteure zur Veränderung des Unternehmens. Der Fokus der Enterprise Architecture liegt dabei auf der Beschreibung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Bereichen untereinander. (vgl. Op't Land u.a. 2009, S. 37f)

Personen, Gruppen oder Organisationen, die ein Interesse an einem Unternehmen haben, werden als Stakeholder bezeichnet. Auch wenn diese Stakeholder meist kein Interesse an der internen Architektur des Unternehmens haben, so hat die Architektur doch Auswirkung auf die die Ziele dieser. Daher ist es notwendig, diese Auswirkungen darzustellen und sie mit den Stakeholdern zu kommunizieren. (vgl. Lankhorst u. a. 2005, S. 2) Dies wird durch verschiedene Ansichten (Views) auf die Architektur ermöglicht. Diese Ansichten bestehen aus einem oder mehreren Modellen oder Teilen dieser, je nachdem welche Bereiche von Interesse für den jeweiligen Stakeholder sind.

Um den Aufbau und die Wartung von Enterprise Architectures zu leiten, wurden verschiedene Enterprise Architecture Frameworks erstellt. Als Grundlage bieten die Frameworks verschiedene Ansichten an, die je nach Bedarf von den Architekten genutzt werden können. Zudem bieten sie meist best practices und Werkzeuge, um die Erstellung der Architektur zu unterstützen. (vgl. Op't Land u.a. 2009, S. 39) Im Folgenden werden drei Frameworks vorgestellt.

2.1.1 Zachman Framework

Das Zachman Framework wurde 1987 als erstes Enterprise Architecture Framework von John Zachman vorgestellt. Das Framework stellt die relevanten Beschreibungen und Darstellungen für die Leitung des Unternehmens und die Entwicklung der Unternehmenssysteme in einer Matrixstruktur dar. Die Spalten der Matrix beschreiben was dargestellt wird. Dazu zählen die Themen Daten, Funktionen, Standorte, Menschen, Zeit und Motivation. Die Zeilen beschreiben den Bereich der Architektur, der dargestellt werden soll. Diese Bereiche sind zudem jeweils einem bestimmten Stakeholder zugeordnet. Dazu zählen die Bereiche Betätigungsfeld (Scope), Geschäftsmodell (Enterprise Model), Systemmodell (System Model), Technologiemoell (Technology Model), Komponenten (Components) und Funktionssystem (Functioning System). Der genaue Aufbau der Matrix ist in Abbildung 1 zu sehen. (vgl. Matthes 2011, S. 210ff)

	<i>What?</i>	<i>How?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>Why?</i>	
	DATA	FUNCTION	NETWORK	PEOPLE	TIME	MOTIVATION	
SCOPE	List of Entities	List of Processes	List of Locations	List of Organizations / Agents	List of Events	List of Goals / Strategy	<i>Planner</i>
ENTERPRISE MODEL	Entity Relationship Model	Process Flow Diagram	Logistics Network	Organization Chart	Master Schedule	Business Plan	<i>Owner</i>
SYSTEM MODEL	Data Model	Data Flow Diagram	Distributed System Architecture	Human Interface Architecture	Processing Structure	Knowledge Architecture	<i>Designer</i>
TECHNOLOGY MODEL	Data Design	Structure Chart	System Architecture	Human / Technology Interface	Control Structure	Knowledge Design	<i>Builder</i>
COMPONENTS	Data Schemata	Program	Network Architecture	Security Architecture	Timing Definition	Knowledge Definition	<i>Sub-contractor</i>
FUNCTIONING SYSTEM	Database	Function	Network	Organization	Schedule	Strategy	

Abbildung 1: Zachman Framework (Matthes 2011, S. 212)

2.1.2 TOGAF

Das The Open Group Architecture Framework (TOGAF) wurde 1995 auf der Basis des Technical Architecture Framework for Information Management (TAFIM) entwickelt. Für die Entwicklung ist The Open Group verantwortlich. Es wird beschrieben als „the de facto global standard for assisting in the acceptance, production, use and maintenance of architectures“ (Holt / Perry 2010, S. 254). TOGAF befindet sich zurzeit in der Version 9.1. (vgl. Open Group 2011, S. 3)

TOGAF unterstützt vier verschiedene Arten der Architektur:

- Die Geschäftsarchitektur definiert die Strategie, Organisation und Prozesse.
- Die Datenarchitektur beschreibt die Datenverwaltung.
- Die Anwendungsarchitektur stellt die genutzten Anwendungen, deren Interaktionen untereinander und die Beziehungen zu den Geschäftsprozessen des Unternehmens dar.
- Die Technologiearchitektur beschreibt die Soft- und Hardware des Unternehmens, um die in der Geschäfts-, Daten- und Anwendungsarchitektur genutzten Dienste zu ermöglichen.

Im Mittelpunkt des TOGAF steht die Architecture Development Method (ADM). Sie beschreibt eine iterative Vorgehensweise zur Erstellung und Wartung von Enterprise Architectures. Sie wird in Abbildung 2 dargestellt.

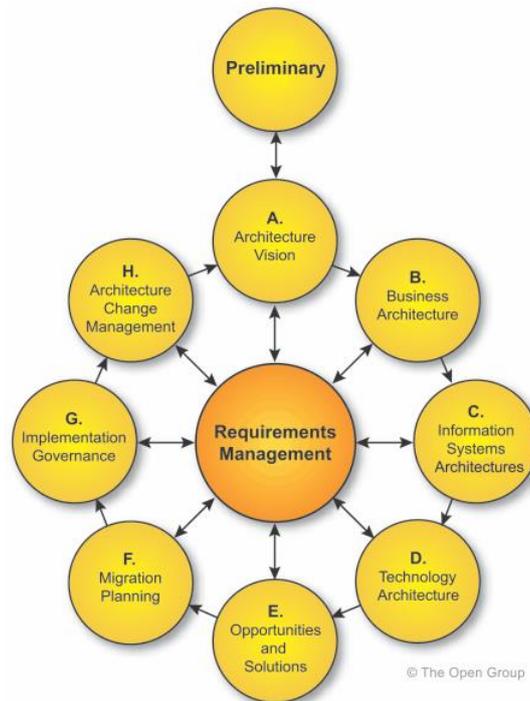


Abbildung 2: TOGAF ADM (Open Group 2011, S. 48)

Im Folgenden werden die Phasen kurz beschrieben:

- Die Preliminary Phase dient zur Vorbereitung der Enterprise Architecture, unter anderem der Anpassung von TOGAF auf die Bedürfnisse des Unternehmens und der Definition von Architekturprinzipien.
- In Phase A wird der Umfang der Enterprise Architecture definiert. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Beschreibung der betroffenen Stakeholder und ihrer Motivation.
- Phase B beschreibt die Erstellung der Geschäftsarchitektur. Sie beinhaltet die für die Erfüllung der Unternehmensziele benötigten Geschäftsprozesse. Zudem werden hier die verschiedenen Ansichten erstellt, die für die Stakeholder benötigt werden.
- Phase C beschreibt die Erstellung der Informationsarchitektur, bestehend aus Datenarchitektur und Anwendungsarchitektur. Auch hier werden Ansichten für die jeweiligen Stakeholder erstellt.
- Phase D unternimmt die gleichen Schritte wie die Phasen B und C, nur in Bezug auf die Technologiearchitektur.
- In Phase E wird die in den vorhergehenden Phasen erstellte Architektur finalisiert.

- In Phase F wird ein Plan zur Implementierung der erstellten Architektur beschrieben.
- In Phase G wird eine Übersicht über die Implementierung erstellt.
- Phase H beschreibt Verfahren, um Veränderungen in der neuen Architektur zu verarbeiten.
- Im Requirements Management wird sichergestellt, dass das Anforderungsmanagement in allen Phasen berücksichtigt wird und verwaltet in den Phasen aufkommende Anforderungen. (vgl. Open Group 2011, S. 10f)

TOGAF unterteilt die Elemente, die in der Enterprise Architecture genutzt werden, in drei Gruppen:

- Ein Arbeitsergebnis (Deliverable) ist ein Output der Enterprise Architecture. Es wird von den Stakeholdern geprüft und dient als Darstellung der Architektur des Unternehmens.
- Ein Artefakt (Artifact) beschreibt ein Element der Enterprise Architecture. Dies können Listen, Matrizen oder Diagramme sein. Ein Arbeitsergebnis kann aus einem oder mehreren Artefakten bestehen.
- Ein Baustein (Building Block) stellt eine Komponente des Unternehmens, etwa ein Prozess oder eine Infrastrukturressource, dar. Dabei wird wiederum zwischen zwei Arten von Bausteinen unterschieden, Architekturbausteine (Architecture Building Blocks, ABBs) und Ergebnisbausteine (Solution Building Blocks, SBBs). Architekturbausteine beschreiben die Anforderungen, die das Unternehmen erfüllen muss und bilden dadurch die Grundlage für Ergebnisbausteine. Die SBBs bilden die benötigten Komponenten, um die ABBs zu erfüllen. (vgl. Open Group 2011, S. 11)

Man kann die Beziehung dieser Elemente folgendermaßen zusammenfassen: Das Arbeitsergebnis ist eine Sammlung von Artefakten, die die Bausteine des Unternehmens in Diagrammen oder Listen beschreiben.

2.1.3 ArchiMate

ArchiMate ist sowohl ein Framework als auch eine für die Darstellung von Enterprise Architectures entwickelte Modellierungssprache und wird, wie auch TOGAF, von der Open Group entwickelt. Zurzeit befindet es sich in der Version 3.0.

ArchiMate bietet eine einheitliche Darstellungsform für die Beschreibung der Enterprise Architecture. So definiert es Ansichten für spezifische Stakeholder und Konzepte für die Darstellung der Beziehungen von Architekturen untereinander. Als Grundlage definiert ArchiMate das ArchiMate Core Framework. Es beschreibt drei Schichten im Unternehmen, die Geschäftsebene, die Anwendungsebene und die Technologieebene.

- Die Geschäftsebene bildet Dienste ab, die den Kunden bereitgestellt werden und durch Geschäftsprozesse ausgeführt werden.
- Die Anwendungsebene stellt Anwendungsdienste, die die Prozesse innerhalb der Geschäftsebene unterstützen, und die Anwendungen selbst, die diese Dienste ausführen, dar.
- Die Technologieebene stellt Dienste für die Anwendungen der Anwendungsebene bereit und stellt Soft- und Hardware bereit, die diese Dienste bereitstellen.

Innerhalb dieser Schichten werden verschiedene Arten von Elementen und deren Beziehungen dargestellt. Diese Elemente werden in drei sogenannte Aspekte kategorisiert:

- Die aktive Struktur beinhaltet Elemente, die Aufgaben innerhalb des Unternehmens ausführen, beispielsweise Personen, Anwendungen oder Geräte.
- Der Verhaltensaspekt beinhaltet Funktionen, Prozesse oder Dienste, die durch aktive Strukturelemente ausgeführt werden.
- Die passive Struktur beinhaltet Objekte, die durch diese Verhaltenselemente betroffen sind. Innerhalb der Anwendungs- und Technologieschicht sind dies meist Datenobjekte.

In der neuesten Version wurde das Core Framework um drei Schichten und einen Aspekt erweitert. Die Strategieschicht beschreibt, welche Ziele das Unternehmen hat und durch welche Unternehmensbereiche diese Ziele umgesetzt werden können. Die physische Schicht enthält Anlagen, Maschinen und Geräte. Die Implementations- und Migrationsschicht stellt dar, welche Schritte unternommen werden müssen, um die geplanten Änderungen im Unternehmen umzusetzen. Der Motivationsaspekt bildet die Stakeholder und deren Motivationen und Gründe für Veränderungen im Unternehmen ab. (vgl. Open Group 2016, S. 6ff) Abbildung 3 stellt das seit ArchiMate Version 3.0 genutzte Framework dar.

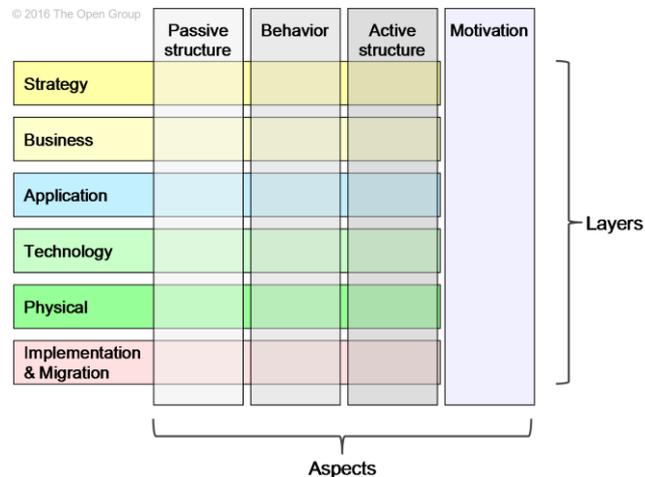


Abbildung 3: ArchiMate Framework (Open Group 2016, S. 30)

2.2 Cloud-Computing

Die allgemein anerkannte Definition des National Institute of Standards and Technology der USA (NIST) lautet 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.“ (NIST 2011)

Von dieser Definition ausgehend können folgende Eigenschaften festgelegt werden:

- On-demand self-service: Der Benutzer kann Ressourcen ohne Zutun des Anbieters buchen.
- Broad network access: Die Dienste werden über ein Netzwerk bereitgestellt (z. B. Internet oder Intranet) und können über standardisierte Schnittstellen von einer Vielzahl an Endgeräten genutzt werden.
- Resource pooling: Das System ist Mandantenfähig und der Schutz der Nutzerdaten ist gewährleistet. Die Benutzer der Dienste haben keine Kenntnisse über die zugrundeliegende Infrastruktur der Dienste.
- Rapid elasticity: Die Dienste können schnell und spontan auf Lastveränderungen reagieren.
- Measured service: Dem Nutzer ist es möglich, Ressourcen über Schnittstellen zu konfigurieren und zu steuern. (vgl. Höllwarth, S. 62f)

NIST definiert des Weiteren eine Cloud-Computing Referenzarchitektur (Abbildung 4), die alle Bestandteile eines Cloud-Systems definiert.

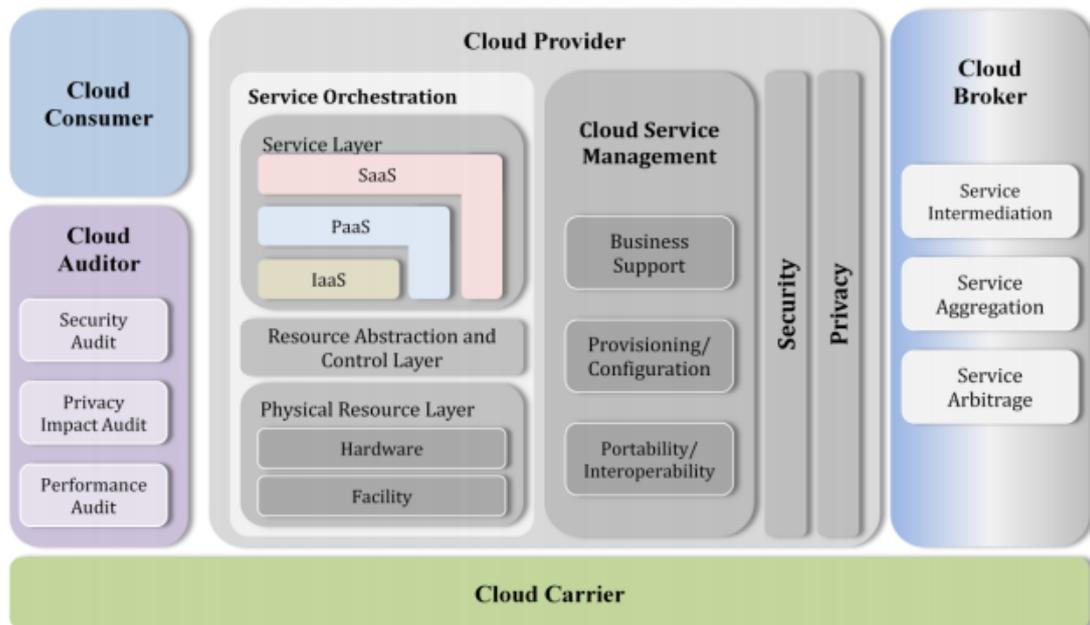


Abbildung 4: Cloud-Computing Referenzarchitektur (NIST 2011 / 2)

Im Cloud-Computing können fünf Akteure definiert werden. Die wichtigsten sind der Cloud-Anbieter und der Cloud-Nutzer. Die anderen drei, der Cloud-Auditor, der Cloud-Broker und der Cloud-Carrier werden in dieser Arbeit nicht weiter behandelt, werden der Gesamtheit halber aber kurz beschrieben.

Der Cloud-Nutzer ist die Person oder Organisation, die die vom Cloud-Anbieter bereitgestellten Dienste nutzt und dafür zahlt. Der Cloud-Anbieter betreibt die Hard- und Software, die für die Cloud notwendig ist. Je nach Servicemodell werden weitere Aufgaben vom Cloud-Anbieter übernommen, etwa die Wartung oder Konfiguration der Systeme. Die Servicemodelle werden in der Referenzarchitektur als Serviceschichten dargestellt. Sie werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels beschrieben. Zwischen den angebotenen Diensten und der zugrundeliegenden Infrastruktur liegt eine Schicht zur Abstraktion der Ressource. Dies ist notwendig, da der Nutzer keine Kenntnis über die genaue Umsetzung der einzelnen Dienste erhalten soll. Des Weiteren unterhält der Cloud-Anbieter mehrere Managementsysteme, etwa für den Kundensupport und Rechnungsstellung, das Überwachen der Dienste und der Ressourcen oder der Verwaltung der Service Level

Agreements (SLAs). Ein wichtiger Teil des Cloud-Systems ist außerdem die Sicherheit und der Datenschutz, die in allen Cloud-Diensten sichergestellt werden muss.

Der Cloud-Broker kann als Unterstützung zwischen Cloud-Nutzer und Cloud-Anbieter eingesetzt werden. Er kann Aufgaben wie die Verwaltung der Nutzung und des Einsatzes der Cloud-Dienste für den Nutzer übernehmen. Dies dient dazu, den Nutzer zu entlasten, da der Einsatz der Cloud mit immer höherem Aufwand verbunden ist. Der Cloud-Auditor dient zur unabhängigen Bewertung von Cloud-Diensten. So kann etwa eine Bewertung über die Einhaltung von Standards und Richtlinien eine wichtige Grundlage für die Entscheidung über einen Cloud-Anbieter sein. Der Cloud-Carrier ist die Organisation, die für die Verbindung zwischen Anbieter und Nutzer zuständig ist. Da diese Verbindung meist durch das Internet zustande kommt, ist der Cloud-Carrier in diesen Fällen ein Telekommunikationsunternehmen. (vgl. NIST 2011 / 2)

2.2.1 Servicemodelle

Die Cloud-Servicemodelle sind in einer hierarchischen Struktur aufeinander aufgebaut. Wie in Abbildung 5 zu sehen, unterscheiden sich die Servicemodelle je nach Umfang der vom Cloud-Anbieter verwalteten Bereiche.

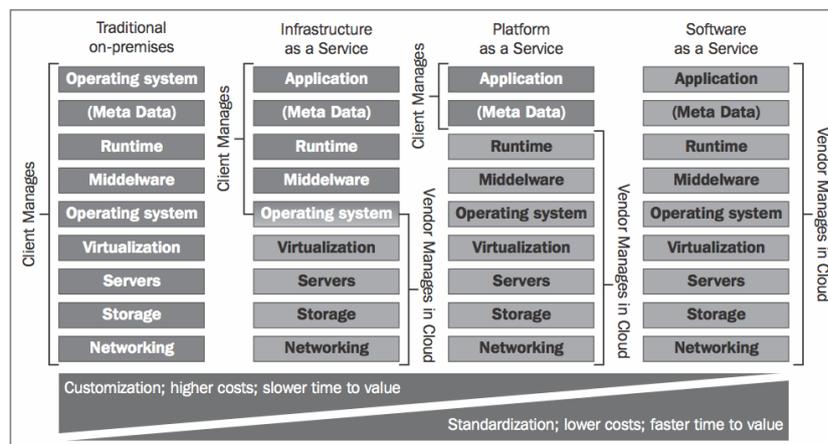


Abbildung 5: Cloud Servicemodelle (IBM 2014)

Infrastructure as a Service (IaaS) bietet den Nutzern Rechenleistung, Speicher, Netzwerkkomponenten oder andere grundlegende IT-Infrastruktur, auf denen vom Nutzer selbst bereitgestellte Anwendungen ausgeführt werden können. (vgl. NIST 2011) Die Infrastruktur wird als abstrakter, virtueller Service angeboten, ohne dass der Nutzer Wissen

über die zugrundeliegende Hardware hat. Der Nutzer hat hierbei vollen administrativen Zugriff auf die virtuellen Ressourcen. (vgl. BITKOM 2009, S. 24f)

Platform as a Service (PaaS) baut auf den Ressourcen der IaaS-Ebene auf und wird, zwischen IaaS und SaaS liegend, oft als „Middleware“ bezeichnet. Dem Nutzer stehen hier notwendige Komponenten zur Verfügung, die als Basis für die Nutzung von Anwendungen dienen. Dazu zählen etwa Laufzeitumgebungen, Datenbanken oder Webservices. Diese können je nach Bedarf modular zusammengestellt werden. (vgl. Höllwarth, S. 73) Der Nutzer kann auf dieser Basis selbsterstellte oder gekaufte Anwendungen installieren. Er hat keinen Zugriff auf die unterliegende Infrastruktur, sondern kann nur auf die von ihm installierten Anwendungen und vom Cloud-Betreiber bereitgestellte Konfigurationsmöglichkeiten zugreifen. (vgl. NIST 2011)

Software as a Service (SaaS) bietet den Nutzern Anwendungen an, die auf der Cloud-Infrastruktur des Anbieters ausgeführt werden. Die zugrundeliegende Infrastruktur wie Betriebssystem oder Datenbank werden komplett vom Anbieter verwaltet. Der Nutzer hat lediglich über Konfigurationseinstellungen Kontrolle auf das System. (vgl. NIST 2011) Anwendungen aus dem Bereich des SaaS weisen meist einen hohen Standardisierungsgrad auf, da sie von einer Vielzahl an Kunden genutzt werden. Hierdurch ist es nur eingeschränkt möglich, die Anwendung auf individuellen Kundenbedürfnisse anzupassen. (vgl. BITKOM 2009, S. 27)

2.2.2 Betriebsmodelle

Nach der Definition des NIST gibt es vier Betriebsmodelle. Diese unterscheiden sich grundsätzlich nicht im Aufbau, sondern dadurch von wem die Cloud-Dienste angeboten und genutzt werden.

Die Public Cloud ist das bekannteste System der Cloud und wird oft synonym für Cloud-Systeme im Allgemeinen genutzt. Als Public Cloud werden Systeme benannt, die nicht innerhalb des Unternehmens liegen, das sie nutzt. Alle genutzten Services befinden sich demnach außerhalb der Unternehmensfirewall. Da die Public Cloud von einer Vielzahl von Unternehmen und Personen genutzt wird, ist eine individuelle Anpassung der jeweiligen Services üblicherweise nicht möglich. Der Nutzer dieser Services hat außerdem keine Informationen zu der zugrundeliegenden Infrastruktur des Systems, da diese durch den Anbieter komplett abstrahiert wird. (vgl. Höllwarth, S. 64f)

Im Gegensatz zur Public Cloud bezeichnet die Private Cloud einen Cloud-Service innerhalb eines geschlossenen Systems, zum Beispiel eines Intranets. Ein Unternehmen kauft die für die Cloud benötigte Infrastruktur und Software, um innerhalb des Unternehmens nach den Cloud-Kriterien erstellte Dienste anzubieten. Durch die eigene Bereitstellung behält das Unternehmen die volle Kontrolle über das System und kann individuelle Anpassungen vornehmen. Damit entspricht die Private Cloud eher der traditionellen IT-Struktur. (vgl. Höllwarth, S. 67)

Eine Community Cloud ist ein Zusammenschluss mehrerer Cloud-Anbieter, die ihr Angebot gegenseitig ergänzen und so attraktiver für Kunden werden. Der Vorteil für den Kunden ist, dass er keine separaten Logins für die einzelnen Dienste nutzen muss. (vgl. Höllwarth, S. 71)

Eine Hybrid Cloud ist ein System, das sowohl aus einer Public als auch aus einer Private Cloud besteht. Durch diese Methode soll es Unternehmen möglich gemacht werden, bestimmte Daten, die aufgrund von Sicherheitsbestimmungen nicht außerhalb des Unternehmens verarbeitet werden dürfen, auf eigenen Systemen zu bearbeiten, während andere Daten, für die diese Restriktionen nicht bestehen, in einem Cloud-System eines Drittanbieters bearbeitet werden können.

Die Implementierung dieses Modells hat einen deutlich komplexeren Aufwand als die Nutzung einzelner Systeme. Für die Nutzer muss ein flüssiger Übergang zwischen den verschiedenen Systemen ermöglicht werden, ohne dass ein Unterschied zwischen den Komponenten oder den Datenquellen festgestellt wird.

Die Vorteile dieses Modells sind, dass das Unternehmen die Vorteile beider Modelle vereinen kann und die ursprünglichen Nachteile somit beseitigt werden. Die aus diesem Modell resultierenden Nachteile sind hingegen die damit einhergehende erhöhte Komplexität. (vgl. Höllwarth, S. 68f)

3 Hauptteil

Dieses Kapitel behandelt Cloud-Dienste im Rahmen der Enterprise Architecture. Es wird beschrieben, wie Cloud-Dienste durch die Enterprise Architecture dargestellt werden können und welche Bereiche in der Erstellung der Enterprise Architecture durch die Einführung und Nutzung betroffen sind. In diesem Zusammenhang werden zudem Fragestellungen betrachtet, mit denen sich Unternehmen auseinandersetzen müssen, wenn sie Cloud-Systeme nutzen wollen.

Zuerst werden die Schritte zur Erstellung einer Enterprise Architecture betrachtet, die von der Nutzung der Cloud-Dienste betroffen sind (3.1 – 3.5). Diese Einteilung basieren grob auf der TOGAF ADM, da in ihr alle wichtigen Schritte bei der Erstellung einer Enterprise Architecture beschrieben werden. Für die Darstellung der Architektur wird ArchiMate verwendet. Da ArchiMate service-orientiert aufgebaut ist, bietet es sich auch für die Darstellung von Cloud-Diensten an. Anschließend wird in 3.6 beschrieben, wie das Unternehmen in Bezug auf die Cloud analysiert werden kann. Die Beispiele basieren auf dem ArchiSurance-Fallbeispiel. Das Fallbeispiel wurde entworfen, um den Einsatz von ArchiMate auf Basis des TOGAF-Frameworks zu beschreiben. ArchiSurance ist ein fiktives Unternehmen, das verschiedene Versicherungen für Kunden anbietet. Es entstand aus dem Zusammenschluss dreier Versicherungsunternehmen. Das Fallbeispiel beschreibt, wie die Geschäftsprozesse und Informationssysteme der drei Unternehmen zusammengelegt werden können und wie diese Prozesse in ArchiMate dargestellt werden können. (vgl. Open Group 2012, S. 5ff) Diese Arbeit nimmt die daraus resultierende Enterprise Architecture als Vorlage, um das IT-System um Cloud-Dienste zu erweitern. Ein einfaches Schichtenmodell der ArchiSurance wird in Abbildung 6 dargestellt. Es zeigt die in den einzelnen Schichten eingesetzten Geschäftsprozesse, Anwendungen und IT-Ressourcen, die bei der Bearbeitung von Versicherungsansprüchen genutzt werden.

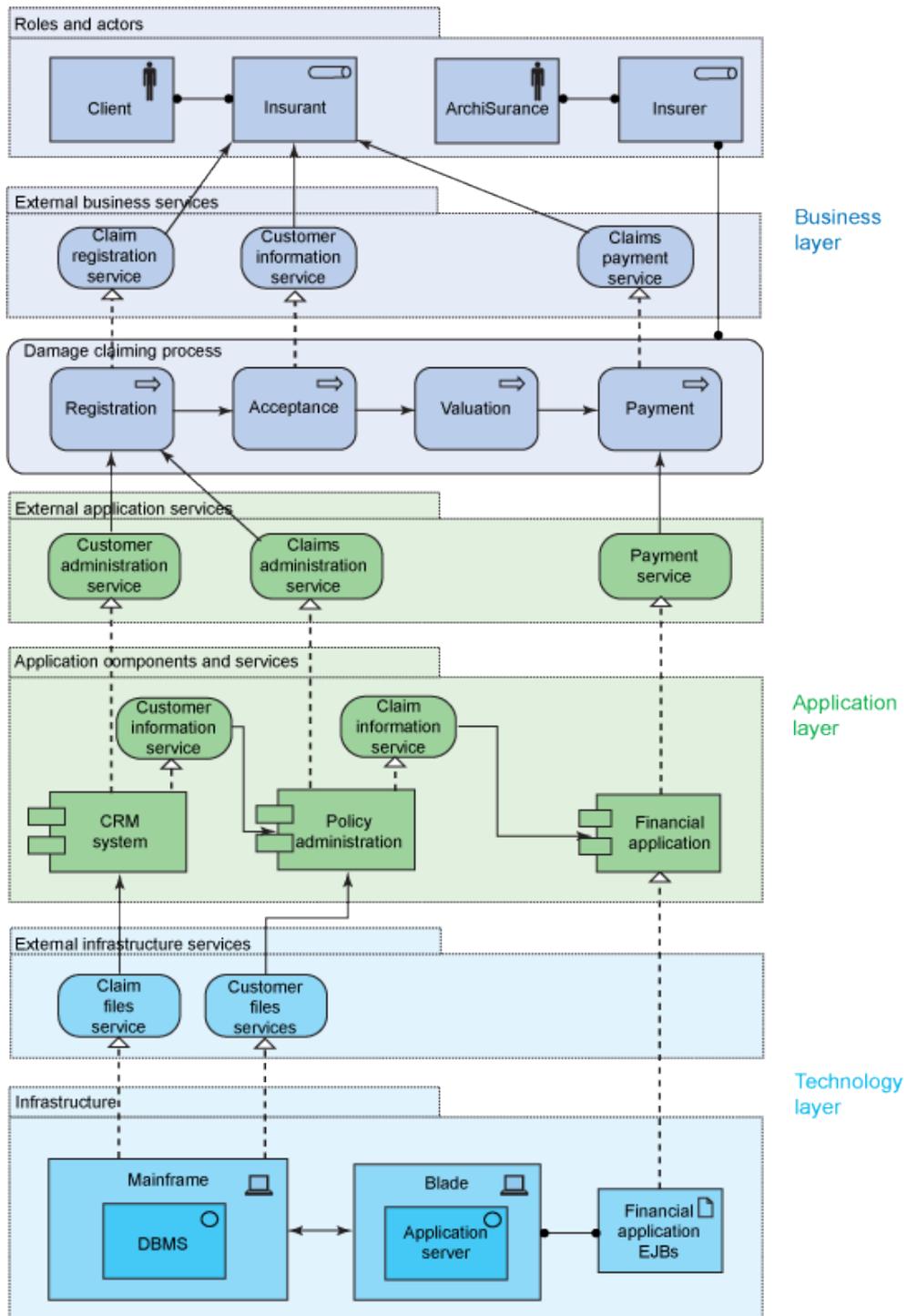


Abbildung 6: ArchiSurance Schichtenmodell (IBM 2012 / 2)

3.1 Architekturprinzipien

Die ersten Schritte für die Erstellung einer Enterprise Architecture werden in der Preliminary Phase der TOGAF ADM beschrieben. Ein wichtiger Teil dieser Phase ist das Definieren von Architekturprinzipien. Wie in 2.1 beschrieben, bilden die Architekturprinzipien den gestalterischen Rahmen für die zu erstellende Enterprise Architecture. Daher müssen, um Cloud-Systeme erfolgreich in Unternehmen einzubinden, einige Prinzipien in Bezug auf Cloud-Dienste definiert werden. Diese Prinzipien lassen sich beispielsweise von Anforderungen der Cloud-Nutzer ableiten und können Bedingungen wie die Einhaltung des Datenschutzes und der Datensicherheit enthalten. Es kann außerdem notwendig sein, bereits etablierte Architekturprinzipien zu überarbeiten oder zu verwerfen, sollten sie nicht mit der Cloud kompatibel sein. Im Folgenden werden einige Beispiele für Cloud-Prinzipien erläutert.

Name	Gewährleistung des Datenschutzes
Beschreibung	Das Cloud-System muss alle vom Gesetzgeber oder Unternehmen beschlossenen Datenschutzrichtlinien erfüllen.
Rational	Personenbezogene Kunden- oder Mitarbeiterdaten müssen auch außerhalb des Unternehmensnetzwerkes geschützt sein.
Implikation	Die Verbindung zwischen Unternehmensnetzwerk und Cloud-Anbieter muss geschützt sein. Zudem müssen die Daten im Cloud-System verschlüsselt und nur für bestimmte Personen abrufbar sein.

Name	Gewährleistung von Sicherheitsgarantien
Beschreibung	Die Sicherheit der Daten wird auch außerhalb des Unternehmensnetzwerkes garantiert.
Rational	Um sensible Unternehmensdaten zu schützen, muss der Cloud-Anbieter die Sicherheit der Daten garantieren und in SLAs gewährleisten.
Implikation	Die Verbindung zwischen Unternehmensnetzwerk und Cloud-Anbieter muss gesichert sein. Zudem muss der Cloud-Anbieter sowohl die Sicherheit der Daten gewährleisten als auch Methoden zur Kontrolle der Daten anbieten.

Name	Gewährleistung von Verfügbarkeits- und Verlässlichkeitsgarantien
Beschreibung	Cloud-Dienste können durch Netzwerkausfall für ungewisse Zeit nicht zur Verfügung stehen oder aufgrund hoher Latenz beeinträchtigt sein.
Rational	Auch bei einem Ausfall oder hoher Latenz der Cloud-Dienste muss der reibungslose Ablauf der Geschäftsprozesse sichergestellt werden.
Implikation	Der Cloud-Anbieter muss in den SLAs die Verfügbarkeit der Dienste gewährleisten. Zusätzlich muss das Unternehmen selbst Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung der Geschäftsprozesse treffen.

Name	Nahtlose Einbindung in die bestehende IT-Struktur
Beschreibung	Cloud-Dienste fügen sich nahtlos in bestehende IT-Systeme ein und ergänzen diese.
Rational	Um die Arbeit der Endanwender so einfach wie möglich zu gestalten, sollten keine Unterschiede zwischen Cloud-Diensten und internen Diensten wahrzunehmen sein.
Implikation	Die Cloud-Dienste lassen sich durch standardisierte Schnittstellen in das Unternehmen einbinden.

3.2 Motivation und Strategie

Der Einsatz von Cloud-Diensten kann für das Unternehmen erhebliche Vorteile bieten. Die von der Einführung dieser Dienste betroffenen Abteilungen und Entscheidungsträger müssen von diesen Vorteilen überzeugt werden, da der Umstieg von unternehmenseigenen Systemen (On-Premise-Lösungen) zu Cloud-Systemen oftmals mit großem Aufwand verbunden ist und somit Vorbehalte demgegenüber bestehen. Um die Unterstützung dieser Stakeholder zu erlangen, bietet es sich an eine Cloud-Strategie zu entwerfen. Eine Strategie wird in diesem Zusammenhang als Richtlinie für das Unternehmen verstanden, um das Unternehmensziel zu erreichen und wird daher meist von dem Top-Management vorgegeben. Um den Gesamtplan des Unternehmens während der Einführung von Cloud-Diensten zu berücksichtigen, müssen also gewisse Fragen im Vorhinein geklärt und in der Cloud-Strategie dokumentiert werden. Die Cloud-Strategie sollte vor allem beschreiben, warum Cloud-Dienste zum Einsatz kommen sollen und welche Vorteile dadurch erlangt werden. Um den Erfolg des Umstiegs in die Cloud später zu bewerten, sollten zudem KPIs definiert werden. Durch diese lassen sich die nicht-funktionale Anforderungen festlegen. In Bereich der Kosten könnten zum Beispiel eine Mindesteinsparung von 20% im Bereich der IT-Infrastruktur angestrebt werden. Auch für die Effizienz sollten genaue Ziele definiert werden, etwa eine Reaktionszeit von weniger als drei Sekunden bei einer Abfrage durch

einen Nutzer. (vgl. Open Group 2014) Des Weiteren sollte festgelegt werden, welche Daten und Dienste in die Cloud ausgelagert werden sollen. Hierzu muss auch auf die Risiken der Cloud eingegangen werden, da bestimmte Daten oder Dienste aufgrund von Restriktionen möglicherweise für die Cloud ungeeignet sind. Gerade im Bereich der Datensicherheit und der Verfügbarkeit werden die Schwächen des Cloud-Computings sichtbar. Beides sollte durch die SLAs vom Anbieter zugesichert werden.

Um diese Vor- und Nachteile für die verschiedenen Stakeholder sichtbar zu machen und mit ihrer jeweiligen Motivation in Verbindung zu setzen, kann die Motivationsdarstellung von ArchiMate genutzt werden. Abbildung 7 stellt das dazugehörige Metamodell dar.

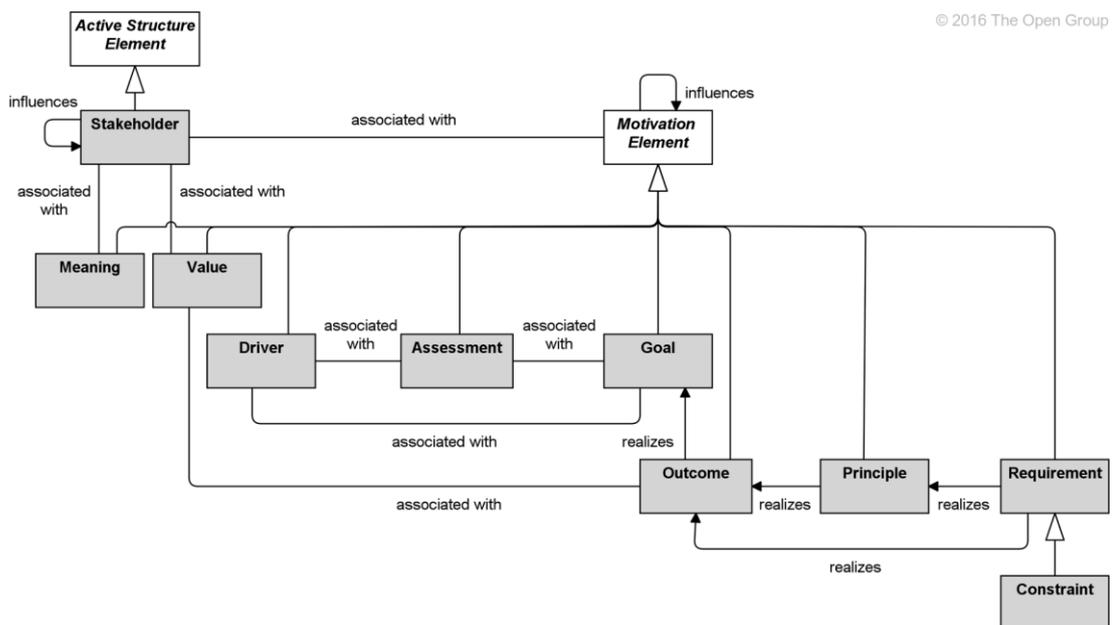


Abbildung 7: Metamodell des Motivationsaspekts (Open Group 2016, S. 39)

In dem Modell werden die Stakeholder mit ihren Motivationen dargestellt. Die Motivation kann als Ziel (Goal) des Stakeholders angesehen werden, die durch die neue Architektur umgesetzt werden soll. Aus diesen Zielen resultieren Anforderungen (Requirements), die umgesetzt werden müssen. Diese Schritte werden in der ADM Phase A umgesetzt und dienen als Grundlage für die Erstellung der Architektur in den darauffolgenden Phasen. (vgl. Open Group 2016, S. 39ff)

Abbildung 8 stellt beispielhaft eine mögliche Darstellung der Motivation verschiedener Stakeholder dar, die bei der Einführung von Cloud-Diensten berücksichtigt werden müssen.

Der CIO hat das Ziel, die Einführung neuer IT-Infrastruktursysteme zu vermeiden. Daraus folgt die Anforderung, dass ein ausgegliedertes System genutzt wird. Das Ziel des CFO ist es, die Kosten, die durch die IT-Infrastruktur entstehen, zu minimieren. Dies wird durch die Nutzung von Pay-per-Use-Diensten ermöglicht, die häufig im Cloud-Computing zum Einsatz kommen. Die Motivation des CSO stellt eine besondere Herausforderung an das neue System, da die Nachteile der Cloud vor allem im Bereich der Sicherheit und der Verfügbarkeit liegen. Die Verfügbarkeit der Dienste muss durch fest definierte SLAs vom Cloud-Anbieter versichert werden. Zudem kann der Cloud-Anbieter Werkzeuge bereitstellen, durch die der Cloud-Nutzer die Performanz und Verfügbarkeit der einzelnen Dienste überwachen kann. Allerdings können nie alle möglichen Probleme bei der Verfügbarkeit der Cloud-Dienste verhindert werden. So könnten durch Verbindungsprobleme im Netzwerk oder gar Bauarbeiten, die die Internetverbindung betreffen, für einen Ausfall des Dienstes sorgen. Für solche Fälle müssen Vorkehrungen vom Cloud-Nutzer getroffen werden, wie die Produktivität trotzdem erhalten bleiben kann. Im Bereich des Datenschutzes muss der Cloud-Anbieter Werkzeuge für die Verwaltung der Zugriffsrechte bereitstellen. Dadurch kann von Seiten des Cloud-Nutzers sichergestellt werden, dass nur berechtigte Personen Zugriff auf die Daten haben. Eine weitere effektive Möglichkeit den Datenschutz zu gewährleisten, wäre die Verschlüsselung aller Daten, die in der Cloud gespeichert werden.

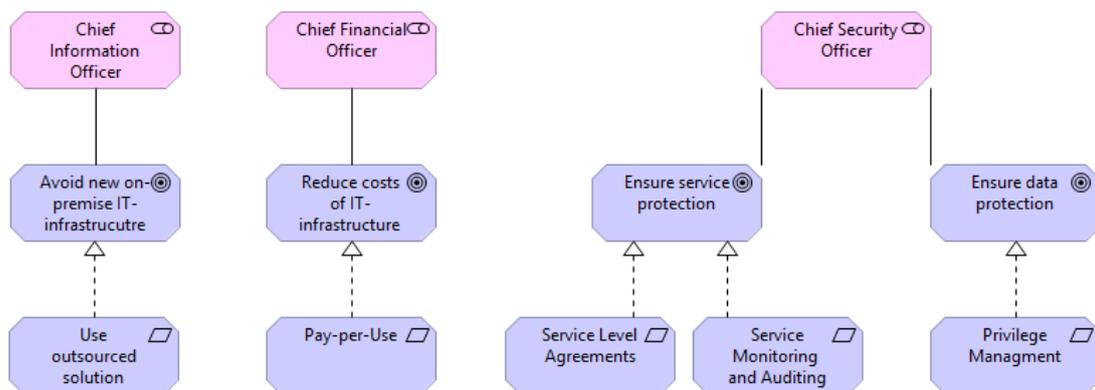


Abbildung 8: Motivationsdarstellung (abgeleitet von Open Group 2014)

3.3 Geschäftsarchitektur

Wenn das Unternehmen bereits auf einer serviceorientierten Architektur basiert, sollte die Geschäftsarchitektur nicht von der Einführung von Cloud-Diensten betroffen sein. Da die Verbindungen zwischen den einzelnen Architekturschichten nur durch angebotene Dienste zustande kommen, ist die konkrete Umsetzung dieser Dienste für die Nutzer dieser Dienste nicht von Bedeutung. Daher muss sichergestellt werden, dass die gleichen Dienste durch das Cloud-System realisiert werden, die zuvor durch das On-Premise-System bereitgestellt wurden.

3.4 Informationssystemarchitektur

Die Informationssystemarchitektur wird in Phase C der ADM erstellt. Sie besteht laut TOGAF aus der Daten- und Anwendungsarchitektur. Für beide Architekturen muss in dieser Phase entschieden werden, welche ABBs für die Erfüllung der Geschäftsprozesse benötigt werden und welche Ansichten für die Stakeholder erstellt werden sollen.

Im Bereich der Datenarchitektur muss definiert werden, welche Daten und in welchem Format sie in der Cloud gespeichert und verarbeitet werden sollen. Des Weiteren muss definiert werden, wie die Schnittstellen zum Cloud-System aufgebaut sein sollen. Wenn Daten aus einem bestehenden System in die Cloud migriert werden, muss zudem eine Anforderungsanalyse für mögliche Datentransformationen oder -bereinigung durchgeführt werden. Um die nicht-funktionellen Anforderungen der Daten auch in der Cloud zu erfüllen, müssen sie in SLAs übersetzt werden. Dazu gehört beispielsweise die Datensicherung und Datenverfügbarkeit. (vgl. Open Group 2014)

Im Bereich der Anwendungsarchitektur müssen die Anwendungen, die zur Erfüllung der Geschäftsprozesse notwendig sind, beschrieben werden. Cloud-Dienste auf dieser Schicht, beispielsweise SaaS-Anwendungen, bieten ihre Dienste für Geschäftsprozesse oder andere Anwendungen an.

In ArchiMate werden Elemente des Informationssystems in der Anwendungsschicht dargestellt. Die verschiedenen Entitäten und deren Beziehungen werden in dem Metamodell in Abbildung 9 dargestellt.

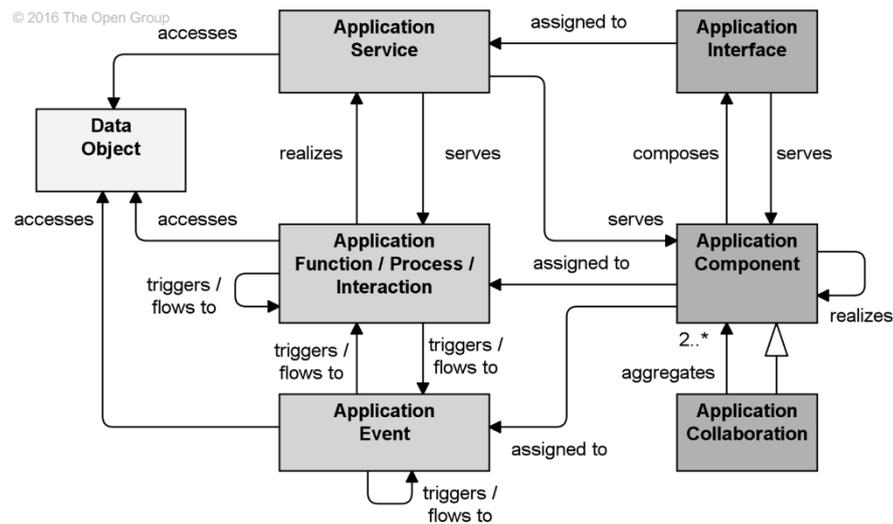


Abbildung 9: Metamodell der Anwendungsschicht (Open Group 2016, S. 70)

In dem Metamodell sind drei Arten von aktiven Elementen vorhanden, Anwendungskomponenten, Anwendungsschnittstellen und Anwendungskollaborationen. Anwendungskomponenten sind die Cloud- und Unternehmensanwendungen, die über Schnittstellen verschiedene Dienste für andere Anwendungen oder Geschäftsprozesse der oberen Architekturschicht anbieten. Anwendungskollaborationen dienen zur Darstellung von miteinander verknüpften Anwendungen, die eine gemeinsame Aufgabe erfüllen. (vgl. Open Group 2016, S. 70ff)

Für das Beispiel wird angenommen, dass das CRM-System der ArchiSurance durch ein SaaS-System in der Cloud ersetzt werden soll. Anhand der Schichtenarchitektur in Abbildung 6 kann eine Zielarchitektur (Abbildung 10) erstellt werden. Zudem könnte auch eine Differenzanalyse (gap analysis) erstellt werden. Sie ist ein wichtiger Teil von TOGAF und dient zum Vergleich des Ist- und des Soll-Zustandes der Architektur. Sie stellt dar, welche System in der alten Architektur ersetzt werden müssen oder überflüssig werden.

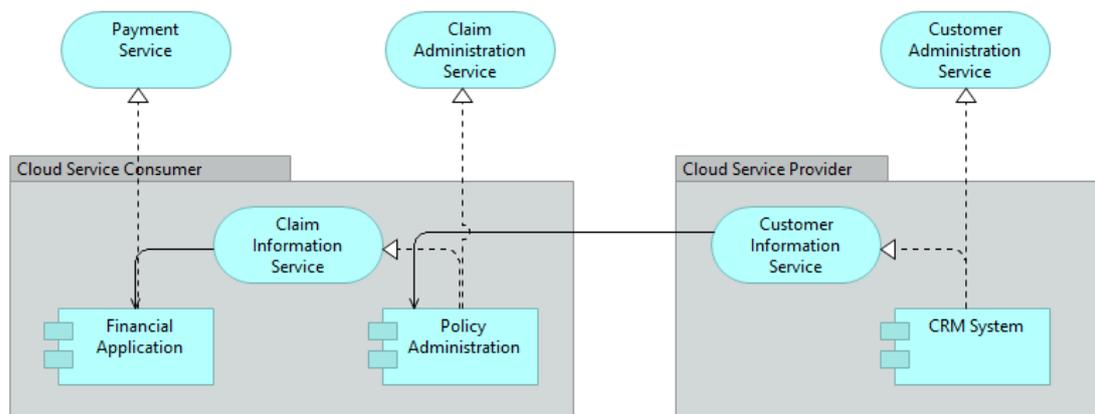


Abbildung 10: Anwendungsschicht Zielarchitektur

Das Modell zeigt den Cloud-Nutzer, der über eine Finanzanwendung und eine Anwendung zur Verwaltung der Versicherungsscheine verfügt. Das zuvor im Unternehmen genutzte CRM-System wurde in die Cloud ausgelagert und wird dort als SaaS-Dienst vom Anbieter verwaltet. Das CRM-System kann über zwei bereitgestellte Dienste sowohl von der Versicherungsscheinverwaltung als auch von der Geschäftsschicht genutzt werden. Wie die Verbindung zu anderen Anwendungen aufgebaut ist, hängt vom jeweiligen Cloud-Anbieter ab. So nutzt Salesforce auf SOAP- und REST-basierende APIs, für die die On-Premise-Systeme nötigenfalls angepasst werden müssen. (vgl. Salesforce 2014)

In dem folgenden Beispiel wird die IT-Infrastruktur der ArchiSurance um eine externe Cloud-Datenbank erweitert (Abbildung 12). Diese Art der Hybrid Cloud könnte zum Beispiel nützlich sein, um die On-Premise-Datenbank zu entlasten. Wie schon im vorherigen Beispiel der Anwendungsarchitektur wird das Schichtenmodell in Abbildung 6 als Grundlage genutzt. Auch hier kann zusätzlich eine Differenzanalyse durchgeführt werden.

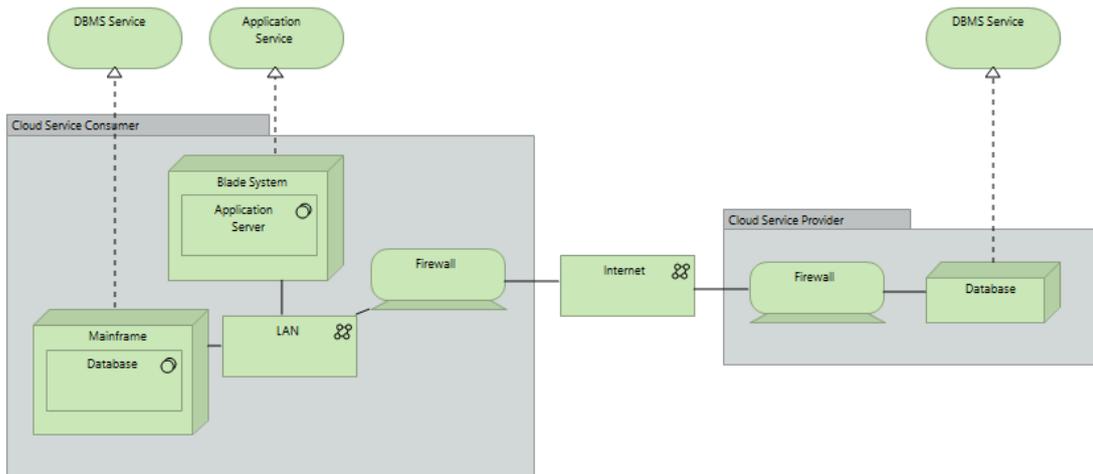


Abbildung 12: Technologiestrich Zielarchitektur

Das Modell zeigt die Infrastruktur des Cloud-Nutzers und des Cloud-Anbieters, die über ein Netzwerk, in diesem Fall das Internet, verbunden sind. Wie in der ursprünglichen Architektur besteht die Infrastruktur des Nutzers aus einem Mainframe und einem Blade System. Beide sind mit dem Unternehmensnetzwerk verbunden und bieten Dienste für die Anwendungsschicht an. Ebenso bietet das Datenbanksystem in der Cloud einen Dienst für den Datenzugriff an, der von Anwendungen genutzt werden kann.

3.6 Einbindung in das bestehende System und Migration

Der wichtigste Teil ist wohl die Einbindung der Cloud-Dienste in die bestehende Systemlandschaft und mögliche Migration der Daten in die Cloud. Dabei können verschiedene Probleme auftreten, die in diesem Kapitel beschrieben werden. Anschließend werden Wege vorgestellt, welche Werkzeuge von TOGAF und ArchiMate bei der Lösung dieser Probleme helfen können.

Grundsätzlich lassen sich zwei Arten von Problemen erkennen: inkompatible Schnittstellen der verwendeten Cloud-Dienste und der bestehenden Systeme und die Migration der Daten in die Cloud. Wenn das Cloud-System mit On-Premise-Systemen verbunden werden

soll, müssen dafür Schnittstellen durch den Cloud-Anbieter bereitgestellt werden. Diese sind häufig nach dem REST-Paradigma entworfen. Dies kann in Verbindung mit älteren On-Premise-Systemen zu erhöhtem Aufwand führen, da diese meist nicht auf diese Art der Kommunikation vorbereitet sind. Zudem müssen Unternehmensanwendungen möglicherweise in Bezug auf die Verfügbarkeit und Konsistenz der Cloud-Dienste vorbereitet werden. Wie alle verteilten Systeme sind auch Cloud-Systeme an die Restriktionen des CAP-Theorems gebunden, das heißt es können nur zwei der drei Eigenschaften Konsistenz, Verfügbarkeit und Ausfalltoleranz zurzeit erfüllt werden. Da Cloud-Systeme auf einer horizontal-skalierten Infrastruktur basieren, ist eine hohe Ausfalltoleranz notwendig. Auch muss eine hohe Verfügbarkeit der Dienste sichergestellt werden, daher muss auf eine strenge Konsistenz der Daten verzichtet werden. Bestehende Unternehmenssysteme nutzen allerdings häufig ACID-Transaktionen, die eine strenge Konsistenz voraussetzen. Die Unternehmenssysteme müssen auf diese Umstände angepasst werden. Auch die Daten müssen für die Migration in die Cloud vorbereitet werden. So könnte es zum Beispiel notwendig sein, die Struktur der Daten zu überarbeiten und an das Cloud-System anzupassen, etwa die Konvertierung von XML zu JSON. (vgl. Vossen u. a. 2013, Kapitel 3.6)

ArchiMate bietet ein Modell zur Darstellung der Migrationsphase an. Das Metamodell wird in Abbildung 13 dargestellt.

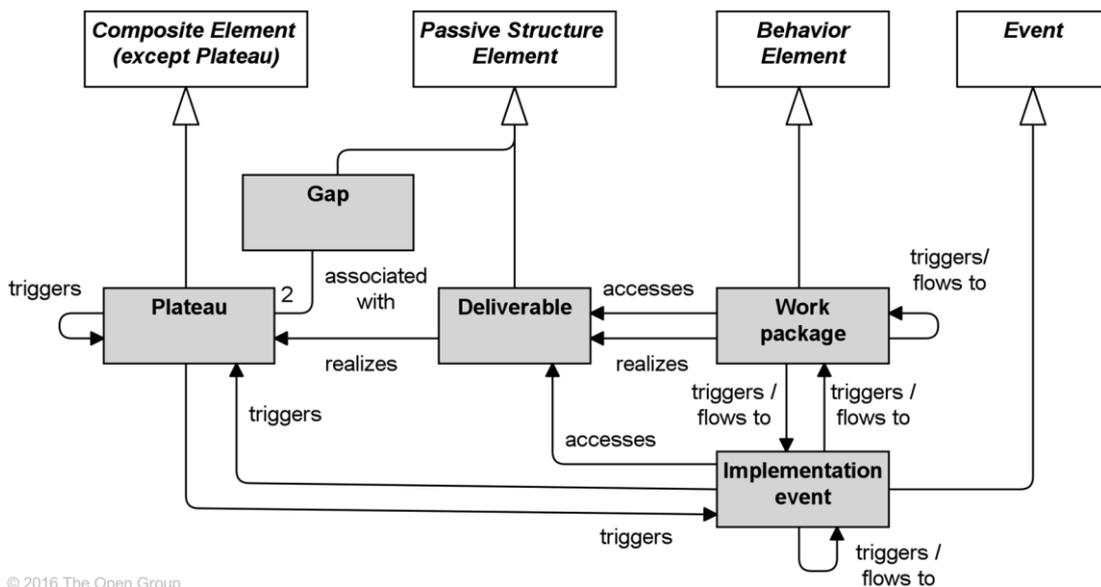


Abbildung 13: Metamodell zur Implementation und Migration (Open Group 2016, S. 99)

Die für die Umsetzung der Architektur notwendigen Schritte werden in Arbeitspaketen (Work package) dargestellt. Das Arbeitspaket liefert Arbeitsergebnisse (Deliverable), die wiederum ein sogenanntes Plateau realisieren. Ein Plateau stellt in diesem Zusammenhang einen relativ stabilen Stand der Architektur dar. (vgl. Open Group 2016, S. 99ff)

Die Umsetzung der Infrastruktur-, Anwendungs- und Geschäftsarchitektur kann dem Modell folgend in Arbeitspakete gegliedert werden. Mögliche Arbeitsergebnisse für die Umsetzung der Infrastrukturarchitektur wären beispielsweise die erfolgreiche Anpassung der On-Premise-Systeme an die Cloud-Dienste. Sobald ein Arbeitspaket alle Arbeitsergebnisse erreicht hat, ist ein Plateau erreicht. Dies kann dann als Grundlage für die nächsten Arbeitspakete genutzt werden. Welche Schritte in den jeweiligen Arbeitspaketen unternommen werden müssen, kann durch die Differenzanalysen ersichtlich werden, die in den Phasen B, C und D der TOGAF ADM durchgeführt werden.

3.7 Architekturanalyse

Die erstellten Architekturen machen eine genauere Analyse der einzelnen Systeme und vor allem deren Zusammenspiel miteinander möglich. Die Architektur kann auf zwei Arten analysiert werden: quantitativ und funktional. Beide werden in diesem Kapitel in Bezug auf die Cloud-Dienste beschrieben. (vgl. Lankhorst u. a. 2005, S. 191f) Die mathematischen Grundlagen, auf denen die verschiedenen Analysemethoden basieren, werden hingegen nicht näher betrachtet.

Die quantitative Analyse macht es möglich, die Performanz des gesamten Systems zu bestimmen. Dies ist ein wichtiger Schritt in der Bewertung des Cloud-Systems, da gerade die Verbindung zu den einzelnen Diensten zu Verzögerungen führen kann. Durch die Analyse kann ersichtlich gemacht werden, welche Bereiche des Systems von diesen möglichen Verzögerungen betroffen sind. Dabei können, wie schon bei der Erstellung der Enterprise Architecture, verschiedene Ansichten der Analyse erstellt werden, je nachdem an welchen Stakeholder die Analyse gerichtet ist.

- Die Nutzeransicht stellt die Reaktionszeit des Systems dar, also die Zeit die zwischen der Nutzereingabe, beispielsweise einer Datenbankabfrage, und der Antwort des Systems vergeht. Diese Ansicht ist an Kunden oder allgemein an die Endanwender des Systems gerichtet.
- Die Prozessansicht bietet im Gegensatz zur Nutzeransicht die Möglichkeit, die Zeit, die für die Bearbeitung eines Arbeitsvorganges benötigt wird, darzustellen. Sie ist gerichtet an das Produktionsmanagement.

- Die Produktansicht stellt die Zeit dar, die für die Realisierung eines Produktes benötigt wird. So wie die Prozessansicht ist sie an das Produktionsmanagement gerichtet.
- Die Systemansicht stellt dar, wie viele Transaktionen innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit bearbeitet werden können. Diese Ansicht ist an das Management gerichtet, die das jeweilige System nutzen.
- Die Ressourcenansicht gibt an, wie viel Zeit die einzelnen Ressourcen für die Ausführung der Prozesse benötigen. Die Ansicht ist gut für die Bewertung der Cloud-Dienste geeignet, da sie mögliche Engpässe im System identifiziert. Der Nutzer dieser Ansicht ist das Ressourcenmanagement. (vgl. Lankhorst u. a. 2005, S. 194ff)

Je nach Architekturschicht lassen sich verschiedene Bereiche analysieren. Die meisten Möglichkeiten zur Analyse bietet dabei die Infrastrukturschicht. Da der Cloud-Nutzer bei der Nutzung von IaaS-Diensten vollen Zugriff auf die genutzten IT-Ressourcen erhält, kann er genaue Analysen der benötigten Zeiten durchführen. Die Messung der Reaktionszeiten kann durch Überwachungswerkzeuge ermöglicht werden, die vom Cloud-Anbieter bereitgestellt werden. Schwieriger wird die Analyse bei PaaS- oder SaaS-Diensten. Bei diesen Diensten hat der Nutzer keine Kenntnis über die genutzten Ressourcen und kann nur die Reaktionszeit des Dienstes an sich messen.

Die funktionale Analyse beschäftigt sich mit dem Aufbau der Architektur und kann in zwei Unterbereiche geteilt werden, die statische und die dynamische Analyse. Die statische Analyse behandelt die einzelnen Elemente der Architektur und deren Beziehungen, die dynamische Analyse hingegen behandelt das Verhalten der Elemente. In der statischen Analyse können erste Planungen für eine Veränderung der Enterprise Architecture vorgenommen werden. Sollte beispielsweise ein System der aktuellen Architektur entfernt oder durch ein anderes ersetzt werden, kann hier dargestellt werden, welche anderen Systeme von dieser Veränderung betroffen wären. Als ersten Schritt müssten demnach alle Beziehungen zwischen dem sich veränderndem System und den restlichen Systemen analysiert werden. Dazu können bereits erstellte Architekturansichten herangezogen werden. (vgl. Lankhorst u. a. 2005, S. 209ff)

Die dynamische Analyse kann in der Form von Datenflussdiagrammen große Vorteile für die Analyse von Cloud-Diensten haben. Hier können die einzelnen Prozesse des Systems dargestellt werden, die durch Linien miteinander in Verbindung stehen. Diese Linien stellen die Datenflüsse innerhalb des Systems dar. Hierbei geht es nicht wie bei der quantitativen Analyse um die Zeit, die die einzelnen Daten zwischen den einzelnen Prozessen brauchen, sondern um den Datenfluss an sich, das heißt welche Prozesse bei der Ausführung von Geschäftsprozessen genutzt werden. Durch diese Methode können die Beziehungen zwischen den internen und externen Systemen des Unternehmens dargestellt werden, um so einen Überblick über das Zusammenspiel zwischen On-Premise- und Cloud-Systemen zu bekommen.

4 Zusammenfassung und Fazit

Das Thema dieser Bachelorarbeit war es, Cloud-Computing und die dadurch bereitgestellten Dienste durch die Methoden und Modelle der Enterprise Architecture zu beschreiben. Durch die im zweiten Kapitel beschriebenen Grundlagen wurde ersichtlich, dass TOGAF und ArchiMate bestens für die Beschreibung und die Darstellung von Cloud-Diensten geeignet sind. TOGAF bietet ein gutes Rahmenmodell und alle wichtigen Schritte für die Erstellung einer Enterprise Architecture werden in der Architecture Development Method beschrieben. Alle in der ADM beschriebenen Konzepte lassen sich zudem auch auf Cloud-Dienste anwenden. Daher wurde auf Basis dieser beiden Frameworks beschrieben, welche Bereiche der Enterprise Architecture von der Einführung von Cloud-Diensten betroffen sind und wie das Unternehmen bei der Einführung dieser Dienste durch die Methoden der Enterprise Architecture unterstützt werden kann.

Im Hauptteil wurden dafür im ersten Schritt Architekturprinzipien beschrieben, die bei der Einführung von Cloud-Diensten hilfreich sein können. Dazu wurden Beispielprinzipien definiert, die Themen wie Datenschutz und Datenverfügbarkeit behandeln. Anschließend wurden die drei Architekturebenen beschrieben. Die Geschäftsarchitektur wurde nur kurz betrachtet, da sich eine Veränderung der Infrastruktur oder der Anwendungen nicht auf die Geschäftsprozesse auswirken sollte. In der Informationssystemarchitektur wurde dargestellt, was bei der Daten- und Anwendungsarchitektur beachtet werden muss, wenn Cloud-Dienste in das Unternehmen eingeführt werden sollen. Zudem wurde das ArchiMate Metamodell für die Anwendungsebene beschrieben und wie es für die Darstellung von Cloud-Diensten genutzt werden kann. Im nächsten Schritt wurde das Metamodell der Technologieebene beschrieben. Auch hier wurde Bezug auf die Darstellung von Cloud-Diensten genommen. Wie diese Dienste in das Unternehmen eingeführt werden können wurde in dem nächsten Teil beschrieben. Hier wurde auch auf die Probleme eingegangen, die bei der Einführung der Dienste oder bei der Migration der Daten auftreten können. Um diese Probleme zu identifizieren und zu organisieren, bieten TOGAF und ArchiMate die Differenzanalyse und die Darstellung der Arbeitsschritte in einem Modell. Ebenso wie in den vorherigen Teilen wurde das dazugehörige ArchiMate Metamodell beschrieben. Es wurde deutlich, dass sich die ArchiMate Metamodelle einfach auf Cloud-Dienste anwenden

lassen. Zudem eignet sich das Schichtenmodell von ArchiMate dank des service-orientierten Ansatzes bestens für die Darstellung eines Unternehmens und der genutzten Cloud-Dienste.

Im letzten Abschnitt des Hauptteils wurde auf verschiedene Analysemethoden eingegangen, die durch die Enterprise Architecture ermöglicht werden. Dazu wurde beschrieben, wie die quantitative und die funktionale Analyse bei Cloud-Diensten angewendet werden können.

Abschließend kann gesagt werden, dass sich die bereits etablierten Methoden und Werkzeuge der Enterprise Architecture auch auf Cloud-Dienste anwenden lassen. Sie helfen zudem bei den Problemen, mit denen sich das Unternehmen bei der Einführung von Cloud-Diensten befassen muss, da die Enterprise Architecture das gesamte System auf übersichtliche Art darstellen kann. Dadurch wird es einfacher, die Probleme zu identifizieren und lösen.

5 Quellenverzeichnis

[BITKOM 2009]

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Stand 2009, <https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2009/Leitfaden/Leitfaden-Cloud-Computing/090921-BITKOM-Leitfaden-CloudComputing-Web.pdf> Abruf: 23.11.2016

[Matthes 2011]

Matthes, D.: Enterprise Architecture Frameworks Kompendium, Berlin: Springer, 2011, ISBN 978-3-642-12955-1

[Holt / Perry 2010]

Holt, J; Perry, S.: Modelling Enterprise Architectures, London: The Institution of Engineering and Technology, 2010, ISBN 978-1-84919-077-7

[Höllwarth 2012]

HÖLLWARTH, T.: Cloud Migration, 2. Auflage, Zwickau: mitp, 2012, ISBN 978-3-8266-9225-3

[IBM 2012 / 1]

IBM, Stand 2012, <https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/enterprise-architecture-financial-sector/> Abruf: 10.12.2016

[IBM 2012 / 2]

IBM, Stand 2012, <https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/enterprise-architecture-cloud/> Abruf: 13.12.2016

[IBM 2014]

IBM, Stand 2014, <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2014/01/cloud-computing-defined-characteristics-service-levels/> Abruf: 06.12.2016

[Lankhorst u. a. 2005]

LANKHORST, M., et al.: Enterprise Architecture at Work, Berlin: Springer, 2005, ISBN 3-540-24371-2

[NIST 2011 / 1]

National Institute of Standards and Technology, Stand 2011,
<http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> Abruf:
18.11.2016

[NIST 2011 / 2]

National Institute of Standards and Technology, Stand 2011,
http://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=909505 Abruf: 18.11.2016

[Open Group 2011]

The Open Group: TOGAF Version 9.1, 2011, ISBN 978-90-8753-679-4

[Open Group 2012]

The Open Group: ArchiSurance Case Study, 2012, Dokumentennummer: Y121

[Open Group 2014]

The Open Group, Stand 2014,
http://www.opengroup.org/cloud/cloud_ecosystem_rm/p5.htm Abruf: 10.12.2016

[Open Group 2016]

The Open Group: ArchiMate 3.0 Specification, 2016, ISBN 1-937218-74-4

[Op't Land u. a. 2009]

OP'T LAND, M.; PROPER, E.; WAAGE, M.; CLOO, J.; STEGHUIS, C.: Enterprise Architecture: Creating Value by Informed Governance, Berlin: Springer, 2009, ISBN 978-3-540-85231-5

[Salesforce 2014]

Salesforce, Stand 2014, https://developer.salesforce.com/page/Salesforce_APIs, Abruf:
12.12.2016

[Statista 2016]

Statista, Stand 2016,
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/177484/umfrage/einsatz-von-cloud-computing-in-deutschen-unternehmen-2011/> Abruf: 10.12.2016

[Vossen u. a. 2013]

VOSSEN, G.; HASELMANN, T.; HOEREN, T.: Cloud-Computing für Unternehmen, Heidelberg: dpunkt.Verlag, 2013, ISBN 978-3-389864808-0

6 Abkürzungsverzeichnis

ABB	Architecture Building Block
API	Application Programming Interface
CRM	Customer Relationship Management
IaaS	Infrastructure as a Service
KPI	Key Performance Indicators
PaaS	Platform as a Service
REST	Representational State Transfer
SaaS	Software as a Service
SBB	Solution Building Block
SLA	Service Level Agreement
TOGAF	The Open Group Architecture Framework

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zachman Framework (Matthes 2011, S. 212).....	11
Abbildung 2: TOGAF ADM (Open Group 2011, S. 48).....	12
Abbildung 3: ArchiMate Framework (Open Group 2016, S. 30).....	15
Abbildung 4: Cloud-Computing Referenzarchitektur (NIST 2011 / 2).....	16
Abbildung 5: Cloud Servicemodelle (IBM 2014)	17
Abbildung 6: ArchiSurance Schichtenmodell (IBM 2012 / 2).....	21
Abbildung 7: Metamodell des Motivationsaspekts (Open Group 2016, S. 39)	24
Abbildung 8: Motivationsdarstellung (abgeleitet von Open Group 2014)	25
Abbildung 9: Metamodell der Anwendungsschicht (Open Group 2016, S. 70).....	27
Abbildung 10: Anwendungsschicht Zielarchitektur	28
Abbildung 11: Metamodell der Technologieschicht (Open Group 2016, S. 79)	29
Abbildung 12: Technologieschicht Zielarchitektur.....	30
Abbildung 13: Metamodell zur Implementation und Migration (Open Group 2016, S. 99) .	31

Versicherung über Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Hamburg, den _____