

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Cloud Computing im Bildungssektor“

verfasst von
Lukas Edengruber BSc

angestrebter akademischer Grad
Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:
Studienrichtung lt. Studienblatt:
Betreut von:

A 066 915
Masterstudium Betriebswirtschaft
ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl Anton Fröschl

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

„Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.“

Lukas Edengruber

Wien im November 2014

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1. Einführung.....	1
1.1. Relevanz des Themas	1
1.2. Gliederung der Arbeit.....	2
2. Begriffsklärung, Definitionen und Formen	3
2.1. Historische Entwicklung	3
2.1.1. Cluster Computing	6
2.1.2. Grid Computing.....	6
2.1.3. Outsourcing.....	7
2.1.4. Application Service Provider	8
2.2. Begriffsklärung und Definition	9
2.2.1. Begriffsklärung	9
2.2.2. Definition	10
2.3. Typen von Cloud-Services	16
2.3.1. Public Cloud.....	16
2.3.2. Private Cloud	17
2.3.3. Hybrid Cloud	18
2.3.1. Community Cloud	18
3. Cloud Computing aus betriebswirtschaftlicher Sicht.....	19
3.1. Anforderungen	22
3.2. Die wichtigsten ökonomischen Treiber	24
3.3. Investition in Cloud-Systeme.....	27
3.4. Kennzahlenbetrachtung	29
3.4.1. Investitionskosten und Betriebskosten	29
3.4.2. Kapitalwert	32
3.4.3. Reale Optionen	33
3.4.4. RoI	36
3.4.5. Gesamtbetriebskosten	40

3.4.6. Aufstellung einer TCO-Matrix.....	42
3.5. Kostenbetrachtung.....	45
3.5.1. Pay per Use	45
3.5.2. Elastizität.....	47
3.6. Betriebswirtschaftlicher Nutzen und Risiken	50
3.6.1. Outsourcing und Kostensenkung	50
3.6.2. Risikofaktoren	52
3.7. Anwendbarkeit der neuen Institutionenökonomik als Hilfestellung bei der Entscheidungsfindung.....	54
3.7.1. Principal-Agent-Theorie	54
3.7.2. Transaktionskostentheorie	61
3.7.3. Verfügungsrechte.....	65
3.7.4. Buying-Center-Konzept.....	69
3.8. Service Modelle	71
3.8.1. SaaS	72
3.8.2. PaaS	73
3.8.3. IaaS	73
4. Make-or-Buy-Entscheidung	74
4.1. Anbieterwahl	77
4.1.1. Lock-In-Effekte.....	78
4.1.2. Reputation.....	80
4.1.3. Service Level Agreement.....	82
5. Sicherheit und Datenschutz.....	83
5.1. Datenschutz	83
5.2. Informationssicherheit.....	86
6. Cloud Computing im Bildungssektor.....	88
6.1. Allgemeine Anforderungen	93
6.2. Internationale Implementierungsformen.....	98
6.2.1. City University of New York.....	98
6.2.1. Yale University.....	99
6.3. Österreichische Universitäten	100
6.3.1. Internetinitiative der Österreichischen Bundesregierung.....	100
6.3.2. Expertenbefragung	101
7. Zusammenfassung und Ausblick.....	109
Literaturverzeichnis.....	110
Internetquellen.....	113

Anhang I	116
Anhang II	121
Abstract (Deutsch).....	121
Abstract (English)	121
Anhang III	122
Akademischer Lebenslauf	122

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitstrahl Cloud Computing	3
Abbildung 2: Skalierbarkeit von Systemen	5
Abbildung 3: Schichtaufbau der Virtualisierung	10
Abbildung 4: Die 5 Charakteristika des Cloud Computing	12
Abbildung 5: Moore´s Gesetz	21
Abbildung 6: Folgen des Technologiewachstums Cloud Computing	26
Abbildung 7: Realooptionen Investitionsentscheidung	33
Abbildung 8: zu berücksichtigende Faktoren bei der Kosten-Nutzen Berechnung von Cloud-Systemen	37
Abbildung 9: TCO-Matrix	44
Abbildung 10: Die Wahl zwischen Markt und Hierarchie	63
Abbildung 11: Koordinationsmöglichkeiten Make-or-Buy im Cloud Computing	64
Abbildung 12: Buying Center Concept an Universität in Österreich.....	70
Abbildung 13: Struktur eines Cloud-Geschäftsmodells.....	72
Abbildung 14: Transaktionskostenmodell für Cloud-Computing-Dienste	74
Abbildung 15: Make-or-Buy im Cloud Computing	75
Abbildung 16: Reputation eines CSP	81
Abbildung 17: Visualisierungskarte CloudSleuth.net	81
Abbildung 18: SWOT Analyse Universitäten	88
Abbildung 19: Anwender von IT-Infrastruktur an einer Universität.....	94
Abbildung 20: Cloud-Computing-Strategie an einer Universität.....	95
Abbildung 21: Daten aus den Kernbereichen einer Universität	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich von Cloud-, Grid- und Cluster-Computing	15
Tabelle 2: Agency-Probleme	56
Tabelle 3: Lösungsmöglichkeiten für Probleme zwischen Agent und Prinzipal	59
Tabelle 4: Auswirkungen der Theorie der Verfügungsrechte in der Praxis	68
Tabelle 5: Entscheidungskriterien Identifikationsphase	76
Tabelle 6: Cloud Auswahl Kriterien.....	97
Tabelle 7: Cloud Service Angebote für Universitäten	97

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
API	Application Programming Interface, Programmierschnittstelle zur Anwendungsprogrammierung
ASP	Application Service Provider oder Application Service Providing
bmwfw	Österreichisches Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
CAPEX	capital expenditure, Investitionskosten
CSP	Cloud Service Provider
DDoS	Denial of Service Attacke, Hacker Angriff bei dem die Server durch zu viele Anfragen blockiert werden
ERP	Enterprise-Resource-Planning
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure as a Service, Rechenleistung oder Datenspeicher aus der Cloud
NIST	National Institute of Standards and Technology
o.ä.	oder Ähnliches
OPEX	operational expenditure, Betriebskosten
PaaS	Platform as a Service, Programmierumgebungen aus der Cloud
QoS	Quality of Service, Dienstgüte aus Anwendersicht
RIS	Rechtsinformationssystem der Republik Österreich
SaaS	Software as a Service, fertige Softwarelösungen aus der Cloud
SLA	Service License Agreement
TCO	total cost of ownership, Gesamtbetriebskosten
VPN	virtual private network, virtuelles privates Netzwerk
XaaS	Everything as a Service
XML	eXtensible Markup Language
ZID	Zentraler Informatikdienst

1. Einführung

In folgendem Kapitel soll zunächst die Relevanz des vorliegenden Themas für diese Masterthesis erläutert werden. Danach wird im nächsten Abschnitt die Gliederung der Arbeit überblicksmäßig dargestellt.

1.1. Relevanz des Themas

Das Thema Cloud Computing erfreut sich in den letzten Jahren steigender Beliebtheit, sei es in der wissenschaftlichen Literatur wie auch in der Presse. Man kann als außenstehender Betrachter den Eindruck gewinnen, dass eine gute Marketingkampagne betrieben wird, um Cloud Computing auf der ganzen Welt bekannt zu machen. Abseits einer Hypewelle ist jedoch das wenn nicht immer rasante, aber doch stetige Wachstum an Cloud-Services auf Anbieterseite, wie auch deren Nutzung auf Kundenseite, festzustellen.

Auch einige Unternehmen wagen den Schritt in Richtung Cloud Computing. Das österreichische Statistikinstitut, die Statistik Austria, hat im Oktober 2014, neueste Daten veröffentlicht, in denen sichtbar wird, dass bereits rund 12 Prozent der Unternehmen in Österreich, in welcher Form auch immer, Cloud Dienste nutzen.¹ Häufigster Anwendungsfall sind derzeit E-Mail-Dienste, die über 50 Prozent der gesamten Cloud-Nutzung ausmachen.² Der Trend in Richtung Cloud Computing kommt nicht zuletzt aus dem Consumer-Sektor, wo derzeit 35 Prozent der Personen zwischen 16-74 Jahren Cloud-Dienste nutzen.³ Auch im Bildungssektor erfreut sich Cloud Computing steigender Relevanz und wird schon an einigen österreichischen Universitäten eingesetzt.

Diese neuesten Daten unterstreichen die steigende Relevanz des vorliegenden Themas und dessen zukünftige Bedeutung.

¹ Vgl. Statistik Austria 2014b

² Vgl. Statistik Austria 2014a

³ Vgl. Statistik Austria 2014c

1.2. Gliederung der Arbeit

Nach der eben erfolgten Einführung sollen zunächst die wichtigsten Begriffe erklärt, Definitionen dargelegt, wie auch die Formen von Cloud Computing erläutert werden. Dabei wird auch eine historische Entwicklung des Cloud-Computing-Begriffs skizziert.

Im dritten Kapitel folgt eine betriebswirtschaftlich getriebene Betrachtung von Cloud Computing, in der näher auf die ökonomischen Faktoren, auf unterschiedliche betriebswirtschaftliche Theorien für Investitionsentscheidungen, die Anwendbarkeit der neuen Institutionenökonomik in diesem Kontext wie auch die unterschiedlichen Service-Modelle näher eingegangen wird.

Danach widmet sich das vierte Kapitel der Make-or-Buy Entscheidung und beleuchtet Themen wie die Anbieterwahl, das Auftreten von Lock-In-Effekten und die Wichtigkeit von Service License Agreements.

In Kapitel Fünf werden die Themen Datenschutz und Informationssicherheit, die beide derzeit aktueller wie nie zuvor erscheinen, beschrieben und die rechtlichen anwendbaren Normen erläutert.

Das vorletzte Kapitel widmet sich dem Schwerpunkt dieser Thesis, dem Bildungssektor, genauer gesagt den Universitäten und den dortigen Möglichkeiten eines Einsatzes von Cloud Computing. Diese Aufarbeitung geschieht nicht nur anhand von Theorie sondern auch praxisnah anhand von geführten Experteninterviews.

Das letzte Kapitel fasst noch einmal die wichtigsten Argumente zusammen und gibt einen kurzen Ausblick auf die Zukunft des Themengebiets.

2. Begriffsklärung, Definitionen und Formen

Dieses Kapitel soll zunächst die historische Entwicklung zu Cloud Computing, wie es heute bekannt ist, näher erläutern. Daher werden auch kurz die technologischen Vorgänger der Cloud skizziert. Ob der Begriff Cloud Computing wirklich etwas Neues darstellt, oder er nur alte Begriffe neu verpackt, wird im Abschnitt Evolution und Definitionen beschrieben. Außerdem geht die Arbeit der schwierig zu fassenden Definition von Cloud Computing auf den Grund und bietet eine Begriffsabgrenzung zu anderen gängigen Technologien der heutigen Zeit.

Da für eine sinnvolle Annäherung an das Thema eine Unterscheidung der verschiedenen Cloud-Computing-Typen notwendig ist, sollen auch diese in dieser Thesis kurz vorgestellt werden. Dies sind die *Public Cloud*, die *Private Cloud* und eine Mischform, die als *Hybrid Cloud* bezeichnet wird.

2.1. Historische Entwicklung

Der Begriff Cloud Computing als solcher ist seit einigen Jahren immer wieder mehr oder weniger stark in den Medien vertreten und wird (auch oft zu Unrecht) als Lösung für alle IT-Probleme angepriesen. Dass es sich beim Thema Cloud Computing nicht um ein neu erfundenes Themengebiet beziehungsweise eine neu erfundene Technologie handelt, sondern sich diese historisch entwickelt hat, sollen die folgenden Absätze näher beleuchten. Dieser Prozess ist in einem Zeitstrahl in nachstehender Abbildung zu sehen.

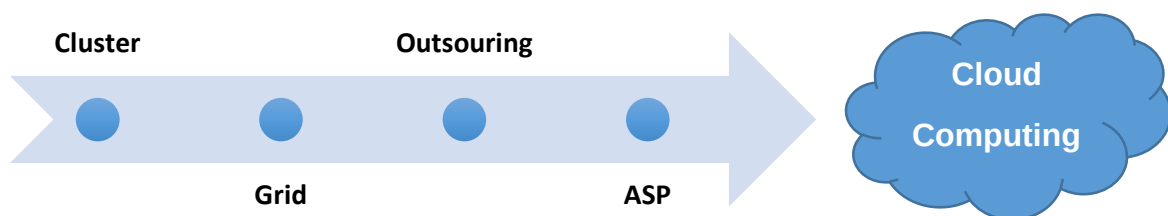


Abbildung 1: Zeitstrahl Cloud Computing⁴

⁴ Eigene Darstellung

Schon zu Beginn der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde darüber nachgedacht, wie man die immer komplexer werdenden Berechnungsaufgaben, die an die Informationstechnologie gestellt werden, bewältigen kann. Man kam zum Schluss, dass es nicht zielführend ist, wie dies bis dahin geschah, auf die Leistung bezogen immer größer werdende einzelne Computer (Supercomputer) zu entwickeln und zu bauen, sondern viele kleine Computer zu einem gemeinsamen Verbund an Leistung zusammenzuschließen. Dieses System von einzelnen Computern stellt sich von außen betrachtet wie ein einzelnes transparentes Ganzes dar (kohärentes System). Dieses verteilte System wird in Teilsysteme, die Knoten (engl. Nodes) genannt werden, unterteilt. Es kristallisierten sich im Laufe der Zeit auch einzelne Klassen solch verteilter Systeme heraus. Diese sind unter anderem unter den Namen Grid und Cluster bekannt und werden dem technisch versierten Leser vielleicht ein Begriff sein.⁵

Ein wichtiger Faktor bei verteilten Systemen ist die Skalierbarkeit (Veränderbarkeit), die das Laufzeitverhalten unter verschiedenen Belastungen beschreibt. Es können drei Dimensionen von Skalierbarkeit nach der vorhandenen Literatur identifiziert werden, wobei die ersten zwei Punkte, wie später noch öfters erwähnt, im Cloud Computing zentral sind⁶:

- Das System ist hinsichtlich seiner Größe veränderbar und es können Ressourcen addiert werden, ohne Leistungseinbrüche zu erleiden.
- Das System kann hinsichtlich seiner geographischen Position skalierbar sein, weil seine einzelnen Teile beziehungsweise Ressourcen über die ganze Welt verteilt sind. Dies führt auch wie im ersten Punkt zu keinen Leistungseinbußen.
- Das System ist bezogen auf seine Verwaltung skalierbar. Somit ist das System über viele unabhängige Organisationen verteilt, ohne dass die Komplexität der Verwaltung immens zunimmt.

Im Falle des ersten Punkts, der Veränderbarkeit hinsichtlich der Größe, wird zwischen vertikaler Skalierbarkeit und horizontaler Skalierbarkeit unterschieden. Diese ist grafisch in *Abbildung 2: Skalierbarkeit von Systemen* ersichtlich.

⁵ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 13

⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 14

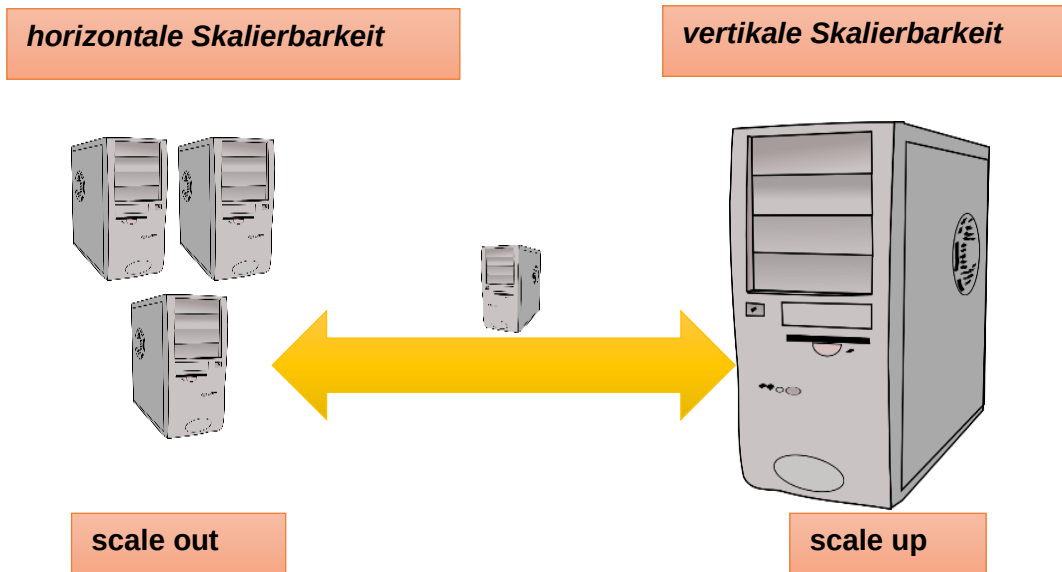


Abbildung 2: Skalierbarkeit von Systemen ⁷

Bei der vertikalen Skalierbarkeit wird die Ressourcenanzahl pro Teilsystem, also pro Knoten, verändert. Dieser Vorgang wird als *scale up* bezeichnet, es werden also beispielsweise Arbeitsplatzstationen durch leistungsfähigere Computer ersetzt. Im Fall der horizontalen Skalierbarkeit werden, anstatt einzelne Knoten zu erweitern, einfach neue zusätzliche hinzugefügt (*scale out*). Beispielsweise werden mehr Verteilknoten in einem Verbundsystem hinzugefügt, um die Rechenleistung zu erhöhen. Somit ist ein System skalierbar, wenn es von einer vertikalen oder horizontalen Skalierung profitiert. Wenn also das System bezüglich der Ressourcen um einen Faktor α erweitert wird, so sollte sich die benötigte Bearbeitungszeit, wenn die Belastung konstant bleibt, circa um $1/\alpha$ reduzieren. Skalierbarkeit funktioniert jedoch nicht immer in beide Richtungen, sprich bei der Vergrößerung oder Verkleinerung. Wenn man in ein vertikal verteiltes System investiert, indem man neue Speicherkapazität einbringt, fügen sich neue Festplatten direkt in das System ein. Im umgekehrten Fall, einer Verkleinerung, ist eine Entnahme von Speicherplatz unter Umständen nicht so einfach möglich, da das System nicht weiß, was mit den darauf vorgehaltenen Daten passieren soll.⁸

⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Vossen et al. 2012, S. 15, Abb. 2.1

⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 14

2.1.1. Cluster Computing

In den 1970er Jahren des vorigen Jahrhunderts entwickelte sich als eine der ersten Arten von verteilten Systemen das sogenannte Cluster. Hierbei werden über eine schnelle Netzwerkinfrastruktur viele identische Nodes miteinander verbunden. Ziel war es, parallel hochverteilte Berechnungen in kürzerer Zeit durchführen zu können. Auch die Kosten im Vergleich zu damals herkömmlichen einzelnen Supercomputern lag bei einem Cluster-Verbund deutlich niedriger und die Leistungsbenchmarks waren erstaunlich, obwohl die einzelnen Komponenten eines Clusters oft aus im Einzelhandel zu beziehenden Komponenten bestanden (Commercial-Off-The-Shelf). Einsatzgebiete für Cluster sind vor allem alle wissenschaftlichen Disziplinen, in denen hoch komplexe Berechnungen und Analysen durchgeführt werden müssen. Jedoch versuchen beispielsweise auch Suchmaschinen wie Google oder Yahoo! Cluster für das Durchsuchen des Internets einzusetzen und dieses dadurch zu beschleunigen.⁹

Im Juli 2014 wurde auch in Österreich der neuerlich erweiterte und nun fertiggestellte Ausbau des Wiener-Science-Clusters (VSC), der eine Kooperation fast aller großen österreichischen Universitäten darstellt, der Öffentlichkeit vorgestellt. Unter anderem sind die Universität Wien, die technische Universität Wien und die Universität für Bodenkultur an dem Projekt beteiligt.¹⁰ Das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft investierte seit Beginn des Projekts 26,4 Millionen Euro in den Rechnerverbund. In der derzeitigen Leistungsvereinbarung, die noch bis 2015 läuft und die Finanzierung an den Universitäten regelt, wurden 11,5 Millionen Euro in Infrastruktur und Betrieb des VSC investiert.¹¹

2.1.2. Grid Computing

Im Vergleich zum vorhergehend beschriebenen homogenen Cluster stellt das Grid ein hohes Maß an Heterogenität dar, da sich in dieser Art von verteiltem System einzelne Knoten in Hardware- und Softwareausstattung oder der Netzwerkanbindung stark unterscheiden können. Es können neben den klassischen Knoten, die aus einzelnen Rechnern bestehen, auch andere wissenschaftliche Geräte oder Instrumente eingefügt werden. Die im System vorhandenen Knoten können zu jedem Zeitpunkt aus

⁹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 15

¹⁰ Vgl. Vienna Scientific Cluster 2014

¹¹ Vgl. Die Presse 2014

dem Gesamtsystem entfernt oder neue hinzugefügt werden. Eingesetzt werden Grids, wenn notwendige komplexe Berechnungen beziehungsweise Teilberechnungen voneinander unabhängig durchgeführt werden können und der Datenverkehr gering gehalten werden kann. Das wohl populärste Beispiel für ein Grid System ist das Projekt SETI@home, bei dem nach außerirdischer Intelligenz gesucht wird.^{12 13 14} Hierbei werden ungenutzte Leistungsressourcen auf Computern weltweit genutzt, um Daten von Radioteleskopen auszuwerten.¹⁵

2.1.3. Outsourcing

Entkoppelt von den technischen Entwicklungen gibt es schon seit einigen Jahrzehnten Überlegungen, Leistungen, die nicht in die Kernkompetenzen eines Unternehmens fallen, an externe Dienstleister auszulagern, die auf spezifische Teile einer Wertschöpfungskette eines Unternehmens spezialisiert sind. Durch beim Anbieter zu erzielende Skaleneffekte und Spezialisierung sollen dadurch die verursachten Kosten reduziert und die Komplexität verringert werden. Daher stellt dies außerdem ein wichtiges Motiv des eCommerce dar, da die Kapitalrentabilität durch Spezialisierung erhöht und Dienste und Services über das Internet vermittelt werden. Eine Auslagerung kann in allen Größenordnungen, angefangen bei kompletten Geschäftsfeldern bis hin zu einzelnen kleinen Aufgaben, stattfinden. Seit den 1980er Jahren wird nicht nur Outsourcing bei Unternehmen in der Fertigung betrieben, sondern es vergrößerte sich damals der Wille, auch die wachsenden IT-Systeme in diese Überlegungen miteinzubeziehen (IT-Outsourcing). Durch die technischen Entwicklungen wird es immer besser möglich, Systeme weltweit zu verteilen, der Standort einzelner Knoten spielt eine immer geringere Rolle. Aus diesen Überlegungen wurde das ASP-Modell entwickelt, das den „geistigen“ Vorgänger des Cloud Computing darstellt.¹⁶

¹² Vgl. Vossen et al. 2012, S. 15f.

¹³ Vgl. Hill et al. 2013, S. 6f.

¹⁴ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 24

¹⁵ Vgl. University of California 2014

¹⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 16

2.1.4. Application Service Provider

Zum Beginn der entwickelten und angedachten IT-Outsourcing-Strategien ist das Application-Service-Provider-Modell, kurz *ASP*, entwickelt worden. Die Idee war, vollständige Softwarepakete beziehungsweise Anwendungen an Dritte auszulagern. Der ASP stellt dem Unternehmen somit Software zum direkten Abruf bei Bedarf zu Verfügung. Das Unternehmen erhält ASP-Zugriff auf die benötigte Software, wobei der Provider Wartung und Entwicklung für das Unternehmen übernimmt. Das Problem für den ASP dabei ist, dass für jeden zusätzlichen Kunden, der die gleiche Software einsetzen möchte, jedes Mal entkoppelt eine neue Server- wie auch Software-Instanz installiert werden muss. Das Bereitstellungssystem ist somit nicht auf mehrere Nutzer ausgelegt, sondern eher deduziert auf einzelne Kunden. Sonst einmalig zu bezahlende Lizenzgebühren wurden jedoch wie auch beim Cloud Computing in periodische Zahlungen umgewandelt. Das ASP-Modell konnte sich jedoch nicht langfristig durchsetzen, da die theoretisch möglichen Skalenvorteile nicht immer realisiert werden konnten. Auch war der Bandbreitenausbau in der westlichen Welt noch nicht so weit fortgeschritten wie heute, wobei dieser auch heutzutage noch in manchen europäischen Ländern große Lücken aufweist und (noch immer) eine Behinderung für internetbasierte Technologien darstellt. Jedoch hat die ASP-Technologie den Anstoß für das heutige Cloud Computing geliefert und ist historisch gesehen ein wichtiges Ereignis für die IT-Branche.^{17 18} Vor allem wird es – natürlich in erweiterter Form – im Cloud Computing als SaaS bezeichnet, dazu jedoch später mehr. Durch den schnellen technologischen Wandel und sich ändernde Geschäftsprozesse muss sich auch die Technologie laufend anpassen. Beispielsweise ist SaaS nicht nur eine neue Bezeichnung für ASP, sondern eine logische Fortsetzung dessen.

¹⁷ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 16f.

¹⁸ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 23ff.

2.2. Begriffsklärung und Definition

Da der Begriff Virtualisierung für die ganze Arbeit und daher für Cloud Computing eine große Rolle spielt, soll dieser in nachfolgendem Abschnitt zunächst vor dem Begriff des Cloud Computing kurz selbst erklärt werden.

2.2.1. Begriffsklärung

Virtualisieren bedeutet, logische Ressourcen auf Hardware, also physischen Ressourcen, abzubilden. Der Unterschied zwischen Hardware und logischen Ressourcen soll so gering wie möglich ausfallen und der Nutzer des Systems bestenfalls gar keine Trennung bemerken. Beispielsweise ist es in Programmiersprachen möglich, „unendlich“ große Speicher zu adressieren, obwohl physisch nicht unendlich viel Speicher vorhanden ist, jedoch durch spezielle Techniken darauf abgebildet wird. Die physischen Ressourcen bezeichnet man als „virtualisiert“, die logischen Ressourcen als „virtuell“. Eine physische Ressource, wie ein Prozessor, kann auf mehrere virtuelle Ressourcen abgebildet werden, um eine effektivere Auslastung zu erreichen. Auf der anderen Seite wird Virtualisierung eingesetzt, um viele heterogene physische Ressourcen in eine Anzahl homogener logischer Ressourcen umzusetzen. Zum Beispiel können einige heterogene Festplatten zu einer „virtuellen“ großen homogenen Festplatte verschmelzen. Diese Technik der Virtualisierung dient vor allem Cloud-Service-Anbietern dazu, ihre Systemauslastung zu optimieren und damit kostendeckend und gewinnmaximierend wirtschaften zu können. Die Virtualisierung bringt außerdem Vorteile wie erhöhte Sicherheit und Stabilität des Gesamtsystems sowie vereinfachte Administration. Jedoch kann sich theoretisch die Leistung des Systems durch die zusätzliche Softwareschicht verringern. Dies ist in der Praxis aufgrund von immer besser optimierter Software und des großen Vorteils von ausgelasteter Hardware jedoch ein geringes Problem.^{19 20 21}

Abbildung 3: Schichtaufbau der Virtualisierung, veranschaulicht dieses Prinzip.

¹⁹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 17ff.

²⁰ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 15f.

²¹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 7f.

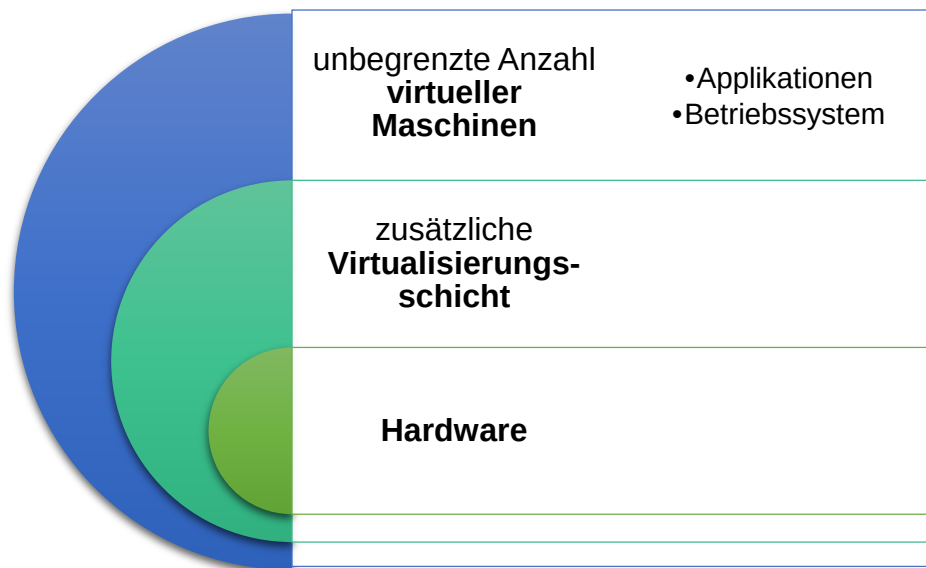


Abbildung 3: Schichtaufbau der Virtualisierung²²

2.2.2. Definition

Die Frage, die nun beantwortet werden soll, ist: was macht Cloud Computing aus und in welchem Umfeld bewegt sich dieser Begriff?

In praktisch jeder wissenschaftlichen Literatur zum Thema Cloud Computing, die Grundlage für diese Arbeit war, wird auf die Definition des National Institute of Standards and Technology (*NIST*) des U.S Departments of Commerce verwiesen. Lange Zeit konnte man sich auf keine eindeutige und klare Definition einigen, da Cloud Computing einen recht schwer zu fassenden Begriff darstellt. Eine definitive Begriffsklärung ist auch bis heute offiziell nicht erfolgt, jedoch stellt die oben erwähnte und im nächsten Satz folgende Definition einen stillen Konsens über das Umfeld und die Ausprägungen von Cloud Computing dar.

Das NIST definiert Cloud Computing wie folgt:²³

„...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

²² Eigene Darstellung

²³ NIST Computer Security Division (CSD) 2011

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

In dieser Definition finden sich 5 Charakteristika, die das Cloud Computing beschreiben, es werden drei Servicemodelle (Typen) definiert (*IaaS*, *PaaS* und *SaaS*) und es wird von vier Liefermodellen gesprochen (*Public Cloud*, *Private Cloud*, *Hybrid Cloud* und *Community Cloud*). Die einzelnen Service- und Liefermodelle werden zu späterem Zeitpunkt in dieser Thesis genauer erläutert.

Cloud Computing beschreibt ein Bündel an Technologien und Konzepten aus der Informationstechnologie. Daher ist es klar, dass sich der Begriff stetig weiterentwickelt. Das Ziel, Software, Art der Bereitstellung und physische Strukturen voneinander zu entkoppeln, ist jedoch allen Konzepten, die im Begriff Cloud Computing zusammengefasst sind, gemein. Damit ist es möglich, Ressourcen besser als vorher auszunützen. Wenn kein eigenes Cloud-Computing-Netzwerk intern im Unternehmen aufgebaut wird, kommt es damit auch dazu, dass aus technischer Sicht keine geografischen Einschränkungen mehr bedacht werden müssen, und daher Cloud Computing also eine Erweiterung des klassischen IT-Outsourcings darstellt.^{24 25}

Nach der oben erwähnten NIST Definition, in der über 20 unterschiedliche Definitionen zusammengefasst wurden, stellt Cloud Computing ein Netzwerk an Ressourcen (Speicherplatz, Rechenleistung oder Applikationen) zur Verfügung, auf das einfach zugegriffen werden kann und das sich automatisch an den zu einem definierten Zeitpunkt benötigten Bedarf anpasst. Die Verfügbarkeit des ganzen Systems sollte für das Unternehmen natürlich immer gegeben sein. Die Verrechnung erfolgt normalerweise über das Pay-per-Use-Prinzip, (es wird nur die verbrauchte Leistung in Rechnung gestellt), das auf einem Service-Level-Agreement (SLA) basiert. Die fünf bereits angesprochenen Charakteristika der NIST Definition, die auch als Grundlage für diese Thesis verwendet werden, sollen nun näher erläutert werden.²⁶

²⁴ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 19f.

²⁵ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 11ff.

²⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 19f.

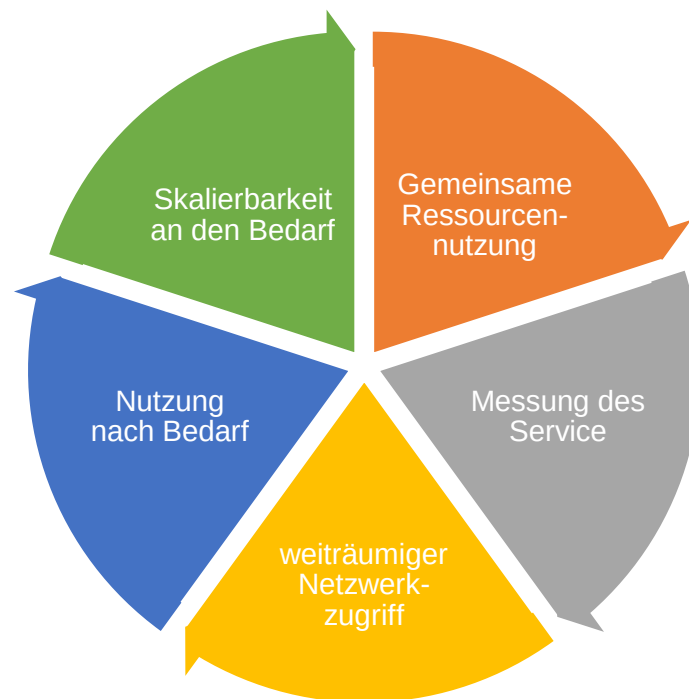


Abbildung 4: Die 5 Charakteristika des Cloud Computing²⁷

Beginnen soll die Beschreibung bei der *gemeinsamen Ressourcennutzung* (engl. auch Resource-Pooling genannt). Diese erste Charakteristik des Cloud Computing beschreibt das schon oben erwähnte Zusammenfassen von einzelnen physischen Ressourcen zu einem neuen Ganzen. Dieser Vorrat kann dann auf verschiedene Benutzer aufgeteilt und von diesen genutzt werden. Die Nutzer können jedoch nur auf die logischen zugeteilten Ressourcen zugreifen, die Umsetzung auf die physischen Ressourcen beim Cloud-Service-Anbieter erfolgt dort durch Software.^{28 29}

Diese Trennung von virtuellen und physischen Ressourcen wird auf Ebene der Hardware durch die im vorhergegangenen Abschnitt kurz beschriebene Virtualisierung erreicht. Diese ist für die Cloud-Service-Anbieter besonders wichtig, da sonst, wie im negativen Beispiel der ASP, die so wichtigen Skaleneffekte nicht realisiert werden können. Bei herkömmlichen Rechenzentren liegt die Auslastung zwischen 5-10 Prozent, wobei in gut abgestimmten und virtualisierten Rechenzentren Auslastungswerte von bis zu 80% erreicht werden. Es steigt somit die Rentabilität der eingesetzten Ressourcen und es kommt zu sinkenden Kosten bei der Hardware-

²⁷ Eigene Darstellung

²⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 22

²⁹ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 13

Beschaffung, sowie zu niedrigerem Strom- und Kühlungsbedarf, also niedrigeren Betriebskosten.^{30 31}

Die Ressourcentrennung auf Softwareebene wird mit Hilfe der Mandantenfähigkeit (engl. Multi-Tenancy) des Systems realisiert. Im Cloud Computing gibt es also nicht wie bei der ASP-Methode (vgl. dazu 2.1.4 Application Service Provider) getrennte Software für jeden einzelnen Benutzer, sondern es ist eine Software-Basis vorhanden, von der die Software selbst auf die einzelnen Benutzer aufgeteilt wird. Der Kunde merkt von dieser Trennung nichts, da er seinen zugewiesenen Teilbereich als eigene vollständig abgeschottete Instanz wahrnimmt. Wo die Unternehmensdaten letztendlich gespeichert sind, entscheidet der Cloud-Service-Provider. Dieser bietet in seinen angebotenen Paketen oft eine beschränkte geographische Region an, in der die Daten vorgehalten werden. (z.B.: nur Europa oder nur Österreich).^{32 33}

Die schnelle Skalierbarkeit an den aktuellen benötigten Bedarf, also *unverzögliche Elastizität* (engl. rapid elasticity), stellt eine weitere Charakteristik des Cloud Computing nach der NIST Definition dar. Es ist möglich, auftretende Spitzen in der Lastverteilung in Folge von hohen Anfragen auf das System, oft automatisch, meist fast ohne Verzögerung, auszugleichen. Jedoch kann, wenn nötig, nicht nur eine Erhöhung, sondern auch eine Verringerung der Ressourcen stattfinden, wobei bei der Skalierung meist die vertikale Skalierung (scale out) Verwendung findet. Dies findet aus einem schier unbegrenzten Ressourcenpool (engl. infinite scalability) statt. Eine Anpassung an den aktuellen Bedarf funktioniert logischerweise nur dann, wenn die genutzten Anwendungen skalierbar sind.^{34 35}

Die *Nutzung nach Bedarf* (engl. on-demand-self-service) soll die dritte Charakteristik von Cloud Computing sein, die in dieser Arbeit vorgestellt wird. Hierbei wird es möglich, dass Nutzer von Cloud-Systemen die Ressourcen, die sie benötigen, jederzeit ohne Zutun von Dritten (des Cloud-Anbieters) verändern. Um dies möglich zu machen, ist eine Automatisierung und gleichzeitige Optimierung auf der Seite des Anbieters Voraussetzung. Gleichzeitig kann der Anbieter hier weitere Skalenvorteile durch die Reduktion von benötigtem Personal erreichen und damit günstige und unter

³⁰ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 22

³¹ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 30ff.

³² Vgl. Vossen et al. 2012, S. 22f.

³³ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 16f.

³⁴ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 23

³⁵ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 13f.

Umständen auch attraktivere Servicemodelle für den Kunden schaffen. Der Grad der Automatisierung, die bei einem Cloud-Service-Anbieter möglich ist, spielt auch bei einem externen Bezug und der damit verbundenen Anbieterwahl eine wichtige Rolle.^{36 37}

Der *weiträumige Netzwerkzugriff* (engl. broad network access) spielt beim Thema Cloud Computing eine äußerst wichtige und zentrale Rolle. Ohne breitbandigen Netzwerkzugang, meist dem Internet, ist keine Nutzung des Services und der Ressourcen möglich. Für die Erreichbarkeit werden gängige Standards wie HTTP oder XML verwendet. Durch den Einsatz dieser Standards wird es vor allem bei SaaS Diensten dem Cloud-Service-Anbieter möglich, dem Kunden seine Dienstleistungen auf verschiedensten Endgeräten, auch durch den Einsatz von speziell abgestimmten Applikationen (Apps), auf Smartphones wie auch Tablets anzubieten. Für den herkömmlichen Zugriff über „klassische“ PCs werden normalerweise Web-API's, also im Browser zu verwendende Applikationsschnittstellen verwendet, um auf die Cloud-Services zuzugreifen.^{38 39}

Die *Messung des Services* (engl. measured service), genauer gesagt der Nutzung, ist der letzte wichtige Punkt, der in diesem Abschnitt besprochen werden soll. Um eine genauere Abrechnung nach dem Pay-per-Use-Modell zu ermöglichen, muss der Anbieter in der Lage sein, die Nutzung des angebotenen Services genau zu messen. Die Messgröße variiert natürlich mit der Art der angebotenen Dienstleistung. Speicherplatz wird meist in Gigabyte (GB), Rechenleistung in der Anzahl der Rechenzyklen und Datenbanknutzung in der Anzahl der benötigten Datensätze gemessen. Die Messungen können jedoch auch für die Bedarfssteuerung eingesetzt werden, indem das Cloud-System die Anzahl der Ressourcen nach dem Messergebnis anpasst.^{40 41}

³⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 23f.

³⁷ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 13

³⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 24

³⁹ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 13

⁴⁰ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 24f.

⁴¹ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 15

Welche der 5 genannten zentralen Eigenschaften auch bei den im vorhergehenden Kapitel, Cluster- und Grid-Computing, zu finden sind und bei welcher Technik virtuelle Ressourcen eingesetzt werden, zeigt *Tabelle 1: Vergleich von Cloud-, Grid- und Cluster-Computing*.

Tabelle 1: Vergleich von Cloud-, Grid- und Cluster-Computing⁴²

Charakteristikum	Cloud	Grid	Cluster
gemeinsame Ressourcennutzung	✓	✓	✓
weiträumiger Netzwerkzugriff	✓	✓	✓
unverzögliche Elastizität	✓	×	×
Nutzung nach Bedarf	✓	×	×
Messung des Services	✓	✓	×
Einsatz von virtuellen Ressourcen	✓	×	×

⁴² Vgl. Vossen et al. 2012, S. 25, Tabelle 2.1

2.3. Typen von Cloud-Services

Man unterscheidet nach der NIST Definition ⁴³ 4 unterschiedliche Typen von Cloud-Services. Diese sollen in diesem Abschnitt nun näher beleuchtet werden. Welcher Typ von Cloud Computing in einem Unternehmen eingesetzt werden sollte, ist von vielen Faktoren abhängig. Daraus lässt sich folgern, dass sich eine Unternehmung am Ende auch für ein Verbleiben bei der eigenen „klassischen“ IT-Infrastruktur entscheiden kann.⁴⁴

2.3.1. Public Cloud

Die *öffentliche Cloud* (engl. *public cloud*) ist die wohl häufigste Form, an die Personen denken, wenn sie über Cloud Computing sprechen. Sie wird von einem Cloud-Service-Anbieter angeboten und ist für eine große Masse an Nutzern zugänglich. Abgerechnet werden die Leistungen meist nach dem Pay-per-Use-Prinzip. Bei öffentlichen Clouds müssen Cloud-Anbieter eine kritische Masse an Kunden überschreiten, um kostendeckend arbeiten und von Skaleneffekten (die hier am größten im Vergleich zu den anderen Typen sind) profitieren zu können. Vorteile einer Public Cloud sind die Skalierbarkeit, die möglichen hohen Skaleneffekte und die Mandantenfähigkeit. Als Risikofaktoren sind der oft zitierte Datenschutz oder Datenmissbrauch, die allgemeine Datensicherheit und der von der IT beschworene, jedoch nur teilweise eintretende Wissensverlust an den Cloud-Dienstleister zu beachten. Daher ist eine Risikoabschätzung vor der Entscheidung, eine Public Cloud einzusetzen, unbedingt notwendig.^{45 46}

Dass die hohen Skaleneffekte, die ein Unternehmen mit einer Public Cloud erzielen will, von vielen Faktoren abhängen und diese sich nicht von alleine einstellen, zeigt auch eine wissenschaftliche Arbeit der brasilianischen Computergesellschaft.⁴⁷ In dieser werden einige Elastizitäts- und ökonomische Faktoren beschrieben, die beim Einsatz und der Aufrollung einer eigenen Software in eine Public Cloud bedacht werden sollten. Wenn also nicht vorgefertigte Software aus dem Angebot des

⁴³ NIST Computer Security Division (CSD) 2011

⁴⁴ Vgl. Hill et al. 2013, S. 33ff.

⁴⁵ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 37

⁴⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 30

⁴⁷ Vgl. Basem Suleiman, Sherif Sakr, Ross Jeffery, Anna Liu 2011

gewählten Cloud-Dienstleisters verwendet wird, soll auf diese Arbeit für die Beantwortung von Detailfragen verwiesen werden.

2.3.2. Private Cloud

Eine nicht für die Öffentlichkeit bestimmte *private Cloud* (engl. *private cloud*) wird für genau ein Unternehmen oder einen definierten beschränkten Personenkreis betrieben. Die Cloud kann hierbei entweder extern bei einem Cloud-Service-Anbieter gehostet (managed private cloud) oder selbst im Unternehmen aufgebaut werden. Zugang zu ihr haben jedoch nur Mitarbeiter des Unternehmens beziehungsweise einer Unternehmensgruppe oder ausgewählte Lieferanten. Diese Form des Cloud Computing setzt natürlich ein immenses Maß an benötigtem Know-how voraus und ist daher meist nur in großen Unternehmen vorstellbar. Eine Universität könnte beispielsweise ein eigenes Rechenzentrum betreiben und ihren Mitarbeitern und Studenten eine private Cloud zu Verfügung stellen.⁴⁸ Neben der „klassischen“ privaten Cloud Lösung gibt es auch noch den Begriff der virtuellen privaten Cloud, bei der der Zugang zum Cloud-System über einen VPN-Zugang realisiert wird. Dieser Zugang erlaubt es, die Berechtigung vorausgesetzt, auf das interne Netzwerk des Unternehmens von außen zuzugreifen. Dies ermöglicht einen gesicherten Zugriff über das Internet auf die Cloud-Infrastruktur.⁴⁹

Zu den Vorteilen zählen hier die private Nutzung der Infrastruktur, die größere Möglichkeit der Individualisierung oder die mögliche eigene Standortwahl des Rechenzentrums. Beispielsweise bietet der erhöhte Individualisierungsgrad Unternehmen die Chance, das Cloud-System genau nach den eigenen Vorstellungen und Anforderungen zu planen und zu betreiben und daher nicht auf die Vorgaben eines externen Anbieters angewiesen zu sein. Dass man nicht von einer gemeinsamen mit anderen geteilten und optimierten Infrastruktur profitiert ist jedoch als Nachteil zu sehen. Außerdem ist die Skalierbarkeit des Systems stark von den eingesetzten Mitteln bei Betrieb eines eigenen Rechenzentrums abhängig. Die Kosteneinsparungen mittels entstehenden Skaleneffekten sind bei privaten Clouds auch meist nicht realisierbar. Bei der eigenen Betreuung ist es oftmals auch schwierig, dass sich die IT-Abteilungen auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können. Die oft zitierte

⁴⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 31

⁴⁹ Vgl. Barton 2014, S. 45f.

Erhöhung von Datensicherheit und Datenmissbrauch bei einem Private-Cloud-Einsatz muss genau erhoben werden, da bei der Verteilung und Vorhaltung der Daten auf ein möglichst breites Gebiet geachtet werden sollte, um Verluste zu vermeiden.⁵⁰

2.3.3. Hybrid Cloud

Um bereits bestehende Systeme (beispielsweise ERP oder Buchhaltung) nicht neu in der Cloud aufbauen zu müssen, macht es für Unternehmen oft Sinn, den Weg einer *hybriden Cloud* zu gehen. Diese bestehenden IT-Lösungen werden dann mit einer öffentlichen Cloud kombiniert. Auch die Verknüpfung einer privaten mit einer öffentlichen Cloud lässt eine Hybridform entstehen. Dies macht diese Form für schon lange bestehende Unternehmen besonders attraktiv. Auch im universitären Sektor sind kosteneffektivere hybride Systeme aufgrund von weltweit fortschreitenden Budgetkürzungen immer mehr im Einsatz, da bereits vorhandene IT-Struktur weiter genutzt werden kann.^{51 52}

2.3.1. Community Cloud

Eine Community Cloud ist eine Form der privaten Cloud, bei der mehrere Organisationen sich eine Cloud-Infrastruktur teilen und in dieser Leistungen abrufen. Zum Beispiel könnte man einen Verbund aus Universitäten, die gemeinsam ein Cloud-System nutzen, bilden, da ein alleiniges Betreiben einer privaten Cloud-Lösung zu kostspielig wäre oder dies nicht beabsichtigt ist.^{53 54}

⁵⁰ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 33

⁵¹ Vgl. Butt 2013

⁵² Vgl. Mazhelis und Tyrväinen 2011

⁵³ Vgl. Hill et al. 2013, S. 31

⁵⁴ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 31

3. Cloud Computing aus betriebswirtschaftlicher Sicht

Um sich Cloud Computing aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu nähern, ist es sinnvoll, als ersten Schritt den historischen Kontext und die damit einhergehende Entwicklung zu betrachten. Seit Jahren produzieren IT-Anbieter Hardware- wie auch Softwareapplikationen und vertreiben diese an Unternehmen, die damit ihre Geschäftsprozesse am Laufen halten. Dieser Ansatz stellt für Unternehmen jedoch einen sehr hohen Kostenfaktor dar. Wichtig hierbei ist, dass nicht die Anschaffung der Lizenzen der Systeme selbst, sondern die damit verbundenen Consulting-Dienstleistungen, Change-Management-Prozesse, die Ausbildung von Mitarbeitern, die Wartung und Verbesserungen, sowie hohe Management-Overheadkosten die treibenden Faktoren sind. Diese Aspekte stellen jedoch in herkömmlichen Systemen die Service-Verfügbarkeit, -Sicherheit und -Leistung sicher. Im Zentrum stehen hier Kosten für Arbeit wie auch für fachliche Kompetenz. Wenn man jedoch bedenkt, dass diese hohen Kosten im Unternehmen mit Opportunitätsverlusten, ausgelöst durch hohe direkte Kapitalausgaben, Anbieter-Lock-In-Effekten, Inflexibilität und operationellen Kosten in Zusammenhang stehen, stellt sich der gesamte Kostenfaktor am Ende der Überlegung als extrem hoch dar. Dies veränderte über die Zeit natürlich auch, wie IT-Systeme geplant und das Budget eingesetzt wurde und daher kommt es immer stärker zu einer Verschiebung hin zu strategischen Entscheidungen, die zwangsweise eine größere Rolle spielen, um den vorhandenen Spielraum optimal zu nutzen. Es entstanden durch diese Entwicklung auch neue Ansätze wie zum Beispiel die strategische IT-Planung oder die Überprüfung der Nutzenrealisation von durchgeführten Projekten, um einen effektiven Einsatz des IT-Budgets sicherzustellen.⁵⁵

Die Notwendigkeit, die IT-Service-Reliabilität und -Verfügbarkeit zu steigern und dennoch die Kosten zu reduzieren, verbunden mit der steigenden Nachfrage für Flexibilität, Systemintegration, Standardisierung und Spezialisierung, bedeutet, dass Verkäufer und Service Provider beim Konsolidieren ihrer Angebote die bereits entwickelten Schritte der wiederholbaren und skalierbaren Expertise bei Outsourcing, administrierten und on-demand-Service-Modellen, erneut nutzen können. Dies

⁵⁵ Vgl. Hill et al. 2013, S. 189ff.

vereinfachte manche Aspekte der IT-Kostenstruktur durch Schaffung eines hybriden Kosten/Ertrags-Modells, in dem Kunden in verschiedensten Arten für Software oder Applikationen bezahlen müssen, beispielsweise durch eine einmalige Zahlung zu Vertragsbeginn und laufenden service- und administrativen Abrechnungen pro Monat oder Jahr. Dies eröffnet den Unternehmen neue Auswahlmöglichkeiten, verbunden mit reduzierten Kosten.⁵⁶

Es überlappten sich somit On-Demand-Lösungen mit dem Software-as-a-Service (SaaS)-Modell von Cloud Computing. Dies geschieht durch den beiderseitigen Einsatz des Internets für die Bereitstellung der Dienste.^{57 58}

Aus den Entwicklungen in der Serviceorientierung und anderen technologischen Skaleneffekten verbunden mit sinkenden Hardwarekosten nach Moore's Gesetz folgt ein signifikanter Kostenvorteil für die IT als Nutzenwert. Moore's Gesetz wurde von Gordon Moore im Jahr 1965 veröffentlicht und beschreibt, dass sich die Komplexität integrierter Schaltkreise mit geringen Komponentenkosten circa alle zwei Jahre verdoppelt. In der heute vorherrschenden abgewandelten Auslegung spricht das Gesetz von einer Verdopplung der Transistoren alle 18 Monate pro Fläche/Raum, die mit einer Halbierung der Preise einhergeht.⁵⁹ In *Abbildung 5: Moore's Gesetz* ist dieser Effekt ersichtlich.

⁵⁶ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191

⁵⁷ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191

⁵⁸ Vgl. Mladenow et al.

⁵⁹ Vgl. Clement und Schreiber 2010, S. 1f.

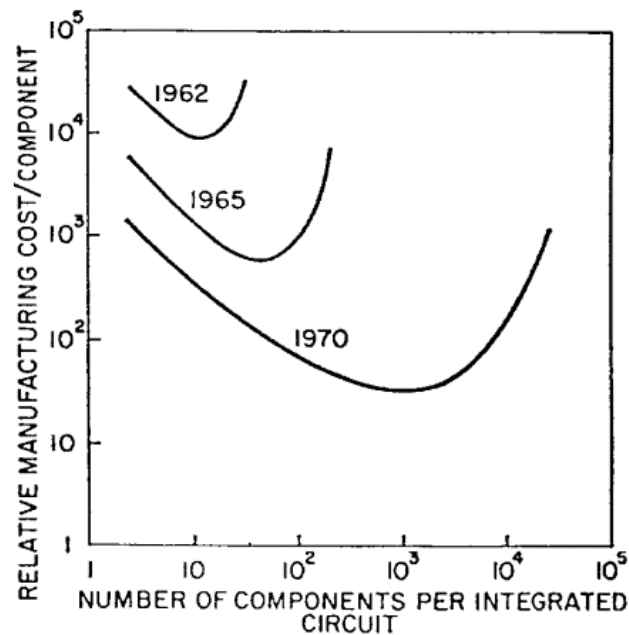


Abbildung 5: Moore's Gesetz⁶⁰

Auftretende Skaleneffekte, Standardisierung und Automatisierung helfen Dienst Anbietern dabei, einerseits die auftretenden operationellen Kosten stark zu reduzieren und andererseits zuverlässige und reproduzierbare Services auszuliefern.⁶¹

Die Bereitstellung von Cloud-Systemen macht derzeit dem traditionellen Software-Modell Konkurrenz, da es den Weg für neu entstehende Nutzwertmodelle ebnet. Die Grundannahme für diese Verschiebung wird oft mit der Elastizitätseigenschaft von Cloud-Systemen in Verbindung gebracht. Diese macht es möglich, IT-Ressourcen flexibel und auf Verlangen zu planen und einzusetzen. Für Unternehmen bedeutet diese Entwicklung, dass große Kapitalausgaben für fixe Bestände und damit einhergehenden verbundenen Lizenzkosten, Wartungs- und Upgradekosten vermieden werden können. Dies wird durch verbrauchsabhängige Bezahlmodelle möglich, die jedoch minimale Einrichtungskosten aufweisen sollten. Große Dienstanbieter wie Amazon⁶² oder Salesforce⁶³ bieten schon heute recht umfassende Cloud-Lösungen für den Einsatz in Unternehmen an. SAP bietet sogar ein vollständig

⁶⁰ Moore E. Gordon 1965, S. 86 Fig. 1.

⁶¹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191

⁶² Amazon Web Services

⁶³ Salesforce

integriertes ERP-System – mit dem unternehmensinterne Prozesse optimal gesteuert werden sollen – für kleine und mittlere Unternehmen (KMU's) an.^{64 65}

Das Problem mit der Kostenstruktur bei Cloud-Systemen ist jedoch, dass die anfallenden Gesamtkosten pro Monat für die Nutzung der Services vergleichsweise gering ausfallen, Unternehmen jedoch ihre internen Geschäftsprozesse standardisieren müssen, um von den Vorteilen, die Cloud-Systeme bieten, profitieren zu können. Mit der Standardisierung betroffener Prozesse im Unternehmen können natürlich nicht unerhebliche Kosten auftreten. In früheren Untersuchungen wurde bereits gezeigt, dass bei Veränderungen in Unternehmensprozessen oder dem Management auftretende Cloud-Kosten oft vernachlässigt werden. Eine Erklärung dafür liegt unter Umständen darin, dass die augenscheinlich anfallenden Kosten durch die höhere Standardisation auf Seiten der Anbieter und der Einfachheit der angebotenen Services im Verhältnis recht gering sind.⁶⁶

Abschließend kann jedoch angemerkt werden, dass Trends wie Mobilität, soziale Medien und Kollaboration eine große Chance bieten, vorherrschende Modelle von Managed-Services, Outsourcing und on-demand-Lösungen nachhaltig zu prägen und zu verändern, da diesen neu auftretenden Bedürfnissen von Unternehmen durch die immer größer werdende Komplexität nicht immer begegnet werden kann.⁶⁷

3.1. Anforderungen

Die Anforderungen, die an den Betrieb eines Cloud-Computing-Projekts gestellt werden, ähneln in vielerlei Hinsicht der Anforderungsstruktur bei herkömmlichen IT-Outsourcing-Projekten. Es können jedoch neue Gesichtspunkte identifiziert werden, die für das Cloud Computing im betriebswirtschaftlichen Kontext wichtig sind.^{68 69}

Der kostenoptimale Bezug von Cloud-Computing-Services stellt für Unternehmen, die einen Einstieg in das Feld des Cloud Computing in Erwägung ziehen, eine Kernanforderung dar. Die Überlegung dahinter ist, dass ein größerer spezialisierter

⁶⁴ SAP AG

⁶⁵ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191

⁶⁶ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191

⁶⁷ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191

⁶⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 101

⁶⁹ Vgl. Leimeister et al. 2010

Anbieter von Cloud-Diensten diese durch ökonomische Skalen- und Lerneffekte effizienter und dadurch wirtschaftlicher erbringen kann als andere Marktakteure. Die zentrale Frage, ob wirtschaftliche Institutionen die Leistungserstellung an andere Akteure auslagern oder selbst erbringen, ist die Make-or-Buy-Entscheidung, die in einem eigenen Kapitel noch näher beleuchtet werden sollen. Man kann auch davon ausgehen, dass bei Leistungen, die nicht in die Kernkompetenzen eines Unternehmens fallen und daher nicht wie die Kernkompetenzen selbst kostenoptimiert erbracht werden, externe Anbieter einen Vorteil besitzen und die Leistung dadurch günstiger erbringen kann, als das Unternehmen selbst. Durch die Auslagerung von Leistungen, die nicht in das zentrale Geschäftsmodell fallen, kann außerdem die Komplexität in der Unternehmung selbst verringert werden. Daher stellt auch oft die IT-Infrastruktur einen guten Ansatzpunkt für eine Auslagerung dar, um die zentrale Ausrichtung auf das Kerngeschäft legen zu können. Cloud-Dienste können einem Unternehmen unter Umständen auch helfen, ihren Ressourcenpool besser zu managen, da der Zugriff auf selbige einfacher werden kann. Da sich bei Umstrukturierungen oft Änderungen in den verwendeten Prozessen ergeben beziehungsweise neue Prozesse entstehen, können dadurch notwendige Anpassungen im IT-System, die oft die Implementierungsphase erheblich verlängern, verringert werden. Das bedeutet, dass durch Cloud Computing eine schnellere, flexiblere und automatisierte Zuordnung von IT-Ressourcen bewerkstelligt werden kann. Ein weiteres wichtiges Kriterium, wenn das Cloud-System nicht selbst aufgebaut wird, ist die Auswahl eines geeigneten Cloud Service Providers. Welcher gewählt wird, hängt zwar von den individuellen Anforderungen des Projekts ab und unterscheidet sich deswegen in jedem Unternehmen, jedoch sollte dieser eine gewisse Reputation besitzen und sich seine angebotenen Services bestmöglich in die bestehenden internen Prozesse eingliedern lassen.⁷⁰

⁷⁰ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 101ff.

3.2. Die wichtigsten ökonomischen Treiber

In der vorhandenen Literatur spielen oft nur die technischen Aspekte von Cloud Computing eine große Rolle. Man sollte jedoch die Betrachtung der ökonomischen Aspekte nicht außen vor lassen, um eine seriöse Betrachtung des Themas zu ermöglichen. Es ist daher zentral, wirtschaftliche Treiber zu identifizieren, die mit der Wertschöpfung in einem Unternehmen verbunden sind, und sich nicht nur auf Kosteneffizienz und Skalierbarkeit von Cloud-Systemen zu beschränken. Diese sollen nun genauer erläutert werden.^{71 72 73}

- Cloud Computing kann eine erhöhte *Anpassungsfähigkeit* an die Umwelt schaffen und hilft damit dem Unternehmen dabei, eine schnellere Reaktion auf eine sich ändernde Marktnachfrage, einen vereinfachten Marktzugang, ein schnelleres Entwickeln von Prototypen bis hin zu einer schnelleren Produktauslieferung zu ermöglichen. Unternehmen sind unter Umständen also besser in der Lage, ihre internen Prozesse anzupassen und damit mögliche Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Die schnellere Anpassungsfähigkeit kann auch als Nährboden für neue Innovationen dienen, da damit kürzere Entwicklungszeiten und ein gesteigerter Produktoutput einhergehen.
- *Virtualisierung* bietet den Vorteil, dass die Komplexität der operationalen Systeme für den einzelnen User abstrahiert wird, was in einer besseren Nutzererfahrung und Produktivität münden kann. Daher ist es oft auch möglich Wartungs- wie auch Upgradekosten zu reduzieren, und damit gleichzeitig Flexibilität für innovative Verbesserungen und interne Weiterentwicklungen in einer Unternehmung zu schaffen.
- Durch die *erhöhte Rechenleistung und Kapazität* bietet Cloud Computing eine einfache, kontextbezogene Variabilität. Prozesse können somit besser auf spezifische Produkte und Services angepasst und der persönliche Nutzen gesteigert werden.

Eine der wohl wichtigsten Leistungen, die Cloud Computing anbietet, ist die Schaffung eines Ökosystems aus Partnern, Anbietern, Serviceanbietern, Nutzern usw. Mit dem Wachstum von Cloud-Ökosystemen, sind

⁷¹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 187ff.

⁷² Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 62ff,

⁷³ Vgl. Mladenow et al.

Netzwerkeffekte einhergehend, die zu zunehmend interaktiven Umgebungen beitragen und einen enormen kollektiven Wert schaffen. Durch Cloud Computing sind zwar neue und innovative Geschäftsmodelle möglich geworden, jedoch verleiten die möglichen Vorteile KMU's wie auch große Unternehmen schnell dazu, mögliche Risiken hinsichtlich der strategischen Planung eines Cloud-Systems zu vernachlässigen.^{74 75 76}

Als Ansatz für ein Geschäftsmodell, das auf Cloud-Systeme aufbaut, dienen unter anderem die operativen Effizienzsteigerungen, die möglicherweise durch den Einsatz erzielt werden können. Die operativen Effizienzsteigerungen fokussieren in Unternehmen meist auf die Kostenoptimierung und damit auf Senkung der Fixkosten. Diese Kosteneinsparungen werden durch eine wahrgenommene Verschiebung von Investitionsaufwand zu Betriebsaufwand und Gesamtkosten erreicht. Um solche Kosteneinsparungen zu erreichen ist es notwendig, Kennzahlen in die Überlegung für oder gegen Cloud-Investitionen miteinzubeziehen. Es ist beispielsweise durch die Anwendung der finanzwirtschaftlichen Realoptionstheorie möglich, die Vorteilhaftigkeit einer IT-Investition zu bestimmen. Dies wird später näher in einem eigenen Abschnitt erklärt. Die Anwendung von spezifischen betriebswirtschaftlichen Kennzahlen hilft, Cloud Computing nicht nur anhand der Wertschöpfung, die es erzeugen kann, zu beurteilen, sondern bezieht beispielsweise auch andere Faktoren wie Unsicherheit oder monetäre Bewertungen in die Überlegungen ein. Neben der Kostensicht ist es auch möglich den Einsatz von Cloud Computing durch die Nutzung von Synergieeffekten zwischen einzelnen Institutionen zu rechtfertigen. Es sollte klar sein, dass nicht immer zwingend die Kostenentscheidung im Vordergrund stehen muss. Es wird somit ein größerer Blickwinkel und eine damit verbundene ganzheitliche Perspektive benötigt, um das Wesen des betriebswirtschaftlichen Wertes von Cloud Computing zu erfassen und am Ende eine „optimale“ Entscheidung treffen zu können. Das oftmalige Ignorieren des breiten betriebswirtschaftlichen Analysespektrums, beispielsweise von Kennzahlen, ist ein Hauptgrund für die langsame Adoptionsrate von Cloud-Systemen zum jetzigen Zeitpunkt. Da ohne klare betriebswirtschaftliche Entscheidungshilfen die Investitionsentscheidung für

⁷⁴ Vgl. Hill et al. 2013, S. 188ff.

⁷⁵ Vgl. Mladenow et al.

⁷⁶ Vgl. Sean Marston et al. 2010

das Management in Organisationen schwierig, bis unmöglich ist. Der Nutzen von oft abstrakten betriebswirtschaftlichen Theorien sollte auch in der Praxis bei Investitionsentscheidungen nicht unterschätzt werden. Mit dem fortschreitendem Wachstum der Technologie kommt es auch zu einem stärkeren Fokus im Management von Unternehmungen, einen Geschäftserfolg durch ein Cloud-Investment zu erzielen oder mehr Synergieeffekte zu nutzen. Das bedeutet auch, dass ein schnelles technologisches Wachstum und das Auftreten von größeren Cloud-Ökosystemen die Marktnachfrage an einem Punkt treffen muss, um eine höhere Adoptionsrate zu ermöglichen. Bei einem Wachstum der Technologie entwickeln sich somit neue Geschäftsmodelle, die auch Anbieter von Cloud-Systemen dazu bringen, ihre Dienste stetig anzupassen und weiterzuentwickeln.^{77 78}

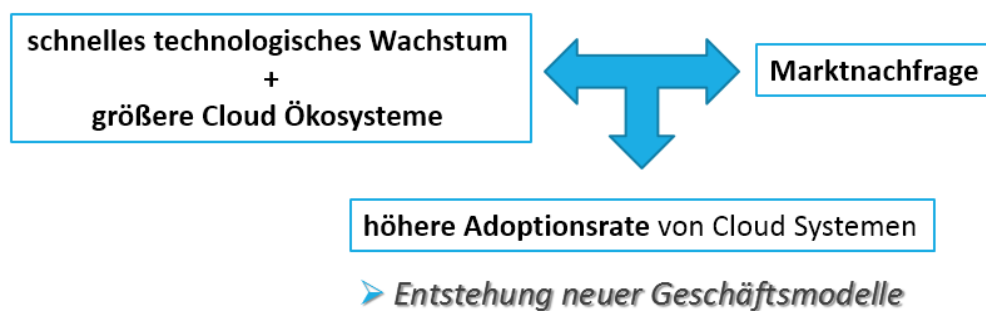


Abbildung 6: Folgen des Technologiewachstums Cloud Computing⁷⁹

Trotz allem sollte Cloud Computing natürlich für Unternehmen mehr als eine Möglichkeit zur Erschließung neuer Geschäftsmodelle oder eine reine Maßnahme zur Kostenreduktion darstellen. Jedoch stellt die Fähigkeit, eine unternehmensübergreifende Infrastruktur aufzubauen, die möglicherweise erhöhte Adaption, Agilität, Flexibilität, Skalierbarkeit und Mobilität ermöglicht, eine Chance für Institutionen dar, ihre internen Prozesse zu verändern und unter Umständen festgefahrene Abläufe aufzubrechen. Alles in allem stehen den genannten Vorteilen jedoch Risiken gegenüber, die die Entwicklung am gesamten Cloud-Markt dämpfen. Durch Wachstum und eine Weiterentwicklung der Technologie und der Geschäftsmodelle wird Cloud Computing jedoch in

⁷⁷ Vgl. Hill et al. 2013, S. 188ff.

⁷⁸ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 64f.

⁷⁹ Eigene Darstellung

Zukunft immer stärker kommerzialisiert werden. Durch die stärkere Kommerzialisierung wird der derzeit schon recht hohe Marketingaufwand, um Cloud Computing an die Kunden zu verkaufen, weiter ansteigen, wenn weitere Anbieter in den Markt drängen. Der Eintritt von neuen Mitbewerbern ist im derzeit auf Anbieterseite hoch umkämpften Markt als realistisch anzusehen.⁸⁰ Das Externalisieren von internen IT-Prozessen und Kompetenzen, die nicht in den Hauptfokus des Unternehmens fallen, können also mit einem geeigneten und gut gewählten Cloud Service Provider, als Partner, kosteneffektiver werden und am Ende eine verlässliche Operationseinheit darstellen.⁸¹

3.3. Investition in Cloud-Systeme

Die rasante Geschwindigkeit, in der sich neue technologische Innovationen entwickeln, gepaart mit stark sinkenden Kosten für Rechenleistung und immer schwieriger zu vorhersagenden Umweltbedingungen in der Wirtschaft, benötigen adaptierbare und flexible Geschäftsmodelle, die auf verlässlichen aber veränderbaren IT-Systemen aufsetzen. Eine Investitionsentscheidung für ein Cloud-System benötigt mehr denn je eine Ausrichtung und Fokussierung auf die strategische Marschrichtung des Unternehmens. Es ist natürlich auf der einen Seite nicht von der Hand zu weisen, dass flexiblere IT-Systeme, wie Cloud Computing, auch die allgemeine Vorhersehbarkeit senken und damit die Einschätzung von auftretenden Risiken und Unsicherheiten stärker zum Tragen kommen muss, als bei herkömmlichen IT-Systemen. Daher muss schon von Beginn an auf die unterschiedlichen Ausprägungen des Geschäftsmodells in einem Maß eingegangen werden, dass grundlegende Entscheidungsvoraussetzungen wie technisches Know-how, Kosteneffizienz und die grundlegende Bereitschaft, Cloud Computing einzusetzen, übersteigt. Man investiert zwar von heute auf morgen in eine neue Technologie, sollte die Entscheidung jedoch auf Basis von Fakten treffen. Es müssen beispielsweise nicht nur die derzeit eingesetzten ökonomischen Treiber Beachtung finden, sondern es müssen derzeitige und zukünftig auftretende Unsicherheiten in diesen Faktoren so gut wie möglich erkannt und verinnerlicht werden. Es sollten außerdem Risiken, die mit der Investitionsentscheidung selbst oder einer sich unter Umständen ändernden

⁸⁰ Vgl. Ranjan Pal, Pan Hui 2012

⁸¹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 189

Unternehmensführung zusammenhängen, genau abgewogen und analysiert werden. Kurz gesagt muss eine klare Vision und der Wille im Unternehmen vorhanden sein, um solch ein Projekt erfolgreich umzusetzen.⁸²

Größere und erfolgreiche Unternehmen fokussieren sich unter Umständen stärker auf eine langzeitliche Perspektive, die Möglichkeit durch Innovation und Differenzierung neue Geschäfte zu tätigen, und dadurch Wachstum wie auch den Unternehmenswert in die Cloud-Ausrichtung mit einzubeziehen. Auf der anderen Seite tendieren kleine Unternehmen eher dazu, kurzfristige Kosteneinsparungen zu erreichen. In beiden Fällen ist es für die Unternehmen von enormer Wichtigkeit, Vorgehensweisen hinsichtlich der Investitionsplanung, Unternehmensführung und der Vorteilhaftigkeit der Investition (Werte müssen realisiert werden) zu entwickeln und zu implementieren.⁸³

Die Technologie als solche wird allzu oft fälschlicherweise als Haupttreiber der Unternehmensleistung betrachtet, die einen geschäftsgesteuerten Impuls aus dem Unternehmen benötigt, um eine maximale realisierbare Wertsteigerung zu erhalten. Studien zeigen, dass der Wert eines IT-Investment am größten ist, wenn gleichzeitig mit einer neuen Technologie in neue Strategien, Geschäftsmodelle, in die Transformationen von Prozessen oder gar neue Organisationen investiert wird. Bei einem Investment in ein Cloud-System sollte also eine Balance zwischen finanziellen und organisatorischen Investitionsentscheidungsmethoden gewählt werden, die jedoch als Basis mehr in Richtung Zukunft als in die Vergangenheit blicken oder gar nur den aktuellen Status des Unternehmens verarbeiten sollten.⁸⁴ Diese Balance sollte zum einen durch den Einsatz von geeigneten Methoden für die IT-Investitionsentscheidung (beispielsweise: Realooptionen) und auf der anderen Seite durch eine kluge Auswahl von Prozessen, die in die Cloud ausgelagert werden sollen, erreicht werden. Dies stellt zwar ein schwieriges Unterfangen dar, unterstreicht jedoch die Wichtigkeit einer gut überlegten Investitionsentscheidung, für oder gegen ein Cloud System.

Es ist daher auch wichtig darüber nachzudenken, welche Prozesse eines Unternehmens überhaupt Cloud-fähig sind beziehungsweise in die Cloud gebracht

⁸² Vgl. Hill et al. 2013, S. 191f.

⁸³ Vgl. Hill et al. 2013, S. 192

⁸⁴ Vgl. Hill et al. 2013, S. 191f.

werden sollen, da es sicherlich immer Prozesse geben wird, die besser lokal im Unternehmen stattfinden.⁸⁵ Zu diesen zählen meist Prozesse, die kritische Daten behandeln oder beinhalten oder bei denen es für das Unternehmen grundsätzlich nicht möglich ist, die Datensicherheit auf dem Weg durch das eingesetzte Datennetz in gewünschtem Maß sicherzustellen. Somit ist klar, dass Prozesse die nicht systemkritisch sind oder nicht als solche angesehen werden, eher den Weg in ein Cloud System finden werden.

3.4. Kennzahlenbetrachtung

Um die Vorteilhaftigkeit einer Cloud-Computing-Lösung zu beurteilen hilft es, grundlegend die auftretende Verschiebung und die daraus folgenden Implikationen von Investitionskosten hin zu Betriebskosten besser zu verstehen. Die für die betriebswirtschaftliche Beurteilung wichtigen Kennzahlen sollen herausstreichen, dass diese Grundsätze bei der Planungs- und Implementationsphase bedacht und verinnerlicht werden sollten, um eine gute Entscheidung für das Unternehmen herbeiführen zu können.

3.4.1. Investitionskosten und Betriebskosten

Um den Schritt in Cloud Computing auch ökonomisch zu rechtfertigen, drängt sich wohl zuallererst die Verknüpfung auf, dass damit keine finanzielle Bindung einhergeht und nur das bezahlt werden muss, was man auch konsumiert hat. Diese Kosten werden als Betriebskosten (engl. OPEX) eingestuft. In dieser Summe sind alle Kosten subsumiert, die für den Betrieb bzw. die Nutzung des Systems notwendig sind. Sie werden außerdem in der Gewinn- & Verlustrechnung (G&V) bei der Bilanzierung berücksichtigt. Diese Mietkosten können beispielsweise folgende Positionen beinhalten:⁸⁶

- Kosten für den Betrieb (beispielsweise Hardware, Strom, Betriebssystem, Personal oder Miete für das Rechenzentrum)
- Lizenzkosten für die betriebene Software

⁸⁵ Vgl. Hill et al. 2013, S. 192

⁸⁶ Vgl. Möller 2010, S. 65

- Updatekosten für Aktualisierungen und neue Versionen
- Technischer Support und Wartung des gesamten Systems

Gegensätzlich zu einer Cloud-Investition wird das Unternehmen bei einer klassischen IT-Beschaffung in Werte wie Hardware und Software investieren, die oft reichlich Kapital benötigt. Daher kann es zu einigen Risiken bei klassischen Investitionskosten (engl. CAPEX) kommen.⁸⁷

Zum einen ist das verfügbare Kapital beschränkt. Dies trifft vor allem auf kleine und mittlere Unternehmen wie auch für den öffentlichen Sektor wie Universitäten zu. Investitionskosten vergrößern auch die Barriere, in neue Technologien zu investieren, da diese – gerade zu Beginn – oft, jedoch natürlich nicht immer, mit sehr hohen Investitionskosten verbunden sind. Der Größeneffekt (Relation von Investition zu Kapital) ist hier also ein entscheidender Faktor. Dieser Investitionsvorsprung ist jedoch immer häufiger für den internationalen Wettbewerb entscheidend, sei es bei kleinen und mittleren Unternehmen oder im Bildungssektor. Außerdem tritt bei großen Investition eine enorme Kapitalbindung ein, wobei die gekauften Güter durch die notwendige Abschreibung schnell an Wert verlieren. Es darf natürlich nicht darauf vergessen werden, dass alte Hardware oder Software regelmäßig erneuert werden muss und damit auch Folgekosten entstehen. Dadurch entstehen sogenannte Opportunitätskosten, da man das investierte und gebundene Kapital ja auch gewinnbringend veranlagen hätte können. Dies behindert auch in weiterer Folge das Entstehen von Innovation. Die einmalige Investition in IT-Systeme von gewissen Herstellern birgt, gerade bei großen Organisationen, auch ein gewisses Risiko, an Anbieter gebunden zu sein (Lock-In-Effekte), mit dem immer eine verringerte Flexibilität der Unternehmung einhergeht. Um neueste Technologien überhaupt nutzen zu können, sind oft grundlegende Umbaumaßnahmen bei der vorhandenen Infrastruktur notwendig. Daher tendieren größere Unternehmen dazu, die sonst auftretende enorme Kapitalbindung durch Leasingmodelle zu verringern. Ein Nutzenversprechen von Cloud-Diensten ist es in manchen Bereichen somit, fixe IT-Ausgaben zu verringern. Die notwendigen hohen Investitionen werden dann vom Cloud Service Provider getätigt, der jedoch im Unterschied zu vielen Unternehmen durch die Spezialisierung und die Aufteilung der vorhanden Ressourcen auf viele

⁸⁷ Vgl. Hill et al. 2013, S. 193

Kunden ökonomische Skalenvorteile (Economics of Scale) erreichen und damit seine Produkte kostengünstiger anbieten kann.⁸⁸

Die Veränderung von Investitionskosten hin zu Betriebskosten bringt noch folgende andere Implikationen mit sich:⁸⁹

- Es ist eine viel schnellere Kostenreduktion als bei klassischen IT-Systemen möglich, wenn diese gewünscht ist.
- Cloud Computing transformiert die Gesamtbetriebskosten (engl. TCO).
- Es tritt eine Reduzierung und dadurch eine Freisetzung von gebundenem Kapital ein.
- Die Ausgaben basieren auf der Servicenutzung des Cloud-Systems und die Cash-Flow-Veränderungen drücken sich in Gewinngenerierung aus.
- Es kommt innerhalb des Unternehmens zu einer Fokussierung auf die Kernkompetenzen, das bedeutet Steigerung von Produktivität und Gewinnmaximierung durch eine gesteigerte Effizienz im Bereich des Umlaufvermögens.
- Der durchschnittliche Anlagegutumschlag, der durchschnittliche Gewinn pro Stück und der durchschnittliche Gewinn pro Nutzer kann verbessert werden. Außerdem wird eine Vermögensrückführung ins Unternehmen einfacher.
- Der effiziente Kapitaleinsatz und der daraus entstehende Nutzen für das Unternehmen werden maximiert, indem Kapitalbindungsrisiken reduziert und die Kapitalstruktur optimiert werden.

Dies bedeutet auf der einen Seite, dass es für Betriebe, die mit hohen Kapitalkosten zu kämpfen haben, unter Umständen einfacher ist, von einer Investitionspolitik hin zu gesteigerten Betriebskosten zu wechseln. Auf der anderen Seite jedoch muss dieser Fall nicht der einzig funktionierende Anwendungsfall sein, in dem Cloud Computing wirtschaftlich funktioniert. Verbrauchsgesteuerte Modelle können von allen Unternehmungen eingesetzt werden, um die eigene finanzielle Effizienz zu erhöhen. Eine Einschränkung des Betriebskosten Ansatzes liegt jedoch darin begründet, dass

⁸⁸ Vgl. Hill et al. 2013, S. 193

⁸⁹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 193f.

der Verbrauch genau gemessen und mit betriebswirtschaftlichen Kennzahlen verbunden werden sollte. Die vorherige Bestimmung der Nutzung ist jedoch oft nicht immer möglich. Diese Gefahr könnte unter Umständen durch Flat-Rate-Vertragsmodelle umgangen werden. Nachfolgend soll nun auf einige betriebswirtschaftliche Kennzahlen eingegangen werden, die dabei helfen sollen, den wirtschaftlichen Erfolg eines Cloud-Computing-Systems beurteilen zu können.^{90 91}

3.4.2. Kapitalwert

Der Kapitalwert, in unserem Fall der Barwert (engl. NPV), K_0 ist die Summe von auf einen einheitlichen Zeitpunkt abgezinsten Ein- und Auszahlungen eines Investitionsprojekts. Diese recht einfach gehaltene Methode wird im Englischen auch als discounted-cash-flow-Analyse bezeichnet. Es ist ein Kalkulationszinssatz erforderlich, um finanzmathematisch die Vorteilhaftigkeit einer Investition zu bestimmen. Es werden alle Projekte als vorteilhaft angesehen, bei denen der Kapitalwert positiv ist und alle anderen Investitionsprojekte, die einen negativen Kapitalwert ausweisen, werden verworfen.^{92 93}

Berechnet wird der Barwert oder Net Present Value (NPV) mit folgender Formel, wobei I_0 die einmalige Investitionsauszahlung, c die einzelnen Zahlungen, n der Zeitpunkt, in denen sie anfallen, und r der Kalkulationszinssatz sind.

$$NPV = -I_0 + \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Man könnte beispielsweise eine Kosten-Nutzen-Abwägung des Projekts durchführen, indem man nach 3 Jahren Laufzeit das implementierte Cloud-System mit obiger Berechnung auf ökonomische Sinnhaftigkeit überprüft.⁹⁴

⁹⁰ Vgl. Hill et al. 2013, S. 193f.

⁹¹ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 65f.

⁹² Vgl. Fischer 2009, S. 31f.

⁹³ Vgl. Hill et al. 2013, S. 199

⁹⁴ Vgl. Kornevs et al. 2012, S. 88

3.4.3. Reale Optionen

Eine Option stellt ein Recht, jedoch keine Pflicht dar, eine bestimmte Sache zu einem vereinbarten Preis, gegebenenfalls zu einem bestimmten Zeitpunkt, zu kaufen oder zu verkaufen. Eine Call-Option wird als Kaufoption, eine Put-Option als eine Verkaufsoption bezeichnet. Es gibt zwei verschiedene Formen von Optionen, nämlich Finanzoptionen und Realoptionen. Bei Finanzoptionen dienen als Basiswerte Finanzinstrumente, wie Aktien, bei Realoptionen sind die Basiswerte durch reale Anlagegüter wie Gebäude oder Projekte repräsentiert.⁹⁵

Eine Investitionsentscheidung basiert auf vielen unterschiedlichen Faktoren und es kann sich deshalb als sehr komplex erweisen, wann die besten Bedingungen für die Investition vorhanden sind. Dies basiert nicht nur auf derzeitigen Gegebenheiten, sondern auch auf der Auffassung von zukünftigen Umständen und der Einschätzung der Kaufkraft des Geldes. Die Realoptionentheorie bildet einen Rahmen, um diese Entscheidungssituationen besser untersuchen und verstehen zu können. Daher bildet sie heute auch eine anerkannte Grundlage für Investitionsentscheidungen, die IT-Projekte betreffen.^{96 97}

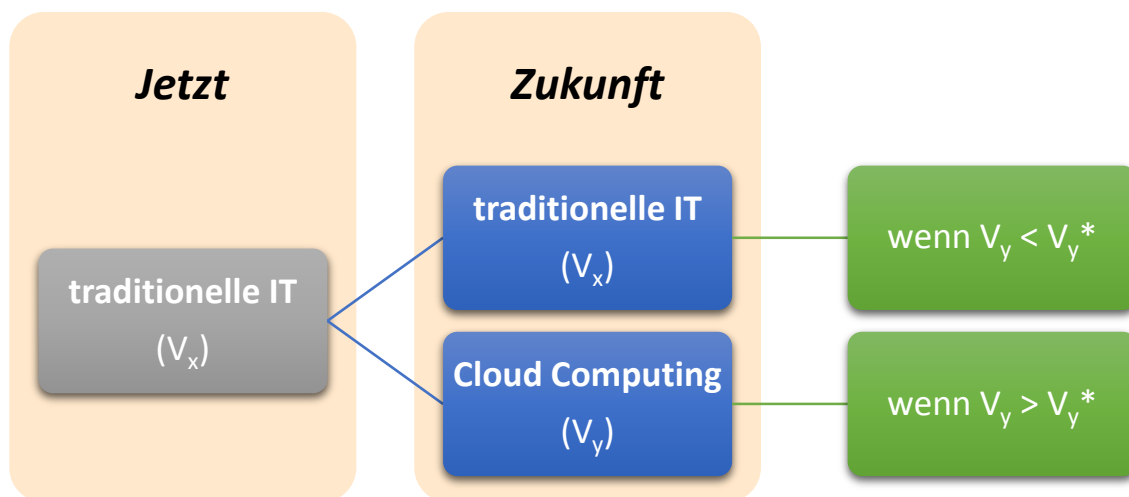


Abbildung 7: Realoptionen Investitionsentscheidung⁹⁸

⁹⁵ Vgl. Fischer 2002, S. 218

⁹⁶ Vgl. Yam et al., S. 942

⁹⁷ Vgl. Hommel 2003, S. 4ff.

⁹⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Yam et al., S. 942, Fig. 2

Das Beispiel, das in *Abbildung 7: Realoptionen Investitionsentscheidung* dargestellt ist, nimmt eine Unternehmung an, die derzeit traditionelle IT einsetzt und zukünftig vor der Entscheidung steht, diese beizubehalten und weiter auszubauen oder auf Cloud Computing zu setzen. Die traditionelle IT hat einen Wert von V_x zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die alternative Investitionsentscheidung, nämlich das Cloud-Investment, hat einen Wert von V_y zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Frage, die sich für das Unternehmen nun stellt, ist, ob sie von ihrer derzeit eingesetzten IT-Infrastruktur auf eine Cloud-Infrastruktur umschwenken sollen und wann die Bedingungen für solch eine Investition am günstigsten wären. Über dies hinaus kann noch die Frage gestellt werden, ob alle oder nur einzelne Services in die Cloud portiert werden sollen. Dies hängt natürlich von den Kosten wie auch vom potentiellen Wert ab, den das Cloud Computing für das Unternehmen bereitstellen kann. Nachdem Cloud-Services vom Unternehmen noch nicht getestet wurden und diese außerhalb des eigenen Einflussbereiches liegen, wird es innerhalb zu großen Unsicherheiten kommen, ob der potentielle Wert, den Cloud Computing bieten soll, auch ohne das Eintreten von Sicherheitsvorfällen erreicht werden kann. Bei neuen Technologien liegt natürlich die Befürchtung nahe, dass noch Schwachstellen gefunden wie auch ausgenutzt werden und dadurch unterschiedliche Risiken (technische, rechtliche oder strategische) folgern. Folglich sollten auftretende Unsicherheiten unbedingt bei der Entscheidungsfindung miteinbezogen werden. Wenn der Wert der traditionellen IT inklusive der Wechselkosten kleiner ist als der Wert, den Cloud Computing liefert, wird sich das Unternehmen unter Umständen für eine Migration ihrer Services entscheiden.⁹⁹

Wie bereits erwähnt bewertet jedes Unternehmen den Wert des Geldes auf unterschiedliche Weise. Im vorgestellten Modell von *Yam et al.* geschieht dies anhand eines Kalkulationszinssatzes. Somit kann erklärt werden, wie das Unternehmen seinen derzeitigen Status zum jetzigen Zeitpunkt, wie auch in der Zukunft bewertet.¹⁰⁰

Der Wert einer aufgeschobenen Investitionsoption, $F(V)$, ist entweder der Wert von Gut, V , abzüglich der Barwertkosten, $PV(K)$, oder *Null* (wenn die Rendite negativ ist, wird keine Handlung vorgenommen), je nachdem welcher Wert größer ist. Er kann als potentielle Auszahlung gesehen werden. Ein Unternehmen kann daher seine

⁹⁹ Vgl. Yam et al., S. 942

¹⁰⁰ Vgl. Yam et al., S. 943

Fähigkeit, zu einem späteren Zeitpunkt, Cloud Computing einzusetzen, durch folgende Gleichung bewerten:¹⁰¹

$$F(V) = \max \begin{cases} V - PV(K) \\ 0 \end{cases}$$

Der Wert der Computeranlage, V , kann als Nutzen, der durch eine Kosteneinsparung (Effizienzsteigerungen) entsteht, angesehen werden.

Die Möglichkeit Cloud Computing einzusetzen kann mittels einer unbefristeten Call-Option abgebildet werden, da kein Enddatum existiert, im Fall, dass keine staatlichen Regulierungen vorhanden sind. Ein Unternehmen, das derzeit auf eine traditionelle IT, X , setzt, wird auch in Zukunft einen Nutzen beziehungsweise Auszahlungen von der existierenden Infrastruktur, V_x , erhalten, solange das Unternehmen diese nutzt. Bei einem gegebenen Kalkulationszinsfuß, r , ist der Barwert, $PV(V_x)$:

$$PV(V_x) = \frac{V_x}{r}$$

Das ist also die berechnete Nettoauszahlung (Nutzen abzüglich Kosten) der existierenden Infrastruktur zum jetzigen Zeitpunkt. Das alternative Investment, die Cloud, bietet einen sich unterscheidenden Nutzen von V_y . Ein Unternehmen muss also nicht nur die heutigen Gesamtkosten, $PV(K)$, bedenken, die beim Umziehen der Infrastruktur in die Cloud anfallen, sondern auch die berechnete Nettoauszahlung des derzeitigen Gutes in der Zukunft (abgezinst zum heutigen Wert), $\frac{V_x}{r}$.

$$F(V_y) = \max \begin{cases} V_y - PV(K) \\ \frac{V_x}{r} \end{cases}$$

Ein Unternehmen sollte also nur dann in die Cloud investieren, wenn der Nettowert der Cloud minus der Barwertkosten ($V_y - PV(K)$) größer ist, als der berechnete Barwert des zukünftigen Nutzens der derzeitigen IT-Infrastruktur, $\frac{V_x}{r}$.

In diese Betrachtung wird neben dem zukünftigen Wert des Geldes auch der wahrgenommenen Unsicherheit, die mit Cloud-Investitionen verbunden ist, Rechnung getragen. Für eine noch detailliertere mathematische Beschreibung sei an dieser Stelle auf das Paper von *Yam et al* verwiesen.¹⁰²

¹⁰¹ Vgl. Yam et al., S. 944

¹⁰² Vgl. Yam et al.

3.4.4. RoI

Um die Konsequenzen, die aus einer Investitionsentscheidung erwachsen, beurteilen zu können, kann auch die Kennzahl Return on Investment (RoI) dienen. Der RoI ist eine anerkannte finanzmathematische Methode, die den Cash-Flow in einem Unternehmen beziehungsweise in einem Projekt misst, da Nutzen und Kosten direkt gegenübergestellt werden. Ein hoher RoI Wert indiziert, dass das eingesetzte Kapital einen hohen monetären Rückfluss, im Vergleich zum Einsatz, in das Unternehmen ergibt. Praktisch gesagt zeigt ein RoI größer 0, dass mehr Geld zurückfließt, als für das Projekt aufgewendet werden musste. Somit wurde am Anfang mit einem höheren RoI eine bessere Entscheidung getroffen. Um den RoI zu berechnen, werden die Kosten vom Nutzen subtrahiert und der ganze Term durch die Kosten dividiert.¹⁰³

$$RoI = \sum_{t=1}^T \frac{(Nutzen - Kosten)}{Kosten}$$

Jedoch müssen einige Faktoren berücksichtigt werden, wenn man den Nutzen und die Kosten betrachtet. Der Wert, der durch Cloud Computing geschaffen werden kann, ist eine Funktion aus vielen einzelnen Faktoren, setzt jedoch auf dem oben beschriebenen RoI Modell auf, mit dem Ziel, ein verbessertes Return-on-Investment-Modell zu schaffen, das besser auf Cloud Computing abgestimmt ist. Die relevanten Faktoren sind in folgender Übersichtsgrafik dargestellt und nachfolgend noch genauer beschrieben und basieren auf einem Paper von Willcocks¹⁰⁴ aus dem Jahr 2003.¹⁰⁵

¹⁰³ Vgl. Kornevs et al. 2012, S. 88

¹⁰⁴ Vgl. Galliers und Leidner 2003, S. 293ff.

¹⁰⁵ Vgl. Hill et al. 2013

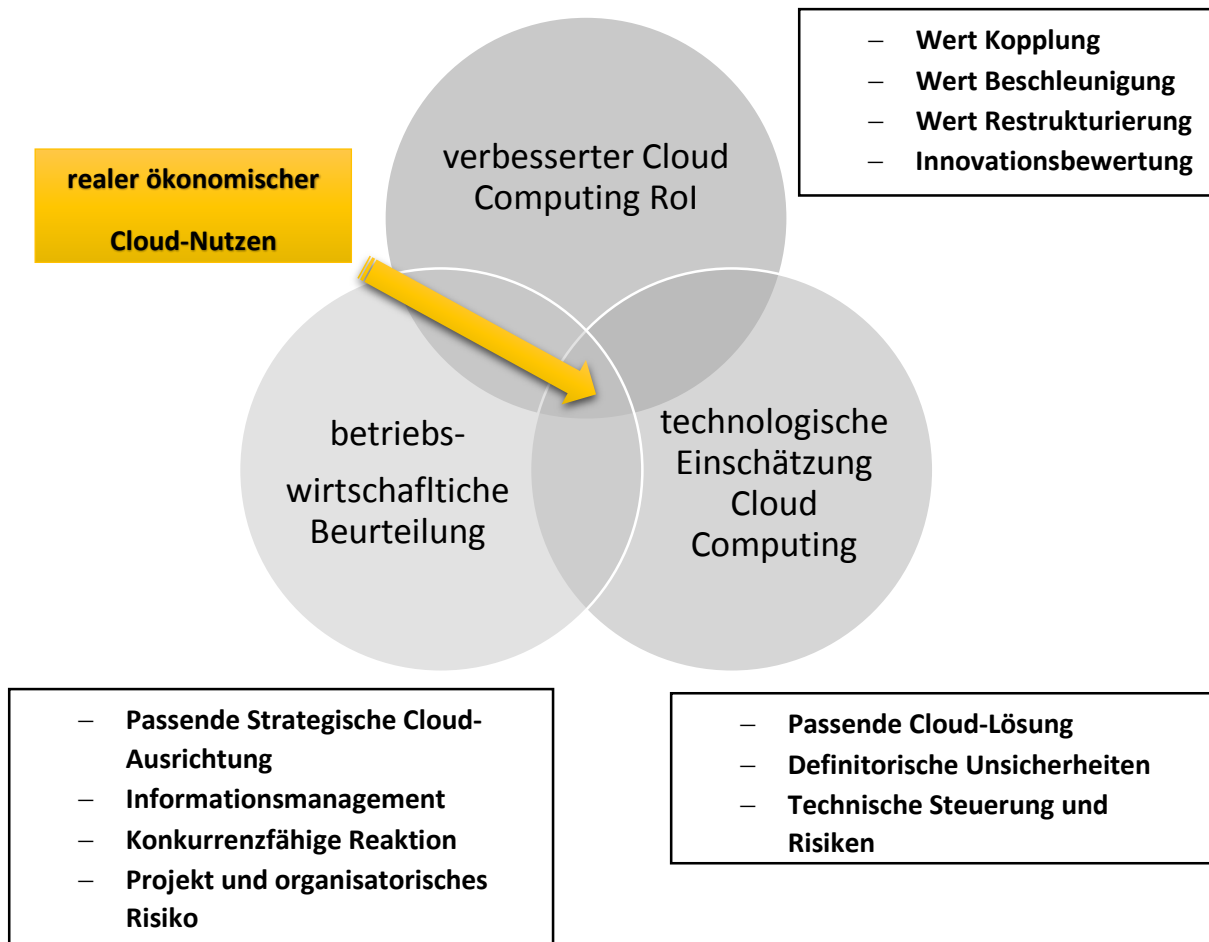


Abbildung 8: zu berücksichtigende Faktoren bei der Kosten-Nutzen Berechnung von Cloud-Systemen¹⁰⁶

Verbesserter Cloud Rol

- *Wert Kopplung*: Ermittlung von Cloud-Kosten und indirekten Vorteilen wie Effizienzen durch kleine Effekte in der Wertschöpfungskette.
- *Wert Beschleunigung*: Ermittlung von zusätzlichem Nutzen in Form von reduzierter Zeit und Größe der Abläufe.
- *Wert Restrukturierung*: Ermittlung des Nutzens von Geschäfts- und Prozessveränderungen im Zuge des Cloud-Computing-Einsatzes. Dient auch als Hilfestellung, das Cloud-System in Beziehung zur gesamten Unternehmensperformance messen oder identifizieren zu können.
- *Innovationsbewertung*: Ermittlung eines Wachstums oder Beibehaltens eines Konkurrenzvorteils unter Berücksichtigung der potentiell auftretenden Risiken von Cloud Computing.

¹⁰⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Hill et al. 2013, S. 204, Fig. 8.2

Betriebswirtschaftliche Beurteilung

- *Cloud-Strategie*: Zusammenführung von Geschäftszielen und der Cloud-Investition.
- *Konkurrenzvorteil*: Einschätzung des Ausmaßes des gewonnenen oder beibehaltenen Konkurrenzvorteils durch die Cloud Anwendung.
- *Informationsmanagement*: Einschätzung der benötigten Informationen über die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zu einem gestiegenen Informationsbedarf bei einem effektiveren Management.
- *Konkurrenz Reaktion*: Feststellung von Risiko- und Opportunitätskosten, wenn die Cloud-Lösung nicht umgesetzt wird.
- *Projekt- und organisatorisches Risiko*: Einschätzung der notwendigen Kompetenzen, Infrastruktur und notwendigen Prozessveränderungen, um das Unternehmen an die Cloud anzupassen.

Technologische Cloud-Anpassung

- *Strategische Passform*: Feststellung wie das Cloud-System in das derzeitige Informationssystem passt und inwiefern eine Anpassung dieses Systems für die neuen Strukturen notwendig ist.
- *Definitionsgemäße Unsicherheiten*: Feststellung der potenziellen Komplexität eines Cloud-Ansatzes und von nicht zu erwartenden Änderungen.
- *Cloud-Infrastruktur Risiko*: Bewertung von Abhängigkeiten, die durch den Einsatz von neuen oder nicht getesteten Technologien, Methodologien und Ressourcen entstehen.

Probleme und häufige Kritik des beschriebenen Ansatzes stellen jedoch die hohe Zeitintensität, das oft schwierige und unter Umständen subjektive Gewichten einzelner Punkte und einer beschränkten Festlegbarkeit des Risikos dar.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Vgl. Hill et al. 2013, S. 204

Es können jedoch drei verschiedene Geschäftstypen identifiziert werden, die unterschiedliche Ansätze in Bezug auf Cloud Computing verfolgen, um dieses für den eigenen Nutzensvorteil anzuwenden.¹⁰⁸

- *Optimierer*: Unternehmen, die den Schritt in Richtung Cloud Computing tätigen, um das eigene Kundennutzenversprechen (engl. customer value proposition) im Detail zu verbessern und dabei existierende interne sowie externe Effizienzen aufzubauen oder weiter zu steigern.
- *Innovatoren*: Setzen Cloud Computing ein, um das Kundennutzenversprechen signifikant zu erhöhen. Diese Erhöhung führt zu neuen Einnahmequellen oder verändert vorhandene in diesem Industriezweig, in dem das Unternehmen tätig ist.
- *Disruptoren*: setzen die Cloud ein, um radikal neue Geschäftsmodelle und unterschiedliche Nutzenversprechen zu entwickeln. Es sollen dabei neue Wünsche bei den Kunden geweckt, neue Marktsegmente oder gar neue Industriewertschöpfungsketten erschlossen werden.

Alle drei Typen sind auch für das Cloud-Investment in einem Unternehmen relevant, da bei diesem ein Ausgleich zwischen dem Investment selbst, Risiken und dem Ertrag gefunden werden und stattfinden sollte. Man kann das Cloud-Investment in drei verschiedene Typen mit unterschiedlichen Zielen einteilen¹⁰⁹:

- Transaktionsbezogenes Investment (optimiert den Geschäftsbetrieb)
- Strategisches Investment (Innovation und Wachstum)
- Transformatives Investment (diversifizieren)

Cloud Computing bietet einige Chancen und Möglichkeiten für Unternehmen, die schon in den vorhergehenden Kapiteln besprochen wurden. Für viele Unternehmen ist es jedoch schwierig, die wahren Kernfaktoren, die Geschäfte durch den Cloud-Einsatz ermöglichen, zu erfassen und daher den „wahren“ Wert, den Cloud Computing für ein Unternehmen haben kann, zu begreifen. Ein Investment in die Cloud muss mit seinen

¹⁰⁸ Vgl. Hill et al. 2013, S. 205

¹⁰⁹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 204f.

Vorteilen und der zusätzlichen Wertschöpfung gerechtfertigt werden. Diesen Beweis anzutreten, ist mit traditionellen Modellen oft nicht ausreichend möglich. Daher müssen Unternehmen vorsichtig sein und die Entscheidung, in ein Cloud-System zu investieren, sollte gut überlegt und geplant werden, um nachhaltige Profite und Wachstum sicherzustellen. Cloud Computing sollte auf die jeweiligen Kernkompetenzen und ökonomischen Treiber des Unternehmens abgestimmt sein. Daher spielt die strategische Planung bei der Vorbereitung eine sehr große Rolle und darf nicht vernachlässigt werden.¹¹⁰

3.4.5. Gesamtbetriebskosten

Ein immer wieder ins Feld geführte Argument pro Cloud Computing gegenüber traditionellem IT-Einsatz ist, dass sich die Gesamtbetriebskosten (engl. Total Cost of Ownership) senken lassen beziehungsweise geringer sind. Die TCO Kennzahl berücksichtigt direkte wie auch indirekte Kosten der Technologiebeschaffung und des Betriebs über die gesamte Laufzeit eines IT-Projekts. Die Kosten beinhalten angefangen vom anfänglichen Hardware- und Softwarekauf bis hin zu Software, Administration, Wartung, Upgrades, Sicherheit, Strom und anderen mit dem Projekt verbundene Aufwendungen. Um eine entsprechende Aussage treffen zu können sollte die Analyse mit beispielsweise anderen wie dem vorher kurz besprochenen Kapitalwertansatz (Barwertmethode) oder dem RoI (Return on Investment) verknüpft werden. Damit ist sichergestellt, dass neben den Kosten auch andere betriebswirtschaftliche Größen in die Betrachtung mit einfließen.^{111 112}

Da sich bei Cloud-Services im Vergleich zur klassischen IT-Infrastruktur anfallende Kosten anders darstellen, verändert sich auch der TCO-Ansatz, da manche Komponenten zusammengefasst und vereinfacht werden können. Beispielsweise spricht man beim Cloud Computing von einer Virtualisierung von Werten, da keine „realen“ Werte wie Computer mehr im Unternehmen stehen; und die tatsächlich anfallenden Kosten für den Personalaufwand verschleiert werden, da die gewünschte IT-Infrastruktur in einem monatlich bezahlbaren Package angeboten wird. Somit

¹¹⁰ Vgl. Hill et al. 2013, S. 204f.

¹¹¹ Vgl. Hill et al. 2013, S. 194

¹¹² Vgl. Kornevs et al. 2012, S. 89

werden Cloud-Dienste bedarfsbezogen abgerechnet und Cloud-Dienstleister besitzen ein entsprechend klares Kostenmodell, das die verbrauchten Leistungen beinhaltet.¹¹³

Beim Einsatz von TCO ist jedoch in beiden Fällen darauf zu achten, dass die versteckten Kosten berücksichtigt werden. Beispielsweise benötigt ein unternehmensinterner Betrieb mehr IT-Mitarbeiter, um das System zu warten, zusätzlich benötigte Redundanzen oder einen größeren Platzbedarf in der Infrastruktur. Bei extern bezogenen Cloud-Services können versteckte Kosten, zum Beispiel bei Service-Unterbrechungen (Stromausfälle im Rechenzentrum o.ä), unzureichender Service Skalierung durch den Anbieter, DDoS-Attacken, für die eine Erstellung von Sicherheitsplänen oder undurchsichtige Setup-Kosten am Beginn auftreten.¹¹⁴

Eine vereinfachte Formel für die Berechnung kann wie folgt dargestellt werden¹¹⁵:

$$TCO_T = \text{Anfangskosten} + \sum (\text{Direkten Kosten} + \text{Indirekten Kosten})$$

Die TCO Analyse ist auch ein gutes Mittel, um Unklarheiten, die Kosten einer Anschaffung betreffend, im Vorfeld zu begegnen. Endanwender sehen Cloud Computing oft als praktikable Lösung. Von IT-Abteilungen in großen Unternehmen wird die Cloud jedoch oft als Gefahrenquelle verstanden, die Leistungen aus der klassischen IT entfernen möchte. Daher passiert es häufig, dass die Kosten, die für beide Bereiche anfallen, vor allem bei der Cloud-Lösung nicht richtig dargestellt werden. Zum Beispiel sind die Kosten für die IT-Infrastruktur wie den Betrieb eines eigenen privaten Rechenzentrums (man denke an anfallende Strom-, Kühlungs- und Mietkosten) recht hoch. Diese Kosten werden jedoch oft nicht berücksichtigt, da im Unternehmen diese Kostenfaktoren nicht verteilt werden oder diese Kosten ohnehin schon immer im Unternehmen vorhanden waren. Es sei an dieser Stelle noch einmal erwähnt, dass Cloud Computing keine Konkurrenz zur klassischen IT darstellt, sondern diese bereichert und der IT mehr Spielraum gibt, sich auf die Kernkompetenzen zu fokussieren. Angemerkt sei jedoch, dass Cloud Computing die

¹¹³ Vgl. Hill et al. 2013, S. 194f.

¹¹⁴ Vgl. Hill et al. 2013, S. 195

¹¹⁵ Vgl. Kornevs et al. 2012, S. 89

klassische IT natürlich nicht in allen Bereichen komplett ersetzt wird oder damit eine Auflösung von kompletten IT-Abteilungen möglich werden soll.¹¹⁶

Im nächsten Abschnitt soll eine kurze Kalkulation stattfinden, um einen Client / Server-Betrieb mit der Cloud anhand der Gesamtbetriebskosten in einem Beispiel praktisch zu vergleichen.

3.4.6. Aufstellung einer TCO-Matrix

Wie bereits im vorhergegangenen Kapitel erläutert, stellt die TCO-Analyse alle Kosten über einen vorgegebenen Zeitraum übersichtlich dar. Daher sollten einige Punkte, die für einen sinnvollen Start mit der Analyse notwendig sind, kurz näher beachtet werden:¹¹⁷

- Die angestrebten Ziele sollten am Anfang definiert werden. Welche Cloud-Systeme kommen in Frage und welche sollen im Unternehmen Verwendung finden?
- Offerte von unterschiedlichen Anbietern und Produkten müssen eingeholt werden. Probleme, die bei der Anbieterwahl entstehen können, werden in einem nachfolgenden Kapitel genauer erläutert.
- Feststellung aller anfallenden Kosten und Aufstellung dieser in einer Überblicksmatrix zum besseren Vergleich

Normalerweise sind bei einer Server-Client-Architektur immer einmalige Lizenzkosten pro User zu bezahlen. Zu den Lizenzen addieren sich noch einmal jährlich circa 15-25% der Lizenzkosten als Wartungskosten. Lizenzen müssen zudem oft bei großen Softwareänderungen (Major Release) neu gekauft werden, da ein kostenloses Upgrade unter Umständen nicht vorgesehen oder möglich ist. Die am Anfang bezahlten Lizenzkosten müssen daher über die Dauer des Einsatzes abgeschrieben werden. Es sollte auch sichergestellt werden, ob noch zusätzliche Lizenzen oder Wartungen notwendig werden, beispielsweise für den Betrieb von Servern oder Datenbankanwendungen. Jährliche Lizenz- und Wartungskosten können in monatliche Kosten transformiert werden, es sollte jedoch bei der Umlage von Jahr auf

¹¹⁶ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 66f.

¹¹⁷ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 67

Monat bedacht werden, dass auch anfallende Kapitalkosten hinzugerechnet werden müssen.¹¹⁸

Auch bei Cloud-Systemen ist es möglich, die monatlich auftretenden Kosten durch Langzeitverträge mit längeren Laufzeiten zu reduzieren. Durch die Vertragsbindung geht jedoch der Vorteil der Agilität, den ein Unternehmen durch Cloud Computing realisieren kann, verloren. Um einen Mittelweg zu finden, könnte man unterschiedliche Laufzeiten in mehreren Verträgen realisieren, jedoch sollte der Großteil kurze Vertragslaufzeiten aufweisen.¹¹⁹

Cloud-Dienstleister bieten aufgrund ihrer Spezialisierung oft redundantere, also beispielsweise mehr verteilte und gespiegelte Backuplösungen an, als dies in Unternehmen aufgrund des hohen Kostenfaktors möglich ist (verteilte Rechenzentren und besser ausgeklügelte Sicherungsstrategien). Für die Cloud-Lösungen ist natürlich eine funktionierende Internetanbindung Voraussetzung. Geschätzte Ausfallkosten sollten auch in die TCO-Berechnung mit einfließen, da bei einem Cloud-System der komplette Betrieb ohne Internet nicht möglich ist, wobei im anderen Fall bei klassischen IT-Systemen der interne Datenverkehr von Internetausfällen meist nicht betroffen ist. Außerdem sollte auf eine ausreichende Dimensionierung des Netzwerks geachtet werden, um eine optimale Verbindungsstabilität zum Rechenzentrum zu gewährleisten. Sollte ein Ausbau dieser Ressourcen notwendig werden, müssen auch diese Kosten in die TCO-Tabelle aufgenommen werden.¹²⁰

Untenstehende Matrix bietet einen beispielhaften Überblick über die möglich anfallenden Kostengruppen und die zeitliche Dimension in einem Betrachtungszeitraum von 5 Jahren. Im Vergleich misst sich ein Cloud-System mit einer klassischen Server-Client Architektur, da diese in Unternehmen meist noch immer die dominierende Größe darstellt. Neben der Funktion als vorläufige Checkliste beim Start können dann in die Tabelle die auftretenden Kosten direkt eingetragen und die Gesamtkosten berechnet werden.

¹¹⁸ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 70f.

¹¹⁹ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 71

¹²⁰ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 72

Kostengruppen	Cloud System 1					klassische Server-Client Architektur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Softwareanwendungen										
klassische Softwarelizenzen										
Betriebssystem										
monatliche Grundgebühr										
Wartungskosten										
Server										
Hardware										
Backuplösungen										
Wartungskosten										
Personalkosten										
Einrichtung und Anpassung										
Aufwendungen intern										
Aufwendungen extern										
Umschulungen										
Ausrüstung des Systems										
Support										
Hotline										
Administration										
Hotfixes										
Durchführung von Releasewechsel										
Energie und Kühlung										
Stromkosten										
Heizungskosten										
Diverse andere Kosten										
Investitionskosten										
zusätzliche noch nicht angeführte Leistungen										
mehr Speicher										
mehr Rechenleistung										
Zwischensumme										
Gesamtsumme										
	Gesamtkosten Cloud System 1					Gesamtkosten klassische Server-Client Architektur				

Abbildung 9: TCO-Matrix¹²¹¹²²

¹²¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Metzger und Villar 2011, S. 67–69, Tabellen 5.2-5.4

3.5. Kostenbetrachtung

In diesem Unterkapitel sollen noch mehr als zuvor die Kosten in den Fokus der Analyse rücken. Es sollen sowohl das Pay-per-Use-Prinzip wie auch die Elastizität aus Kostenperspektive erläutert werden. Dafür werden Modelle herangezogen, die von Weinman¹²³ entwickelt wurden. Als Annahme wird getroffen, dass die Nutzung des Cloud-Systems unabhängig von Zeit des Einsatzes und bezogener Menge der Ressource ist.¹²⁴

3.5.1. Pay per Use

Wie schon oft erwähnt, spielt beim Cloud Computing das Pay-per-Use-Prinzip (PPUP) eine wichtige Rolle, da Cloud-Dienste meist nach der Intensität der Nutzung abgerechnet werden. Somit hängen auch die auftretenden Kosten mit der Ressourcennutzung direkt zusammen. Wenn ein Unternehmen in einem bestimmten Zeitraum mehr verbraucht, steigen, wenn gar nichts verbraucht wird, sinken die anfallenden Kosten auf null ab. Es ist noch wichtig anzumerken, dass nur durch das eingesetzte Pay-per-Use-Prinzip Kosteneinsparungen erwirtschaftet werden können, die mit klassischen Lizenzmodellen nicht erreicht werden. Für die Analyse stellt ein Ressourcenpool mit nicht veränderbarer Kapazität den Gegensatz zum Pay-per-Use-Prinzip dar. Die *variablen Kosten* c beinhalten alle notwendigen Kosten für die Verwendung einer Ressourceneinheit aus dem Pool. Der Unterschied zwischen den *variablen Kosten bei PPUP* und fixem Ressourcenpool wird als *Nutzenaufschlag* (U) bezeichnet. Die variablen Kosten des Pay-per-Use-Prinzips lassen sich durch folgenden Zusammenhang berechnen¹²⁵:

$$C_{PPUP} = c * U.$$

Der *Nutzenaufschlag* (U) folgt demnach aus

$$U = \frac{C_{PPUP}}{c}$$

Zusätzlich muss jede bestehende und in dieser Analyse gegebene *Nachfrage* ($D(t)$) sofort vom *Angebot* ($S(t)$) der Ressource befriedigt werden.

¹²³ Weinman 2011

¹²⁴ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 124ff.

¹²⁵ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 124f.

Wenn so wie bei Cloud Computing ein nutzenabhängiges Preismodell gewählt wird, verschiebt sich das Risiko hin zum Cloud-Service-Anbieter, da dieser die anfänglichen Investitionskosten für Software, Hardware und Infrastruktur aufbringen muss. Diese Kosten müssen natürlich in eine periodische, in zeitlichen Abständen auftretende Gebühr übertragen werden. Das Risiko des Anbieters wird natürlich auch in diese Gebühr miteingerechnet, jedoch auf viele Kunden verteilt. Global kann über das PPUP gesagt werden, dass nur circa so viele Ressourcen bezahlt werden, wie auch verbraucht werden. Das Unternehmen bezahlt also vereinfacht nur die durchschnittliche Nachfrage ($\bar{D}$), wobei im Fall eines fixen Ressourcenpools beispielsweise im eigenen Rechenzentrum aufgrund der Einplanung von Spitzen in der Nachfrage (beispielsweise das Weihnachtsgeschäft oder der Beginn des Semesters bei Universitäten) die maximale Nachfrage ($\hat{D}$) bezahlt werden muss. Mit den vorher gewählten Annahmen kann man folgende Faustregeln aufstellen^{126 127}:

- Wenn $U = \frac{c_{PPUP}}{c} < 1$, dann ist eine Lösung mit fester Kapazität teurer als eine mit Pay-per-Use-Prinzip, da $c > c_{PPUP}$ ist. Damit sollte die komplette Nachfrage (D) durch den Cloud-Service-Anbieter und seine Ressourcen befriedigt werden. Der Cloud-Service-Anbieter hat außerdem auch im Fall von $U < 1$ genug große Skaleneffekte, um profitabel zu sein.
- Wenn $U = \frac{c_{PPUP}}{c} > 1$, dann ist eine Lösung mit fester Kapazität günstiger als eine mit PPUP und dieser vorzuziehen. Eine hybride Lösung könnte jedoch auf die Gesamtkosten bezogen trotzdem vorteilhafter sein.
- Wenn $U = \frac{c_{PPUP}}{c} = 1$, dann ist der Pay-per-Use-Einsatz vorteilhaft, wenn die Nachfrage nicht konstant ist. Bei sich ändernder Nachfrage ändert sich logischerweise auch die Ressourcennutzung und in Folge die zu zahlenden Gebühren. Der fixe Ressourcenpool hat dann einige Zeit ungenutzte Kapazität und somit ist das PPUP als günstiger anzusehen. ($\bar{D} < \hat{D}$).
- Wenn $1 < U < \frac{\hat{D}}{\bar{D}}$ ist, dann ist Pay-per-Use abermals vorteilhaft, da das Verhältnis zwischen maximaler und durchschnittlicher Nachfrage geringer ist als der Nutzenaufschlag. Die zusätzlichen Ausgaben, die für den

¹²⁶ Vgl. Weinman 2011

¹²⁷ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 126

Nutzenaufschlag bezahlt werden müssen, werden durch die verringerten Kosten bei geringer Nachfrage wieder kompensiert, wenn die Ressourcenkosten nicht ansteigen.

- Wenn die Spitzen (engl. peaks) in der Nachfrage nur von kurzer relativer Dauer (Summe der Nachfragespitzen $T+$ kleiner als $\frac{1}{U}$ $1/U$) sind, also $\frac{T+}{T} < \frac{1}{U}$, dann sollte eine hybride Mischform zwischen PPUP und fixem Ressourcenpool angestrebt werden. Der Grundlevel der Nachfrager soll über den fixen Ressourcenpool, der variable Teil über das PPUP bedient werden.
- Wenn die relative Dauer von Perioden mit einer Nachfrage größer Null (T_{NZ}) lang genug andauert, dann sollte eine hybride Lösung der PPUP vorgezogen werden, wenn gilt: $\frac{T_{NZ}}{T} > \frac{1}{U} < 1$. Bei einer längeren positiven Nachfrage an der Gesamtzeit ist es also vorteilhafter, den günstigeren Ressourcenpool mit fixem Volumen zuerst zu verwenden.

Die vorangehenden Überlegungen legen also nahe, dass wohl oft eine hybride Lösung als vorteilhaft gelten wird. Die klassische vorhersagbare Nachfrage wird mit eigenen Ressourcen innerhalb des Unternehmens befriedigt. Die unvorhergesehenen Spitzen werden mit einer PPUP Lösung bedient. Die vorab getätigten Annahmen müssen natürlich ggf. von Unternehmen zu Unternehmen angepasst werden. Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse einer Cloud-Lösung sollte jedoch trotzdem mit der beispielsweise vorher beschriebenen TCO-Methode erfolgen, um die gesamten Kosten miteinander zu vergleichen.¹²⁸

3.5.2. Elastizität

Auch die Elastizität, also die Verfügbarkeit von Ressourcen, wenn sie benötigt werden, soll nun aus Kostensicht überprüft werden. Bei einem Unternehmen sollten Angebot und Nachfrage übereinstimmen, um sonst auftretende Kosten zu vermeiden. Es können Umsatzeinbußen durch das Nicht-Vorhandensein von Ressourcen zu einem bestimmten Zeitpunkt auftreten, da die Nachfrage nicht befriedigt werden konnte. Auf der anderen Seite können jedoch auch Kosten für die übermäßige Bereitstellung von Ressourcen ein Grund dafür sein, dass zusätzliche Kosten entstehen. In anderen

¹²⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 127

Bereichen werden oft Pufferspeicher verwendet, um der Kopplung von Angebot und Nachfrage auf kurze Dauer zu entgehen. Im Cloud Computing ist das technisch schwierig und außerdem ist die spontane Befriedigung der benötigten Nachfrage ein großer Vorteil. Einige Implikationen sollen nun kurz beschrieben werden:¹²⁹

- Um Kunden an ein Cloud-System zu binden ist es wichtig, dass Unternehmen sofort die „Geschwindigkeit“ von Cloud-Systemen, also die prompte Ressourcenbereitstellung merken. Wäre die Befriedigung von Nachfrage zu einem gewissen Zeitpunkt nur verzögert möglich, würde man die Kunden wieder an andere Technologien verlieren und die Idee des Cloud-Computing-Einsatzes würde ggf. verworfen werden.
- Das Einsatzgebiet, also auch die in Cloud-Systemen bereitgestellten Dienste, benötigen den sofortigen Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage, da sonst Anfragen nicht direkt bearbeitet werden könnten. Es würde zu langen Wartezeiten kommen und Unternehmen würden sich nach flexibleren Lösungen umsehen.
- Auch für die Prozessgestaltung und den Prozessablauf in einem Unternehmen bietet die Elastizität neue Möglichkeiten. Wo vorher große Berechnungen aufgrund von begrenzten Ressourcen über Nacht stattfinden mussten, können diese nun ohne Verzögerung stattfinden.

Im betrachteten Fall eines Cloud-Systems kann man wie zuvor die *Nachfrage* ($D(t)$) als gegeben ansehen. Veränderbar ist hier also das *Angebot* ($S(t)$) der Ressourcen. Wenn die Nachfrage $D(t)$ auf einem bestimmten Zeithorizont genau bestimmt werden kann, spielt auch die Vorlaufzeit, die ggf. benötigt wird, um das Ressourcenangebot anzupassen, keine Rolle. Es würde also schon ohne Elastizität zu einem Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage kommen. $S(t) = D(t)$. Dies ist jedoch nur in der Theorie vorstellbar, da in Unternehmen präzise Vorhersagen der Nachfrageentwicklung zu den schwierigsten zu lösenden Problemen gehören. Wenn also keine adäquate Vorhersage möglich ist, sind Unternehmen gezwungen, ihre nicht on-demand anpassungsfähigen Systeme auf die Spitzen der auftretenden Nachfrage auszulegen. Dies verursacht dementsprechend zusätzliche Kosten, da viele Ressourcen die meiste Zeit ungenutzt sind. Ein Cloud-System verringert diesen Spalt

¹²⁹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 128ff

zwischen Angebot und Nachfragespitzen auf ein Minimum, daher kann durch die Elastizität für ein Unternehmen normalerweise ein positiver Effekt erreicht werden. Der daraus resultierende Nutzen steigt mit zunehmender Variabilität der Nachfragekurve an.¹³⁰

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass wenn Elastizität mit dem oben beschriebenen Pay-per-Use-Modell und einer hybriden Form einer Cloud-Modells kombiniert werden, aus Kostensicht nur noch die durchschnittlichen Ressourcen bereitgestellt werden müssen, da der Rest der sonst notwendig Kosten durch die Cloud abgedeckt werden kann und hohe Investitionskosten für eigene nur im Bedarfsfall genutzte Hardware entfallen.¹³¹

Auch die Bearbeitungsgeschwindigkeit steigt beim Einsatz von elastischen Systemen, da, wenn Aufgaben parallel auf verschiedensten Knoten berechnet werden können, und diese auf einem Knoten n Stunden benötigen würden, dies durch die Verteilung in 1 Stunde auf n Knoten zu circa denselben Kosten möglich ist. Somit ergeben sich in einem Unternehmen neben den zeitlichen Vorteilen, auch keine signifikant erhöhten, also fast konstante Kosten. In der Literatur wird dieses Phänomen auch als *Kosten-Erhaltungssatz* bezeichnet. Um diese Vorteile zu erreichen, müssen im Unternehmen neben einer gut geplanten Cloud-Strategie auch die entsprechenden Prozesse parallelisierbar sein. Man kann jedoch anmerken, dass die Frage nach Cloud ja oder nein doch vorsichtig mit ja zu beantworten ist und eher auf die gewählte Implementierungsform, also beispielsweise auf ein hybrides System, das Kostenvorteile bringt, zu achten ist. Jedoch ist klar, dass Cloud Computing nicht für jeden Einsatzzweck dienlich und geeignet ist.¹³²

¹³⁰ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 129

¹³¹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 129f.

¹³² Vgl. Vossen et al. 2012, S. 130

3.6. Betriebswirtschaftlicher Nutzen und Risiken

Der betriebswirtschaftliche Nutzen steht meist im Vordergrund, wenn über den Einsatz eines Cloud-Computing-Systems in Unternehmen gesprochen und diskutiert wird. Es gibt jedoch oftmals zu stark gewichtete Vorteile auf der einen Seite, wie auch Risiken auf der anderen Seite. Dieses Kapitel soll einen unvoreingenommenen Überblick über Nutzen und Risiken geben, die das Cloud Computing mit sich bringt, um danach besser alle Argumente gegeneinander abwägen zu können. Auch, dass Cloud Computing für einige Anwendungsfälle nicht die beste IT- Outsourcing-Lösung zu sein scheint, sollte immer bedacht und genau geprüft werden. Die wichtigsten Faktoren, die aus kostentechnischer Sicht im vorangegangenen Kapitel besprochen wurden, sind die folgenden:

- Das Pay-per-Use-Prinzip: Es wird nur das bezahlt, was auch verbraucht wird.
- Die Realisation von Kostenvorteilen durch die Elastizität und die dadurch entstehende Flexibilität des Unternehmens.

Für eine seriöse Abwägung für oder gegen ein Cloud-System müssen die internen Kosten, die für eine klassische IT-Infrastruktur anfallen, natürlich bekannt sein.

3.6.1. Outsourcing und Kostensenkung

Durch das IT-Outsourcing ergibt sich für ein Unternehmen die Möglichkeit, alte Strukturen und Prozesse aufzubrechen, und diese zu verbessern, wie auch neue zu schaffen:¹³³

- Es kann also zum einen zu einer *Reduktion der Komplexität* in einem Unternehmen kommen, da IT meist nicht zum Kerngeschäft eines Unternehmens zählt. Die geschieht im Normalfall durch den Einsatz von SaaS Lösungen, da hier Software zur Gänze an den Cloud Service Provider verlagert werden kann. IaaS und PaaS müssen in die eigene IT-Landschaft integriert werden und verschieben oft nur die Komplexität auf eine andere Ebene. Es kann also kurz bis mittelfristig zu einer Erhöhung der Komplexität kommen,

¹³³ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 119ff.

jedoch sollte langfristig auf jeden Fall mit einer Komplexitätsreduktion zu rechnen sein.

- Outsourcing zwingt Unternehmen auch dazu, mit der Zeit *angehäufte Redundanzen* (also Kostenfaktoren) zu *beseitigen*. Die neuen Geschäftsmodelle, die mit Cloud Computing möglich werden, tragen auch als Argument für den Einsatz von Cloud-Systemen bei.
- Es kann zu einer *Kostensenkung der IT-Stückkosten* kommen, da die Verlagerung der IT zu einem Cloud-Anbieter Kostenvorteile mit sich bringt, die durch die beim Anbieter entstehende Skaleneffekte (durch automatisch ablaufende Prozesse und Spezialisierung) an das Unternehmen weiter gegeben werden können.
- *Klassische IT-Fixkosten* werden in variable Kosten umgewandelt. Durch die eingesetzten Pay-per-Use-Preismodelle auf Seiten der Anbieter ist es intern möglich, eigene Ressourcen auf ein weitgehend geringes Maß zu reduzieren. Auch das Problem der Bewertung von indirekten IT-Kosten entfällt zur Gänze.
- Die *Spezialisierung auf neue Technologien* ist besonders bei KMU's schwierig und oft nur in großen Unternehmen durchführbar. Spezialisierte Public-Cloud-Anbieter profitieren von dem lange aufgebauten Know-how und der weltweit redundanten Infrastruktur. Somit kann der Kostenfaktor eines notwendigen hoch spezialisierten Fachpersonals verringert werden.
- Mitarbeiter eines Unternehmens können sich stärker auf ihre Kernkompetenzen fokussieren und verlorengeslaubtes Wachstum wieder realisieren. Die eigene Tätigkeit kann langfristig wieder als wertvoller wahrgenommen werden, da Probleme, die sonst aus dem Tagesgeschäft entstehen, nicht auftreten, da sie ausgelagert sind.
- Ein Verkauf von nicht mehr benötigter teurer Hardware kann kurzfristig zu einem Anstieg der Liquidität eines Unternehmens führen.

3.6.2. Risikofaktoren

Dass logischerweise im IT-Outsourcing nicht nur Vorteile sondern auch Risiken entstehen und es sehr wichtig ist, diese zu kennen, zeigen folgende Punkte:¹³⁴

Es kann ein *Abhängigkeitsverhältnis* zu dem gewählten Cloud Service Provider entstehen. Diese ist nach Grad des Outsourcings entweder stärker oder schwächer, jedoch sicherlich vorhanden. Beispielsweise können *Lock-In-Effekte* entstehen, da proprietäre Technologien des Anbieters eingesetzt werden, die nicht oder nur mit hohen Kosten zu einem anderen Anbieter mitgenommen werden können. Der Anbieter ist hier somit in einer Machtposition, die er ggf. opportunistisch ausnutzen kann. Auf der anderen Seite ist es für das Unternehmen unabdingbar, dass der Cloud Service Provider seinen getätigten Zusagen einhält und das System reibungslos funktioniert und verfügbar ist. Gehen beispielsweise sensible Daten verloren, ist zuerst das Unternehmen dafür verantwortlich und muss sich öffentlich bei seinen Kunden dafür verantworten und die entstehenden Kosten meist alleine tragen. Ein Regress beim Cloud-Anbieter könnte einen jahrelangen Rechtsstreit erfordern, wenn das SLA solche Fälle genau regelt. Wie noch später näher erläutert wird sind die *rechtlichen Implikationen*, die ein Cloud-Outsourcing mit sich bringt, recht komplex und müssen genauestens geprüft werden (dabei können jedoch nicht unerhebliche Beratungskosten für Anwälte o.ä. anfallen). Durch das Outsourcing können jedoch auch im Bereich des Managements Abstimmungs- oder Managementkosten anfallen. Dies ist oft bei einem Management der Fall, das die erste Outsourcing Entscheidung trifft. Durch entsprechend auftretende Lerneffekte reduziert sich dieses Problem jedoch langfristig. Ein weiteres Problem ist die oft nicht vollständige *Definition der eigenen Anforderungen* an einen Cloud Service Provider, dies kann am Ende zu einer unbefriedigten Ergebnismwahrnehmung durch auftretende Lock-In-Effekte und unvollständige SLA führen. Wenn ein Cloud-Service-Anbieter nur hoch standardisierte Dienste anbietet, ist es wohl oft auch schwierig, sich ändernde Anforderungen nach Vertragsabschluss durchzusetzen, da der Anbieter sonst die benötigten Skaleneffekte nicht realisieren kann, die für die Einpreisung der bereitgestellten Dienstleistung erforderlich sind. Bei einem intern realisierten IT-Outsourcing durch IT-Mitarbeiter ist darauf zu achten, dass diese genug Know-how für die Durchführung besitzen und die Systeme vorab getestet werden, um Fehlschläge im Realbetrieb zu vermeiden. Auf

¹³⁴ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 121ff.

der anderen Seite besteht auch immer die Gefahr eines *Know-how-Verlusts*, wenn IT an einen externen Cloud-Dienstleister ausgelagert wird. Dieser Effekt ist jedoch zum einen gewünscht, um die interne Komplexität zu verringern und das vorhandene IT-Gerüst zu optimieren, auf der anderen Seite geht langfristig Wissen an den Cloud Service Provider verloren. Ein *Insourcing* in das Unternehmen zurück könnte sich dann als schwierig erweisen, weil die notwendige Fachkompetenz bei den Mitarbeitern nicht mehr vorhanden ist. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Know-how, das unabdingbar für das Geschäftsgebaren des Unternehmens ist, nicht komplett ausgelagert wird, sondern wenn möglich nur „unwichtigeres“ Wissen verschwindet, das die Unternehmung in gewisser Form nur belastet.¹³⁵

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Einsatz von IT-Outsourcing Kosten verursacht, die auf den ersten Blick unter Umständen nicht erkennbar sind, jedoch langfristig Einsparungspotential bietet. Es kann in der Implementierungsphase zu einem Anstieg der Kosten von über 10 Prozent kommen (die sich nach 2-4 Jahren amortisieren), wobei langfristig mit einer Einsparung von bis zu 20 Prozent zu rechnen ist, als dies ohne Outsourcing möglich gewesen wäre. Gründe für den Kostenanstieg sind unter anderem Investitionen in ein Management, das den Outsourcing Prozess betreut, Transferkosten, die in den IT-Abteilungen anfallen und plötzlich auftretende vormals versteckte IT-Kosten, die durch die Preismodelle der Cloud Service Provider beim Kostenvergleich aufgedeckt wurden. Die möglichen betriebswirtschaftlichen Kostenvorteile wurden schon in vorangegangenen Kapitel erläutert.¹³⁶

¹³⁵ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 121ff.

¹³⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 124

3.7. Anwendbarkeit der neuen Institutionenökonomik als Hilfestellung bei der Entscheidungsfindung

In diesem Kapitel soll näher darauf eingegangen werden, inwieweit die neue Institutionenökonomik auf die vorliegende Thematik Anwendbarkeit findet und ob diese gleichzeitig eine Hilfe bei der Entscheidungsfindung, die Konzeption eines Cloud Netzwerkes betreffend, darstellen.

Es sollen im Detail vier betriebswirtschaftlich miteinander verwandte, jedoch unterschiedliche theoretische Ansätze näher beleuchtet werden. Dies sind die Principal-Agent-Theorie, die Transaktionskostentheorie und die Theorie über Verfügungsrechte, die im Zentrum der neuen Institutionenökonomik stehen. Zusätzlich soll das Buying-Center-Konzept noch kurz Beachtung finden. Unter Zuhilfenahme dieser Theorien lassen sich Gesetzmäßigkeiten festlegen, wie auch Investitionsentscheidungen unterstützen und besser bewerten. All diese genannten Konzepte sind in den Wirtschaftswissenschaften anerkannt und werden oft für die Beantwortung von Fragen in Entscheidungssituationen eingesetzt und dienen der Arbeit somit als theoretische Grundlage für die Entscheidungsfindung.^{137 138}

3.7.1. Principal-Agent-Theorie

Der Untersuchungsgegenstand der Principal-Agent-Theorie stellt ein Motivationsproblem bei vertraglichen Schuldverhältnissen dar. Der Auftraggeber (Prinzipal) möchte oder kann bestimmte Aufgaben nicht selbst erledigen und beauftragt daher einen Auftragnehmer (Agenten), dies für ihn zu tun. Dafür müssen nun Entscheidungsbefugnisse vom Prinzipal zum Agenten delegiert werden. Da Individuen zu opportunistischem Verhalten neigen, ist es notwendig, dass der Prinzipal die Handlungen des Agenten in gewisser Weise steuern kann. Die Ziele des Auftraggebers sollen also vertraglich geregelt werden, um opportunistisches Verhalten auf Seiten des Auftragnehmers abzuschwächen oder gar zu verhindern. Da es in der Wirtschaft keine vollkommene und kostenlose Marktransparenz gibt, stellt sich die Bewertung von Leistungen wie auch von Gegenleistungen als oftmals schwierig dar,

¹³⁷ Vgl. Göbel 2002, S. 51ff.

¹³⁸ Vgl. Blum 2005, S. 43ff.

womit die Gefahr für Vertragsparteien, einer Täuschung aufzusitzen, steigt. Es liegt somit ein Messproblem vor, dem vertraglich vorgebeugt werden sollte. Die Herausforderung in der Principal-Agent-Theorie kommt immer dann zum Tragen, wenn der Prinzipal die Handlungen und Informationen des Agenten nicht vollkommen und kostenlos beobachten kann. Das Hold-Up-Problem, eine aus der Spezifität resultierende Machtasymmetrie, wird in der Principal-Agent-Theorie auch beschrieben, kommt jedoch seltener vor, als das angesprochene Messproblem.^{139 140 141}

Da für die Entscheidung für oder gegen ein eigenes Cloud-System eine Make-or-Buy-Entscheidung notwendig wird, ist die Principal-Agent-Theorie bestens dafür geeignet, im Fall eines Fremdbezugs der Cloud-Leistungen das vertragliche Verhältnis zwischen dem Kunden (Prinzipal) und dem Anbieter (Agenten) zu analysieren. Es kommt jedoch schlussendlich auch zu einer Übertragung von Verfügungsrechten zwischen den Vertragsparteien. In einem Vertrag wie zum Beispiel in einem Service License Agreement (SLA), das zwischen dem Kunden als Auftraggeber und dem Anbieter in der Rolle als Auftragnehmer abgeschlossen wird, werden von Seiten des Auftraggebers ausgewählte Aufgaben und unter Umständen Entscheidungskompetenzen gegen eine monetäre Kompensation an den Auftragnehmer abgegeben. Der Cloud-Anbieter hat als Auftragnehmer den Vorteil, seine Skaleneffekte, die er durch eine erhebliche Spezialisierung und einen Wissensvorteil erreichen kann, auszuspielen. Es kommt jedoch oft dazu, dass sich durch die asymmetrische Verteilung der Information der Auftragnehmer nicht im Sinne des Kunden verhält und nur seinen eigenen Nutzen maximiert. Die damit verbundenen Informationsasymmetrien können auf vier unterschiedliche Agenturprobleme zurückgeführt werden^{142 143 144}:

- Hidden characteristics
- Hidden knowledge
- Hidden intention
- Hidden actions

¹³⁹ Vgl. Blum 2005, S. 45

¹⁴⁰ Vgl. Göbel 2002, S. 98ff.

¹⁴¹ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 218ff.

¹⁴² Vgl. Nix 2013, S. 49ff.

¹⁴³ Vgl. Blum 2005, S. 45ff.

¹⁴⁴ Vgl. Göbel 2002, S. 100ff

Einen genaueren Überblick schafft auch Tabelle 2: Agency-Probleme, in der nicht nur der oben genannte Problemtyp sondern auch der Entstehungszeitpunkt wie auch das Problem selbst genannt sind.

Tabelle 2: Agency-Probleme¹⁴⁵

Problemtyp	Entstehungszeitpunkt	Problem
<i>Hidden characteristics</i>	vor Vertragsabschluss	Adverse Selection
<i>Hidden action</i>	nach Vertragsabschluss	Shirking
<i>Hidden information</i>	nach Vertragsabschluss	Eigennützige Entscheidungen
<i>Hidden intention</i>	vor/nach Vertragsabschluss	Adverse Selection / Hold Up

Wenn ein Prinzipal mit einem Agenten einen Vertrag abschließt, möchte er natürlich im Vorfeld beurteilen können, ob es realistisch ist, dass die Leistungen durch den Agenten vertragsgemäß wie vereinbart erbracht werden. Das bedeutet, die Eigenschaften des Agenten und die von ihm angebotene Leistung sollten bekannt sein. Dies ist jedoch ex ante, also vor dem Vertragsabschluss, oft nur schwierig möglich und es kommt dazu, dass dem Prinzipal die Eigenschaften (*characteristics*) ganz oder teilweise verborgen (*hidden*) bleiben und damit einhergehend die Gefahr besteht, einen schlechten und unpassenden Vertragspartner auszuwählen (*adverse selection*). Es handelt sich hierbei um eine Informationsasymmetrie, da der Agent meist versucht, sich besser darzustellen, als er in Wahrheit ist. Wenn nun beispielsweise ein Cloud-Anbieter dem Kunden verschweigen würde, dass die von ihm angebotene Leistung aufgrund eines schlechten Ausbaus der eigenen Infrastruktur nicht wie versprochen verfügbar oder wie gewünscht skaliert ist, wäre das ein Fall einer Informationsasymmetrie, da es für den Kunden im Vorfeld schwer feststellbar ist, ob der Anbieter mehr verspricht, als er später nach Vertragsabschluss im Stande ist zu halten. Diese Fälle treten außerdem häufig bei Dienstverträgen, Darlehensverträgen oder Versicherungen auf.^{146 147}

¹⁴⁵ Vgl. Göbel 2002, S. 100 Abb. II-2

¹⁴⁶ Vgl. Göbel 2002, S. 10ff.

¹⁴⁷ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 218ff.

Wenn das Ergebnis der erbrachten Leistung durch den Agenten für den Prinzipal gar nicht oder nur schwer (also mit zu großem Aufwand) zu beobachten ist, kann nach dem Vertragsabschluss (ex post) das *hidden action* Problem auftreten. Das Ergebnis kann beispielsweise so schwer messbar sein, da es von externen Faktoren wie der Umwelt beeinflusst wird. Dann ist es dem Agenten möglich, diese Situation zu seinem eigenen Vorteil zu nutzen. In der Arbeitstheorie ist der Begriff „*shirking*“ bekannt, bei der ein Arbeitnehmer seine mögliche eigene Leistung durch Handlungen bewusst reduziert.^{148 149}

Das *hidden-information*-Problem ist auf den ersten Blick etwas problematisch, da alle Agency-Probleme aus verdeckten Informationen entstehen. Die Agency-Theorie beschreibt im Genaueren jedoch einen spezifischen Fall. Der Prinzipal kann hier die Leistungen des Agenten nach Vertragsabschluss (ex post) zwar beobachten, sie aber nicht richtig bewerten. Ein Kunde eines Cloud-Anbieters kann beispielsweise hinnehmen, dass eine zeit- und kostenintensive Serverwartung durchgeführt werden muss, jedoch nicht beurteilen, ob diese auch wirklich notwendig war. Dieses Problem tritt also dann besonders häufig auf, wenn die Spezialkenntnisse des Agenten besonders groß sind und daraus eine Informationsasymmetrie entsteht. Der Agent trifft seine Entscheidungen demnach also so, um seinen eigenen Nutzen zu maximieren. Die große Diskrepanz zwischen Know-how des Agenten und des Prinzipals spielt auch im Cloud Computing durch die hoch spezialisierten Anbieter eine wichtige Rolle.^{150 151}

Hidden characteristics, *hidden action* und *hidden information* sind die in der Literatur häufigsten genannten Problemtypen in der Agency Theorie. Jedoch wird in einigen Quellen auch der Problemtyp der *hidden intention* beschrieben. Hier wird beschrieben, dass zum einen dem Prinzipal vor dem Vertragsabschluss die genauen Pläne des Agenten, wie Fairness oder Ehrlichkeit, verborgen bleiben. Diese Merkmale könnte man jedoch auch zu den Eigenschaften des Agenten zählen und das *hidden-intention*-Problem mit dem Problem der *hidden characteristics* verbinden. Es kann ex post jedoch auch ein weiterer Fall auftreten, nämlich das Problem des *hold up* (Raubüberfall). Hier wird die Faktorspezifität durch den Agenten gegenüber dem Prinzipal ausgenutzt. Der Agent kann dem Prinzipal also auch ohne dem Auftreten

¹⁴⁸ Vgl. Göbel 2002, S. 102

¹⁴⁹ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 224ff.

¹⁵⁰ Vgl. Göbel 2002, S. 102

¹⁵¹ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 218ff.

einer Informationsasymmetrie zwischen den beiden Vertragsparteien schaden. Dies ist immer dann möglich, wenn der Prinzipal auf keinen anderen Vertragspartner ausweichen kann, da die Spezifität des Gutes zu hoch ist und Lock-In-Effekte entstehen. Dieses Spezifitätsproblem spielt jedoch im Transaktionskostenansatz eine größere Rolle und wird hier nur beiläufig behandelt. Jedoch möchte der Prinzipal natürlich vor Vertragsabschluss herausfinden, ob er einen *hold up* seitens des Agenten fürchten muss. Daher spielen hier die Absichten (Intention) des Agenten eine wichtige Rolle.^{152 153}

Da in allen Fällen die Moral der handelnden Akteure eine wichtige Rolle spielt, werden die Probleme aus *hidden action* und *hidden information* auch oft als *moral hazard* (moralisches Risiko) bezeichnet. Am Ende ist es zusammenfassend interessanterweise jedoch zu beobachten, dass in der Literatur eine Anhebung der Moral nicht als adäquates Mittel zur Lösung der Agency Problematik angesehen wird.¹⁵⁴

Es können jedoch 3 Lösungsansätze für eine Beziehung zwischen Agent und Prinzipal und die in den vorigen Absätzen beschriebene Problematik gefunden werden:

- Reduktion von auftretenden Informationsasymmetrien
- Auflösung von Konflikten, die das Vertragsziel betreffen
- Verringerung von opportunistischem Verhalten des homo oeconomicus durch Vertrauensbildung

Einen detaillierteren Überblick über die Möglichkeiten, auftretende Informationsasymmetrien zu reduzieren, soll *Tabelle 3: Lösungsmöglichkeiten für Probleme zwischen Agent und Prinzipal* bieten:

¹⁵² Vgl. Göbel 2002, S. 103

¹⁵³ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 218ff.

¹⁵⁴ Vgl. Göbel 2002, S. 103

Tabelle 3: Lösungsmöglichkeiten für Probleme zwischen Agent und Prinzipal¹⁵⁵

	Reduktion von Informationsasymmetrien	
	Prinzipal	Agent
Probleme vor Vertragsabschluss (ex ante)	Screening	Signaling
Probleme nach Vertragsabschluss (ex post)	Monitoring	Reporting

Vor dem Abschluss des Vertrags kann der Prinzipal durch geeignetes Screening eine bessere Auswahl treffen und somit die Wahrscheinlichkeit reduzieren, einen sich opportunistisch verhaltenden Agenten zu wählen. *Screening* beschreibt alle Methoden der Informationsbeschaffung des Prinzipals, beispielsweise Einholen von verschiedenen Angeboten von Cloud-Service-Anbietern oder Studieren von Erfahrungsberichten anderer Kunden, um ein besseres Bild des Agenten zu bekommen.¹⁵⁶

Auf der anderen Seite kann natürlich auch der Anbieter (Agent) selbst bemüht sein, Informationsasymmetrien im Vorfeld zu beseitigen oder zu reduzieren. Er kann beispielsweise durch ein gutes Kundenservice (Beratungsgespräche) oder einen guten Webauftritt den Kunden von seinen Vorzügen überzeugen. Dies geschieht in der Transaktionskostentheorie mit dem Begriff des *Signaling*. Ausgesandte Signale von Seiten des Agenten sind natürlich nur dann glaubwürdig, wenn eine Nichteinhaltung auch Konsequenzen nach sich ziehen würde und somit die Kosten den Nutzen für den Agenten übersteigen.¹⁵⁷

Je stärker der vorhandene Wettbewerb in einem Markt, desto leichter ist es auch meist für den Prinzipal, Informationen über die Anbieter einzuholen und diese damit besser zu vergleichen. Aber auch bei Agenten kann es hier zu einem verstärkten Signaling Anreiz kommen. Screening und Signaling sind natürlich nicht kostenlos, daher steigen mit stärkerem Einsatz auf beiden Seiten die Transaktionskosten, die im nächsten

¹⁵⁵ Vgl. Göbel 2002, S. 110 Abb. II-3

¹⁵⁶ Vgl. Göbel 2002, S. 110f.

¹⁵⁷ Vgl. Göbel 2002, S. 111

Abschnitt noch näher erläutert werden. Es sollte jedoch klar werden, wie wichtig eine geeignete Anbieterwahl ist.¹⁵⁸

Nach Vertragsabschluss ist es dem Prinzipal möglich, den Agenten bei der Leistungserbringung zu überwachen (*Monitoring*). Weiter gefasst können zum Monitoring auch Planungs- und Kontrollmechanismen, Kostenrechnung und Buchhaltung, wie auch das Reporting gezählt werden. Dies ist in der Praxis mit immensem Aufwand verbunden und bei manchen Leistungen schwierig messbeziehungsweise interpretierbar. Der Agent kann sich theoretisch auch freiwillig solchen Überprüfungen unterwerfen, dies könnte dann als *Reporting* bezeichnet werden.¹⁵⁹

Wenn man die in den obigen Absätzen beschriebene Theorie nun auf die vorliegende Thematik Cloud Computing anwendet, entspricht wie schon erwähnt das Unternehmen dem Prinzipal und der Cloud-Dienstleister dem Agenten. Es kann außerdem festgehalten werden, dass der spezialisierte Anbieter mehr Informationen besitzt als das Unternehmen und damit einen Informationsvorteil geltend machen kann, der im Zweifelsfall zu opportunistischem Verhalten führt. Diese bestehende Informationsasymmetrie folgt zum einen aus dem vorhandenen Unwissen beziehungsweise zu geringem Wissen, was das Thema Cloud Computing betrifft und zum anderen aus der oft schwierigen Vergleichbarkeit von Angeboten der Cloud - Dienstleister. Die durch diese Ungleichheit entstehenden Kosten werden Agenturkosten genannt, diese zu kennen ist notwendig, um die Vorteilhaftigkeit des externen Projektes gegenüber der internen Leistungserstellung beziehungsweise gegenüber Angeboten von anderen Cloud-Dienstleistern festzustellen zu können oder diese zu verneinen. Da die Agenturkosten in der Praxis oft schwer zu erheben sind, ist es notwendig, Verträge, die mit externen Anbietern abgeschlossen werden sollen, vorher genau und rechtlich prüfen zu lassen, um die Verschiebung der Informationskenntnis auszugleichen. Hilfestellung bieten hier standardisierte SLA und Checklisten für die Erstellung solcher Verträge. Welche Fragen man sich als Unternehmen vor der Vertragsgestaltung stellen sollte, zeigt zum Beispiel der allgemeine Ratgeber des SaaS-Clusters der Wirtschafts-Agentur Wien, der kostenlos bezogen werden kann.¹⁶⁰ Auch in dieser Arbeit soll bezogen auf Cloud-

¹⁵⁸ Vgl. Göbel 2002, S. 111f.

¹⁵⁹ Vgl. Göbel 2002, S. 112ff.

¹⁶⁰ SaaS Cluster Wien

Dienstleistungen im Bildungssektor solch eine Checkliste später diskutiert werden. Auf dem rechtlichen Sektor bietet auch das Österreichische Datenschutzgesetz¹⁶¹ einen Ansatzpunkt, seine Rechte schon im Vorfeld genau zu kennen. Dies sollte beiden Parteien helfen, ihren Nutzen zu maximieren. Nach Vertragsabschluss können so die Kosten für ein notwendiges Monitoring auf ein Minimum reduziert werden.¹⁶²

3.7.2. Transaktionskostentheorie

Begründet wurde die Theorie der Transaktionskosten von Ronald H. Coase im Jahr 1937 und weiterentwickelt von Williamson Anfang der 1970er Jahre, die beide erstmals die Transaktion selbst in den Mittelpunkt der betriebswirtschaftlichen Untersuchung rückten.^{163 164} Eine Transaktion beschreibt einen technischen Vorgang, bei dem ein Gut oder eine Leistung über eine technisch trennbare Schnittstelle hinweg übertragen wird oder bei dem Verfügungsrechte auf andere Individuen übergehen.^{165 166} Wenn eine Transaktion durchgeführt wird, entstehen Kosten, die als Transaktionskosten bezeichnet werden und der „... *folglich alle Aufwendungen zugerechnet werden die im Zusammenhang mit der Bestimmung, Übertragung, und Durchsetzung von Verfügungsrechten entstehen. Es handelt sich dabei vornehmlich um Informations- und Kommunikationskosten, die bei der Anbahnung, Vereinbarung, Kontrolle und Anpassung wechselseitiger Leistungsbeziehungen auftreten*“.¹⁶⁷

Es werden aber auch solche Kosten unter die Transaktionskosten subsummiert, die mit der Bereitstellung oder Errichtung von Institutionen einhergehen. Daher wird in der Literatur bei den Transaktionskosten zwischen festen Transaktionskosten (treten bei der Errichtung oder Bereitstellung auf) und variablen Transaktionskosten (treten bei der Nutzung auf und basieren auf der Häufigkeit und dem Umfang der Transaktionen) unterschieden.^{168 169}

¹⁶¹ RIS der Republik Österreich

¹⁶² Vgl. Nix 2013, S. 58ff.

¹⁶³ Vgl. Coase 1937

¹⁶⁴ Vgl. Williamson 1989 S. 142

¹⁶⁵ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 55ff.

¹⁶⁶ Vgl. Blum 2005, S. 47ff.

¹⁶⁷ Blum 2005, S. 47

¹⁶⁸ Vgl. Blum 2005, S. 47

¹⁶⁹ Vgl. Richter und Furubotn 2003, S. 55ff.

Unterschieden werden Transaktionskosten nach 3 Merkmalen: Spezifität, Unsicherheit und Häufigkeit. Die Spezifität eines Gutes oder einer Leistung bedeutet, dass diese nicht einfach durch eine andere ersetzt werden kann, da es oder sie spezielle Eigenschaften aufweisen. Zentral ist auch die zu erwartende Unsicherheit bei einer Transaktion, diese ist bei sehr spezifischen Transaktionen recht problematisch. Zu guter Letzt ist es die Häufigkeit, die angibt, wie oft die Transaktion stattfindet. Bei kleinen, häufig getätigten Transaktionen wird es nicht zielführend sein, Teile eines Vertrags von einem Anwalt prüfen zu lassen, auf der anderen Seite bei selten durchgeführten Transaktionen, wie beispielsweise die Anbieterwahl bei einem Fremdbezug von Cloud-Dienstleistungen, ist dies dringend anzuraten.¹⁷⁰

Die Transaktionskostentheorie ist vor allem bei der Vertragsgestaltung wichtig und daher für diese Arbeit zentral, da mit ihr Verträge dahingehend analysiert werden können, damit die Transaktionskosten so gering wie möglich ausfallen, um den Nutzen aus der Transaktion zu optimieren. Außerdem kann erklärt werden, warum und in welchen Fällen eine vertikale Integration stattfindet, also Teile von Leistungen über den Markt koordiniert werden, andere jedoch innerhalb des Unternehmens mittels hierarchischer Strukturen unter teilweiser Ausschaltung von Preismechanismen. Diese Frage stellte sich der am Anfang erwähnte Roland Coase in seiner Arbeit „The nature of the firm“¹⁷¹ und untersuchte genauer, warum in einer Marktsituation nicht alle Transaktionen auf Märkten und Preisen sondern auch mittels Anweisungen innerhalb von Institutionen stattfinden. Als Unternehmen bezeichnet er eine Institution, bei der die Koordination nicht über Preismechanismen erfolgt. Der sogenannte „Entrepreneur“ lenkt hier die Inputfaktoren optimal und nimmt die Stellung des Preismechanismus ein. Das Unternehmen wird also nach Coase¹⁷² immer größer, wenn die externen Transaktionskosten über den internen Kosten (hierarchische Koordination) liegen, sie jedoch folglich durch Transaktionskosten im Wachstum beschränkt sind. Es gibt jedoch auch Übergänge zwischen diesen beiden extremen Formen, die als Hybride bezeichnet werden.¹⁷³

¹⁷⁰ Vgl. Göbel 2002, S. 139ff.

¹⁷¹ Vgl. Coase 1937

¹⁷² Vgl. Coase 1937

¹⁷³ Vgl. Blum 2005, S. 47ff.

Williamson¹⁷⁴ hat in seiner Weiterentwicklung festgestellt, dass bei Transaktionen die Spezifität der Güter, also das Auftreten von spezifischen Kosten, eine enorme Rolle spielt. Aus einer hohen Spezifität folgen geringe Chancen, andere Möglichkeiten für eine Transaktion als die gewählte zu finden und es entsteht eine Abhängigkeit gegenüber dem Transaktionspartner, wobei die Transaktionskosten ansteigen. Wenn eine Transaktion also entweder über den Markt oder über eine hierarchische Form stattfinden kann, würde bei einer Spezifität von Null über den Markt und bei steigender Spezifität über die internen Formen oder über unvollständige, relationale Verträge getauscht werden. Da jedoch bei einer Transaktion auch skalenökonomische Effekte eine Rolle spielen, verschiebt sich der Übergang zwischen Markt und Hierarchie nach rechts von S_1 zu S_2 wie in *Abbildung 10: Die Wahl zwischen Markt und Hierarchie* ersichtlich ist. Bei einer zu hohen Spezifität scheidet also der Markt als Koordinationsform aus und es wird die Hierarchie gewählt.¹⁷⁵

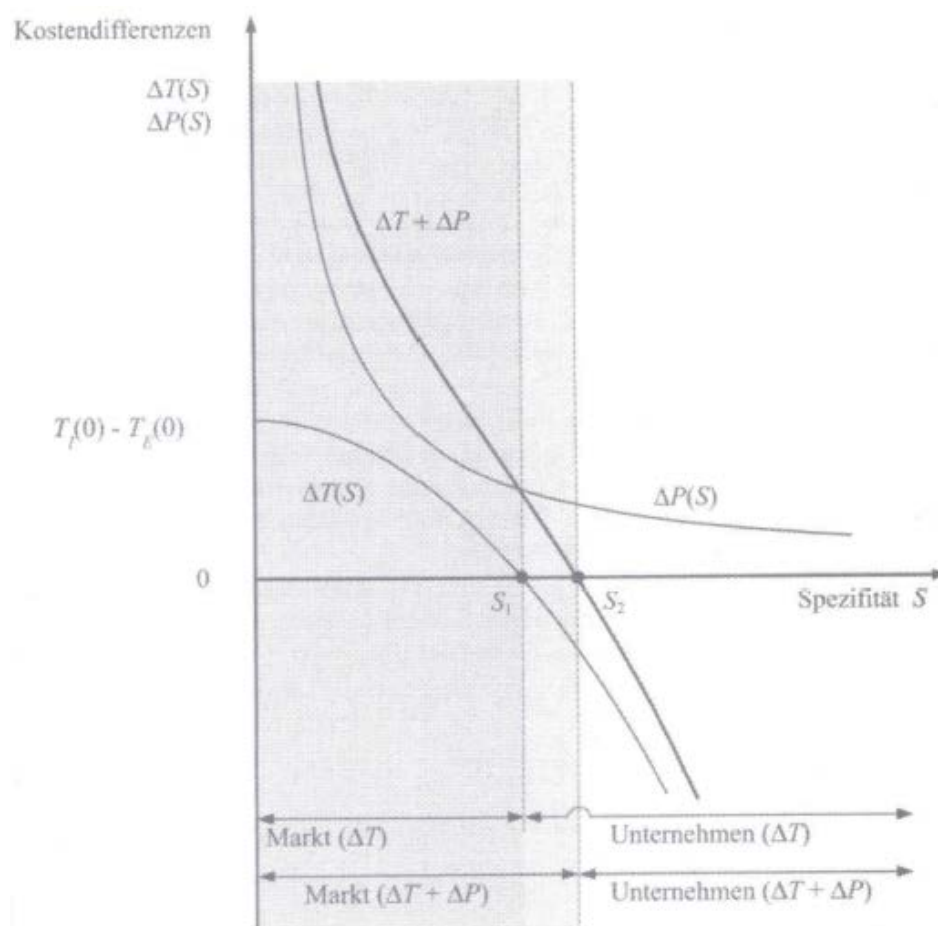


Abbildung 10: Die Wahl zwischen Markt und Hierarchie¹⁷⁶

¹⁷⁴ Vgl. Williamson 1989

¹⁷⁵ Vgl. Blum 2005, S. 49f.

¹⁷⁶ Blum 2005, S. 53, Abb. 2.1

Die Transaktionskostentheorie bietet also eine Grundlage für eine Make-or-Buy-Entscheidung, die bei der Implementierung eines Cloud-Systems getroffen werden muss. Da wie vorhin erwähnt bei den spezialisierten Anbietern Skalenvorteile gegenüber dem Kunden entstehen, steigt die Wahrscheinlichkeit, Cloud-Systeme extern zu beziehen.¹⁷⁷ Da jedoch in großen Unternehmen oft die Spezifität der Anforderungen steigt, ist es auf der anderen Seite auch denkbar, dass die Kosten für die interne Leistungserstellung günstiger werden, als diese mit einem externen Anbieter erreicht werden können. Jedoch muss in diesem Fall das nötige Know-how im Unternehmen vorhanden sein, um ein Cloud-Netzwerk ohne Hilfe von außen zu planen und zu realisieren. Daher wird es in der Praxis oft auf eine Mischform zwischen beiden Extremen hinauslaufen, in der zugeschnittene Lösungen möglich sind, um die Transaktionskosten so gering wie möglich zu halten. Einige beispielhafte Mischformen, die in der Praxis auftreten können, zeigt *Abbildung 11: Koordinationsmöglichkeiten Make-or-Buy im Cloud Computing*.

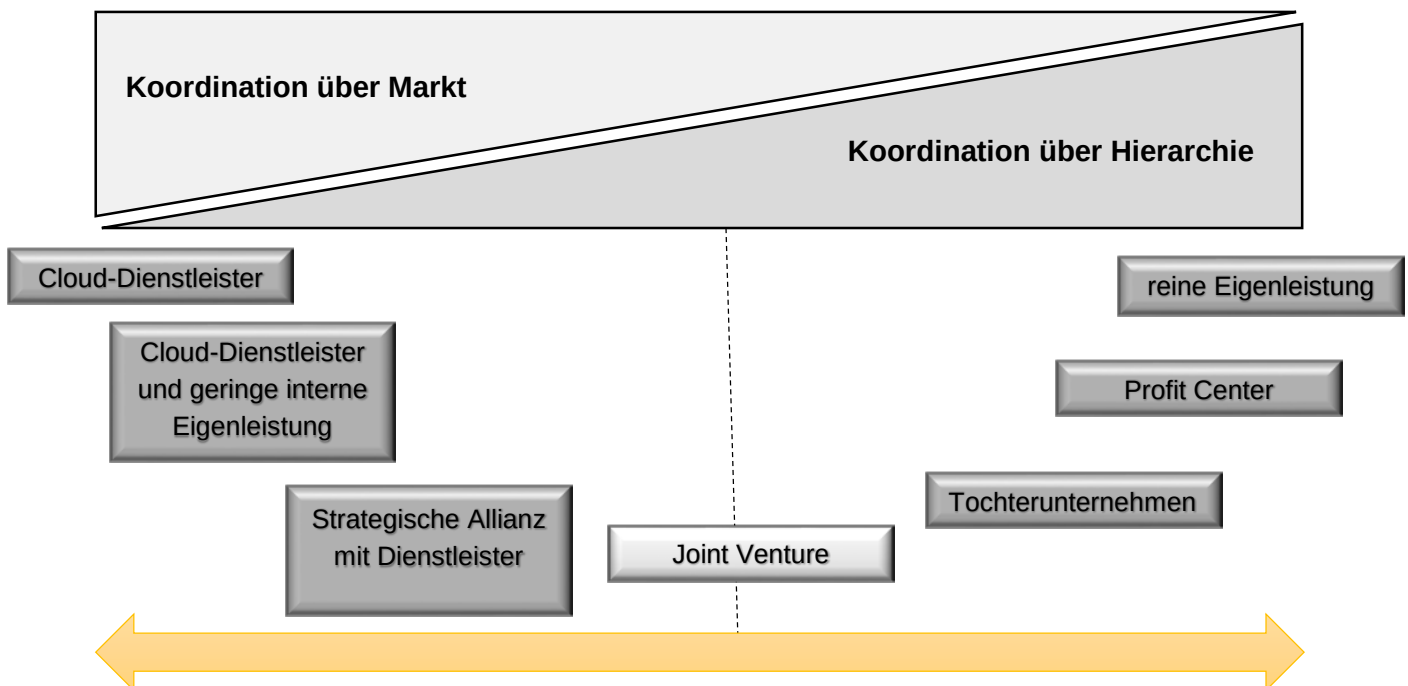


Abbildung 11: Koordinationsmöglichkeiten Make-or-Buy im Cloud Computing¹⁷⁸

¹⁷⁷ Vgl. Nix 2013, S. 56ff.

¹⁷⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Nix 2013, S. 57, Abb. 8

3.7.3. Verfügungsrechte

Der Ansatz der Verfügungsrechte (eng. property rights theory) untersucht die Implikationen, die auftreten, wenn verschiedene Individuen unterschiedliche Verfügungsrechtspositionen besitzen. Es geht also um die zentrale Frage der Verteilung von Verfügungsrechten. Die Fragestellung beschäftigt sich daher mit den Auswirkungen beziehungsweise einer miteinhergehenden Änderung des Verhaltens von rationalen und selbstinteressierten Individuen, wenn sie gewisse Verfügungsrechte gerade besitzen oder auch nicht.^{179 180}

Die Kernidee des Verfügungsrechtsansatzes ist: „... *Individuelles Verhalten wird durch die Art der Verteilung der Verfügungsrechte kanalisiert, da durch sie ein Gefüge von Gratifikation und Sanktion festgelegt wird*“.¹⁸¹

Da nun Vertragspartner unterschiedliche Interessen aufweisen, kommt es oft aufgrund der unterschiedlichen Verfügungsrechtspositionen dazu, dass es zu Kollisionen zwischen den einzelnen Parteien kommt, da jede Vertragspartei seine Interessen auf Kosten des Gegenübers durchsetzen möchte (Maximierung des eigenen Nutzens). Dies stellt ein grundlegendes Motivationsproblem dar, wenn Verfügungsrechte auf unterschiedliche interagierende Individuen verteilt sind. Eine Lösung des Problems zeigt der Ansatz der Verfügungsrechte darin, die eingenommene Position der Verfügungsrechte betreffend zu verändern.¹⁸² Zum Beispiel könnte eine Institution, die Cloud-Dienstleistungen von einem externen Anbieter bezieht, die eigene Position dahingehend verändern, dass sie die bezogenen Dienste in Privateigentum überführt und selbst solch ein Netzwerk aufbaut. Dieser Lösungsansatz gestaltet sich wohl in der praktischen Umsetzung in den meisten Fällen, auf Grund begrenzter gegebener Ressourcen, als schwierig.

Verfügungsrechte beeinflussen außerdem die Nutzungsintensität von physischen Ressourcen, dies natürlich immer unter der Prämisse, dass gerade Verfügungsrechte gehalten werden. Bei einer gänzlichen Zuordnung (assignment) und Ausgestaltung von Verfügungsrechten an ein bestimmtes Individuum trägt dieses die gesamten anfallenden Kosten, hat jedoch die Ressource betreffend den alleinigen Nutzen. Die

¹⁷⁹ Vgl. Göbel 2002, S. 60ff.

¹⁸⁰ Vgl. Blum 2005, S. 46

¹⁸¹ Göbel 2002, S. 61

¹⁸² Vgl. Göbel 2002, S. 60ff.

theoretische Annahme von vollkommener Spezifizierung von Verfügungsrechten, die externe Einflüsse und Transaktionskosten vernachlässigt, ist in der realen Wirtschaft natürlich nicht gegeben. Es kann nur die unvollständige Spezifizierung von Verfügungsrechten beobachtet werden. Dies bedeutet, dass nicht alle Rechte vollständig definiert, spezifiziert gehandelt oder geschützt werden. Dieses in der Literatur als „Verdünnung“ bezeichnete Phänomen ist in den auftretenden Transaktionskosten wie in rechtlichen Nutzungsbeschränkungen der Ressourcen begründet.^{183 184} In das Themengebiet dieser Arbeit übertragen bedeutet dies unter Umständen, dass beispielsweise die Handlungsmöglichkeit als Kunde gegenüber dem Dienstanbieter eingeschränkt ist. Man bedenke eine Weitervermietung oder Verarbeitung von Daten, die im Cloud-Netzwerk des Anbieters gelagert werden. Von diesem Hintergrund ausgehend ist die noch später detaillierter behandelte Frage der Vertragsgestaltung und der genauen Regelung von Verfügungsrechten bei einem Fremdbezug (Buy-Entscheidung) entscheidend und als wichtig zu erachten.

Die Verfügungsrechte können in vier unterschiedliche Kategorien, die in praktisch allen Literaturquellen genannt werden und schon seit den Römern bekannt sind, unterteilt werden:^{185 186 187 188}

- Rechte, die auf die Art der Nutzung abzielen (usus)
- Rechte, die eine formale oder materielle Änderung beziehungsweise Gestaltung eines Gutes betreffen (abusus)
- Rechte, um sich entstandene Gewinne oder Verluste an einer Ressource aneignen zu können (usus fructus)
- Rechte einer anderen Partei, ein Gut inklusive bestehender Rechte ganz oder zu Teilen zu übertragen und den daraus entstehenden Überschuss einzubehalten. (ius abutendi)

In der Theorie werden außerdem absolute und relative Verfügungsrechte unterschieden. Absolute Verfügungsrechte beschreiben beispielsweise Eigentum,

¹⁸³ Vgl. Blum 2005, S. 46

¹⁸⁴ Vgl. Göbel 2002, S. 66ff.

¹⁸⁵ Vgl. Kieser 2006, S. 200ff.

¹⁸⁶ Vgl. Nix 2013, S. 54f.

¹⁸⁷ Vgl. Göbel 2002, S. 66ff.

¹⁸⁸ Vgl. Blum 2005, S. 46

Urheberrechte, Markenrechte oder Menschenrechte. Jedoch stellen für diesen Zweck nur die relativen Verfügungsrechte ein Anwendungsgebiet dar, da dies Rechte sind, die sich aus einer Kunden- oder Lieferantenbeziehung ergeben und sich auf Schuldverhältnisse oder Schadenersatzansprüche begründen.^{189 190 191}

Um die Koordinationsproblematik kümmert sich der Verfügungsrechteansatz auch nur in kleinem Maße. Es werden Überlegungen angestellt, wie eine Änderung in den Verfügungsrechte mit einem Anreiz Leistungen überhaupt bereitzustellen einhergeht und wie sich diese Anreize bei einer umgestellten Rechtelage verändern können. Das Problem, den richtigen Vertragspartner für beispielsweise ein Cloud-System zu finden, wird jedoch beim Verfügungsrechteansatz nicht weiter erläutert.¹⁹²

Die Anwendbarkeit in der vorliegenden Thematik des Cloud Computing ist jedoch gegeben. Vor dem noch später näher zu erläuterndem Hintergrund einer Make-or-Buy-Entscheidung, die bereits zu Beginn mit der Investitionsentscheidung einhergeht, hilft die Theorie der Verfügungsrechte Institutionen dabei, einen Erklärungsansatz und eine Hilfestellung bei der Analyse von Mitarbeiterverhalten in Institutionen zu bieten. Genauer betrachtet kann man die Überführung der Theorie der Verfügungsrechte und die damit oben beschriebenen auftretenden beobachtbaren Phänomene sowie die beschriebenen Verhaltensweisen der einzelnen Individuen in die Praxis, in veranschaulichen.

¹⁸⁹ Vgl. Nix 2013, S. 54f.

¹⁹⁰ Vgl. Kieser 2006, S. 200ff.

¹⁹¹ Vgl. Blum 2005, S. 46

¹⁹² Vgl. Göbel 2002, S. 61

Tabelle 4: Auswirkungen der Theorie der Verfügungsrechte in der Praxis ¹⁹³

Theorie der Verfügungsrechte	Effekte im Cloud Computing	
	Kunde	Cloud-Anbieter
Nutzenmaximierung der einzelnen Vertragspartner	• Kosteneinsparung durch Cloud-System	• Skaleneffekte durch Standardisierung
Steigerung der Transaktionskosten	• Steigende Such- und Informationskosten, um passenden Anbieter zu finden • Oft schwierige Vertragsgestaltung • Durchsetzung von Verfügungsrechten seitens des Anbieters (Sanktionen)	• Detaillierte Spezifizierung von Verfügungsrechten notwendig • Durchsetzung von Individualverträgen und Service License Agreements (SLA)

Die Theorie der Verfügungsrechte bietet also die Grundlage, den Wert eines Cloud-Systems auch dahin gehend zu betrachten, inwieweit die dessen Nutzung gestattet beziehungsweise durch ein anbieterfreundliches SLA eingeschränkt ist. Wenn eine Entscheidung für ein Cloud-Outsourcing getroffen wird, sollten diese Überlegungen nicht vernachlässigt werden.¹⁹⁴ Da ein SLA einen „Mietvertrag“ darstellt, ist auch anzumerken, dass dieser nur das Recht für den Gebrauch der Sache überträgt und alle anderen Rechte beim Anbieter verbleiben, wenn dies nicht gesondert geregelt ist.¹⁹⁵

¹⁹³ Vgl. Nix 2013, S. 61ff.

¹⁹⁴ Vgl. Nix 2013, S. 63

¹⁹⁵ Vgl. Göbel 2002, S. 79ff.

3.7.4. Buying-Center-Konzept

Da wichtige Kaufentscheidung in einem Unternehmen nicht von Einzelpersonen sondern von Personengruppen getroffen werden, soll in dieser Arbeit auch das Buying-Center-Konzept kurz angeschnitten werden. Kaufentscheidungen, die eine gewisse Größe überschreiten, werden von Einkaufsgremien getroffen, die aus mehreren Personen bestehen, die verschiedenste Funktionen bei der Beschaffung wahrnehmen. Somit kann das Buying-Center-Konzept als Erklärungsmodell für die Kaufentscheidung eines Cloud-Systems dienen. Schon in kleinen Unternehmungen werden Entscheidungen oft nicht mehr von Einzelpersonen getroffen. In großen Unternehmungen, die den Fokus dieser Thesis darstellen, sind bei der Beschaffung eines Cloud-Computing-Netzwerkes von der Idee bis hin zur Kaufentscheidung viele Stellen eingebunden. Dies können von einzelnen Mitarbeitern, die diese Idee in den Raum stellen, bis hin zu Zentralen Informatikdiensten der Universität, die sich um die IT-Systeme kümmern, und der in der Hierarchie meist oben angesiedelten Entscheidungsperson, die die Ressourcenverwaltung der Institution inne hat. Diese Mehrdimensionalität der Entscheidung spielt sich natürlich nicht nur beim Kunden sondern auch beim Dienstleister ab. Es wird ganz allgemein zwischen verschiedenen Rollen unterschieden:^{196 197}

- Verwender (User)
- Einkäufer (Buyer)
- Beeinflusser (Influencer)
- Entscheider (Decider)
- Informationsselektierer (Gatekeeper)

¹⁹⁶ Vgl. Nix 2013, S. 52ff.

¹⁹⁷ Vgl. Pepels 2004, S. 175ff.

Die durch die Personen als Gesamtheit durchgeführte Kaufentscheidung beruht im Kleinen auf den Einzelentscheidungen der Beteiligten und man kann daher dominante Rollen bei der Analyse des Kaufs erkennen. Am Anfang sind noch sehr viel mehr Personen an der Entscheidungsfindung beteiligt als am Ende. Die Vorauswahl tätigt beispielsweise in einer Universität meist der hauseigene Zentrale Informatikdienst, der dem Rektorat seine Auswahl präsentiert, auf dessen Grundlage dieses dann eine oft (aus budgetären Gegebenheiten notwendigerweise) kostenbeschränkte Entscheidung trifft. Das Kostenkriterium stellt meist das wichtigste Kriterium im Entscheidungsprozess dar.^{198 199} Da sich diese Thesis in den letzten Abschnitten mit dem Bildungssektor befasst, soll die folgende Abbildung beispielhaft den Entscheidungszyklus für eine extern bezogene Cloud-Computing-Dienstleistung an einer Österreichischen Universität verdeutlichen.

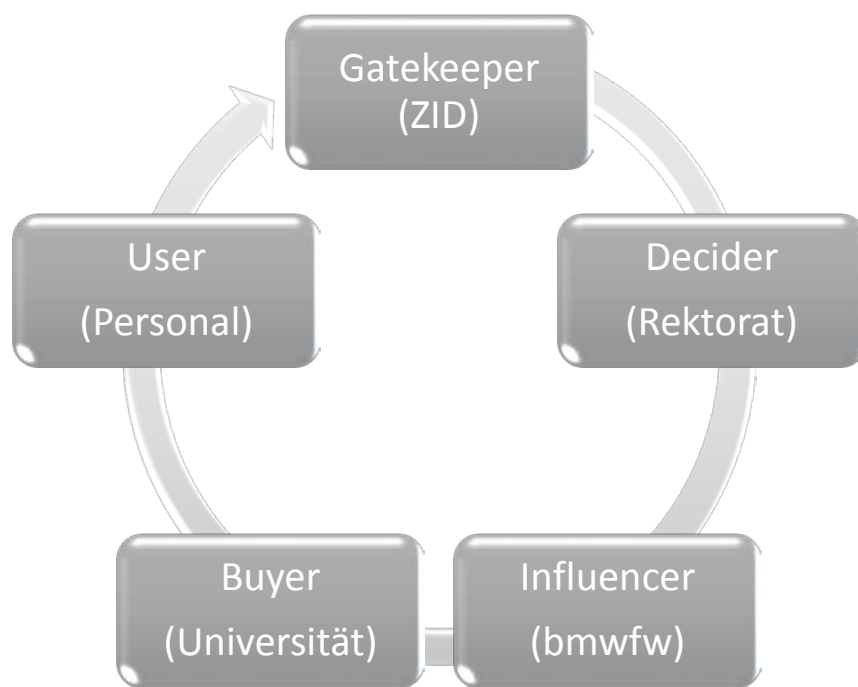


Abbildung 12: Buying Center Concept an Universität in Österreich²⁰⁰

¹⁹⁸ Vgl. Nix 2013, S. 53

¹⁹⁹ Vgl. Pepels 2004, S. 175ff.

²⁰⁰ Eigene Darstellung

3.8. Service Modelle

Alle in Unternehmen zum Einsatz kommenden Geschäftsmodelle, die auf Cloud Computing basieren, bauen auf einem oder mehreren Cloud-Services auf. Cloud-Services werden nach der vorher beschriebenen NIST-Definition²⁰¹ in Software as a Service (SaaS), Infrastructure as a Service (IaaS) und in Platform as a Service (PaaS) eingeteilt.

Da letztlich alle Servicemodelle aufeinander aufbauen, um eine Erweiterbarkeit der Dienste für Unternehmen zu bieten, wird auch oft der Begriff Everything as a Service (XaaS) verwendet. Er umfasst alle unterschiedlichsten Kombinationsmöglichkeiten der Servicemodelle und steht für deren gemeinsame Nutzung. Das ist beispielsweise auch dadurch zu erklären, dass ein Unternehmen, das SaaS einsetzt, meist natürlich nicht auf eine redundante Backuplösung oder Speicherkapazität verzichten möchte, wenn die Software nur mehr aus dem Internet bezogen wird. Allgemein werden jedoch alle Cloud-Service-Modelle unter dem Begriff Everything as a Service (XaaS) zusammenfassend beschrieben.^{202 203}

Wie Geschäftsmodelle auf dem Cloud-Service-Modellen aufsetzen können, zeigt *Abbildung 13: Struktur eines Cloud-Geschäftsmodells*. Man kann gut erkennen, dass entweder alle drei, zwei oder nur ein einziges Service-Modell für ein Cloud-Geschäftsmodell eingesetzt werden können. Außerdem können bei einer externen Anbieterwahl (beispielhaft sind in der Abbildung einige große Cloud Service Provider genannt) unterschiedlichste Anbieter ein Geschäftsmodell unterstützen.²⁰⁴

²⁰¹ NIST Computer Security Division (CSD) 2011

²⁰² Vgl. Vossen et al. 2012, S. 28ff.

²⁰³ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 35ff.

²⁰⁴ Vgl. Weinhardt et al. 2009, S. 395

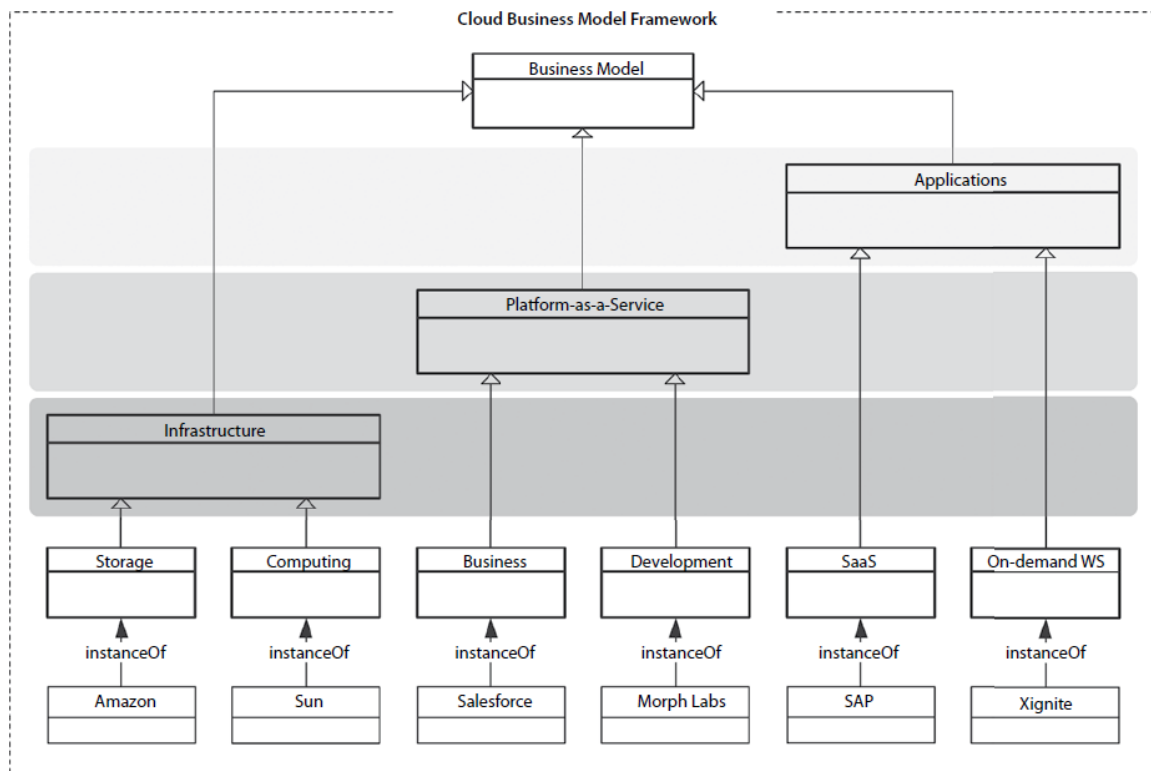


Abbildung 13: Struktur eines Cloud-Geschäftsmodells²⁰⁵

Eine detaillierte Beschreibung und die bevorzugten Einsatzgebiete für alle drei Services folgen in den nächsten Abschnitten.

3.8.1. SaaS

Die Idee bei Software as a Service (SaaS) ist, dass Software zentral in der Cloud installiert wird und nicht mehr wie bisher auf jedem einzelnen Rechner installiert sein muss, um sie zu verwenden. So soll die Software für den Nutzer über seinen Browser über ein einheitliches User Interface aufrufbar und dort direkt nutzbar gemacht werden. Es wird dadurch auch möglich, dass viele Benutzer gleichzeitig die verfügbare Software von unterschiedlichsten Standorten verwenden können. Software as a Service stellt sozusagen die Weiterentwicklung von ASP dar. Die bekanntesten Cloud Service Provider, die SaaS anbieten, sind beispielsweise Salesforce²⁰⁶, Oracle²⁰⁷ oder Google.^{208 209}

²⁰⁵ Weinhardt et al. 2009, S. 395, Fig.1.

²⁰⁶ Salesforce

²⁰⁷ Oracle 2014

²⁰⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 28f.

²⁰⁹ Vgl. 36Metzger und Villar 2011

3.8.2. PaaS

Mit Platform as a Service (PaaS) werden Cloud-Dienstleistungen angeboten, mit denen Entwickler von Softwareanwendungen eine vollständige Plattform erhalten, um ihren programmierten Code, also die entwickelte Software, nicht nur im Netzwerk betriebsbereit abzulegen, sondern diesen dort auch direkt auszuführen. Es wird also neben der bereitgestellten Plattform auch der Betrieb als Leistung angeboten. Daneben werden noch fertige Services wie beispielsweise eine Reportingumgebung, Dashboards für die Verwaltung, eine vereinfachte Anmeldung für alle bereitgestellten Services (engl. single sign on), standardisierte Schnittstellen für den Zugriff auf die Datenbanken oder ein Sicherheitskonzept angeboten. Als Beispiele für PaaS können Microsoft Windows Azure²¹⁰, Force.com²¹¹ oder die Google App Engine²¹² angeführt werden.^{213 214}

3.8.3. IaaS

Bei Infrastructure as a Service (IaaS) steht dem Unternehmen IT-Infrastruktur über das Internet zu Verfügung. Dies kann von Speicherplatz, Backup-Diensten, virtuellen Telefonanlagen bis hin zu Datenbanken reichen. Jedoch gibt es meist Einschränkungen beziehungsweise Abgrenzungen von Seiten des Cloud Service Providers. Die angebotenen Leistungen sind klar geregelt und größtenteils meist in Paketform begrenzt. Berühmtestes Beispiel ist hier sicherlich Amazon mit seinen Web Services²¹⁵ S3, EC2 oder SimpleDB.^{216 217}

²¹⁰ Microsoft 2014

²¹¹ Salesforce

²¹² Google App Engine - Free Platform-as-a-Service (PaaS) — Google Cloud Platform 2014

²¹³ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 36f.

²¹⁴ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 29

²¹⁵ Amazon Web Services

²¹⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 30

²¹⁷ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 35f.

4. Make-or-Buy-Entscheidung

Seit jeher stellt sich in der Unternehmensführung die Frage, ob Ressourcen, Prozesse oder Dienstleistungen selbst hergestellt oder durchgeführt werden sollen, oder ob es eine externe kostengünstigere Variante gibt. Auch im IT-Sektor haben diese Überlegungen schon länger Einzug gehalten. Somit kommt es in einem Unternehmen häufig zu einer Make-or-Buy-Entscheidung.²¹⁸

Diese auftretende Entscheidungssituation optimal zu lösen ist oft recht schwierig, da viele Einflussfaktoren auf den unterschiedlichsten Ebenen auftreten. Hilfestellung kann, betriebswirtschaftlich gesehen, die Transaktionskostentheorie, die in einem vorangegangenen Kapitel besprochen wurde, bieten. Doch wie bereits angemerkt ist es in der Praxis oft schwierig, die Transaktionskosten, die bei einem Fremdbezug auftreten, zu quantifizieren. Einen guten Überblick bietet die folgende Abbildung aus einem Paper von Matros²¹⁹, wo versucht wurde, ein Entscheidungsmodell für Cloud Computing zu entwickeln und die unterschiedlichen Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Transaktionskosten im Zuge einer Make-or-Buy-Entscheidung herauszustreichen.

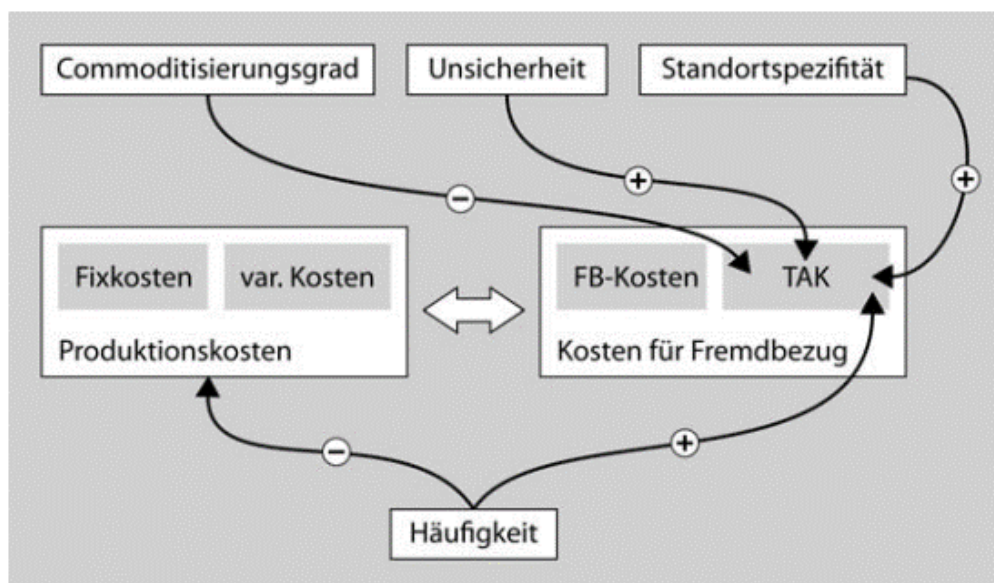


Abbildung 14: Transaktionskostenmodell für Cloud-Computing-Dienste²²⁰

²¹⁸ Vgl. Nix 2013, S. 64f.

²¹⁹ Vgl. Matros 2009, S. 5, Bild 1

²²⁰ Matros 2009, S. 5, Bild 1

Man kann sich jedoch auch von der klassischen Make-or-Buy-Theorie dieser schwierigen Entscheidungssituation nähern. Grundlegend lässt sich diese in 3 große Bereiche gliedern: Die Identifikationsphase, die Analysephase und die Auswahlphase.²²¹

In der Identifikationsphase sollten Prozesse und Leistungen identifiziert werden, bei denen es sinnvoll und möglich ist, diese in ein Cloud-System auszulagern. In der Analysephase werden dann die Machbarkeit, die Wirtschaftlichkeit und die möglichen Risiken genauer untersucht. Danach folgt die Auswahlphase, in der dann ein geeigneter Anbieter ausgewählt wird und demnach die Frage des Make-or-Buy beantwortet werden kann.²²² In Abbildung 15: Make-or-Buy im Cloud Computing, sind die oben genannten Phasen des Entscheidungsprozesses beispielhaft dargestellt.

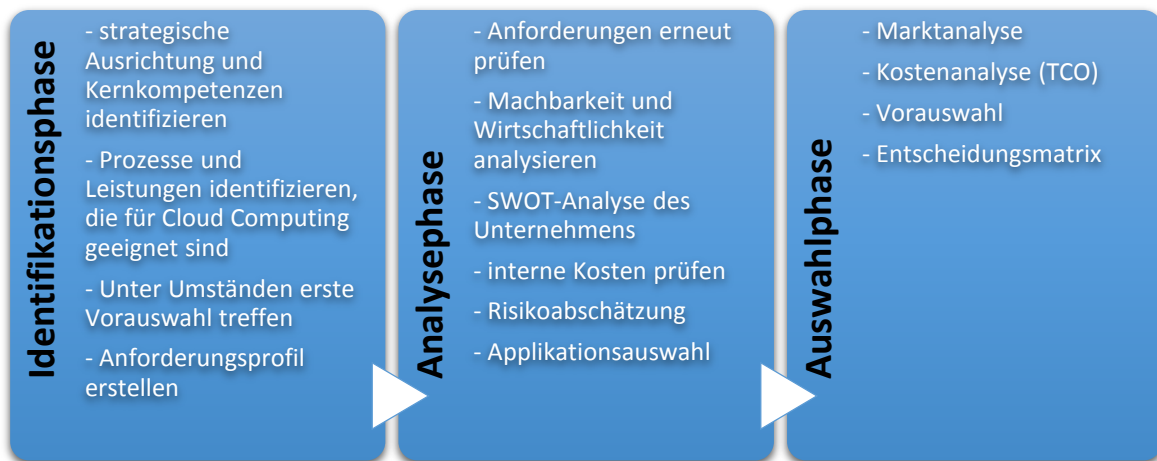


Abbildung 15: Make-or-Buy im Cloud Computing²²³

Eine Anwendung des 3 Schritte Modells für den Entscheidungsprozess, soll auch im Kapitel über den Cloud-Computing-Einsatz im Bildungssektor zum Einsatz kommen.

²²¹ Vgl. Amberg und Wiener 2006, S. 97

²²² Vgl. Amberg und Wiener 2006, S. 97ff.

²²³ Eigene Darstellung

Von Nix²²⁴ wurde eine Sammlung aus Argumenten pro und contra Cloud Computing und die Make-or-Buy-Entscheidung betreffend erstellt. Diese ist für die Identifikationsphase wertvoll, da so halbwegs sichergestellt werden kann, dass keine wichtigen Punkte übersehen werden. Diese ist in abgewandelter Form in untenstehender Tabelle zu finden. Alle 10 Entscheidungskriterien sind für alle Typen von Cloud-Services gleichermaßen gültig.

Tabelle 5: Entscheidungskriterien Identifikationsphase²²⁵

Vorteile „Buy“	Nachteile „Buy“
Fokus im Unternehmen auf Kernkompetenzen möglich	Abhängigkeit und Lock-In-Effekte von Cloud Service Provider
höchste Kosteneinsparung durch Public-Cloud-Einsatz möglich	Abstimmung von Mitarbeitern mit CSP und Monitoring notwendig (zusätzliche Transaktionskosten entstehen)
variable statt fixe Kosten	Auftretende Implementierungskosten (Gesamtkostenanstieg um bis zu 10% für die ersten Jahre möglich)
Wartung und Updatepflicht liegt beim CSP. Hohe Umrüstkosten auf neue Technologien entfallen.	Datensicherheit ungewiss
schnellere Umsetzungsphase von Prozessen und Projekten	Infrastruktur des CSP kann nicht an den Bedarf des Unternehmens angepasst werden
Nachfragespitzen lassen sich abfedern	Know-how-Abfluss zu CSP
moderate Kosteneinsparung durch hybride Cloud-Systeme unter Beibehaltung der vorhandenen IT-Systeme	rechtliche Unsicherheit steigt
hohe Standardisierung durch Service License Agreements (SLA)	Risiko durch Infrastrukturausfälle und begrenzte Einflussnahme auf CSP (Downtimes, Internet- und Stromausfälle)

²²⁴ Vgl. Nix 2013, S. 73

²²⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Nix 2013, S. 73, Tabelle 2

Vorteile „Buy“	Nachteile „Buy“
Ausfallrisiko liegt beim Cloud Service Provider (Achtung bei SLA Verhandlungen!)	Statt Einmalinvestition, dauerhafte Belastung der Liquidität
Keine langfristige Kapitalbindung	Begleitprozess für Mitarbeiter bei Implementierung notwendig

Im nächsten Abschnitt soll nun noch genauer auf die Anbieterwahl und die Wichtigkeit des Service Level Agreements (SLA), also den Vertrag, der mit dem Cloud Service Provider geschlossen wird, eingegangen werden.

4.1. Anbieterwahl

Dieser Teil der Thesis beschäftigt sich nach der Entscheidung für einen teilweisen oder kompletten Fremdbezug von Cloud-Dienstleistungen damit, welche Hilfestellungen bezüglich einer optimalen Anbieterwahl gegeben werden können. Daher werden nun nicht nur Probleme wie entstehende Lock-In-Effekte näher erläutert, sondern auch die Anbieterreputation und die Möglichkeit, diese über das Internet zu erfragen (und somit die Informationsasymmetrie zu verringern), wie auch welche Fragestellungen bei der Gestaltung und Vertragsverhandlung mit dem Cloud Service Provider zu bedenken und zu beachten sind und keinesfalls vergessen werden sollten.

Nachfolgend sollen vorab einige Fragen die wichtigsten Punkte bei der Anbieterwahl aufdecken und die Wichtigkeit der detaillierten Anbieterüberprüfung unterstreichen.²²⁶ Außerdem sollen diese Fragen als Checkliste bei der Überprüfung von einzelnen Anbietern dienen:

1. Welche Größe hat und wie verwurzelt ist der Cloud-Service-Anbieter am Markt (Reputation)? Kann diese Information durch unabhängige Quellen bestätigt werden und wie ist der eigene subjektive Eindruck?
2. Können die in dem SLA festgeschriebenen Versprechungen ex-ante überprüft und nach der Implementierungsphase ein geeignetes Monitoring der Leistung stattfinden?

²²⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 206

3. Wer besitzt nach dem SLA die Verfügungsrechte über Daten, die in der Cloud erstellt oder bearbeitet wurden? Ist man als Unternehmen im Besitz der vollständigen Rechte beziehungsweise kann man komplett auf seine Daten zugreifen?
4. In welcher Region werden die Daten gespeichert und besitzen unterschiedliche Datacenter dieselben Leistungs- und Verfügbarkeitswerte?
5. Gibt es gesonderte Datacenter in der Europäischen Union, um bei Datenschutzverletzungen eine höhere Handlungsfähigkeit zu besitzen?
6. Welche Anpassungen sind auf Seiten des Unternehmens notwendig, um die gewählten Lösungen des Cloud Service Providers in die eigene Infrastruktur zu integrieren?
7. Können individuelle SLA mit dem Cloud Service Provider vereinbart werden, um mehr Individualität für das Unternehmen zu erreichen?
8. Ist eine geeignete Backup Strategie vorhanden und gibt es Notfallpläne für unvorhersehbare Ereignisse (Stromausfälle usw.)?
9. Ist bei Bedarf eine Unterstützung durch den Cloud-Service-Anbieter möglich? Ist dieser beispielsweise bei auftretenden Störungen immer für das Unternehmen greifbar?
10. Wie ist es um die Sicherheit bei dem Cloud Service Provider gestellt? Können Mitarbeiter oder Dienstleister Zugriff auf unternehmensinterne Daten erhalten?

4.1.1. Lock-In-Effekte

Nachdem beim Outsourcing von IT-Infrastruktur die Zusammenarbeit mit einem Dienstleister unvermeidbar ist, birgt diese verständlicherweise auch Risiken. Es kann nämlich dazu kommen, dass durch unterschiedliche Einflussfaktoren Lock-In-Effekte entstehen. Diese können für Cloud Computing in Lock-In-Effekte, die die Unternehmensdaten betreffen, und Lock-In-Effekte, die Prozesse anbelangen, unterteilt werden.²²⁷

²²⁷ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 104

Eine Kernforderung, die für jedes Unternehmen gilt, das seine Daten in eine Cloud auslagert, ist die Aufrechterhaltung der Herrschaft über die eigenen Daten. Dies ist nicht selbstverständlich, da beispielsweise SaaS-Anbieter dem Kunden nur Zugriff auf einen Teil der Daten vertraglich zugestehen, die erst in Folge der Nutzung des Dienstes entstanden sind. Auch die Daten in einem Format zu erhalten, um sie später intern weiter zu verarbeiten, ist oftmals schwierig. Oftmals wird durch die Cloud Service Provider als Grund angegeben, warum sie die Daten nicht an die Unternehmen herausgeben wollen, dass interne Datenstrukturen zum eigenen Geschäftsgeheimnis zählen. Es müssen dann oft genaue Angaben gemacht werden, welche Daten genau extrahiert werden sollen. Um aus solch einem Prozess relevante Daten zu erhalten, gleicht dann möglicherweise einem Glücksspiel. Hier wird zu Beginn schon recht klar, warum nur ein Wechsel zu einem anderen Anbieter, bei dem Daten mitgenommen werden sollen, zum Problem werden kann. Es sollte bei der Anbieterwahl also darauf geachtet werden, dass die gespeicherten Daten jederzeit durch das Unternehmen selbst über das Webinterface des Cloud-Service-Anbieters in geeigneter Form abgerufen werden können. Wichtig ist auch, dass anfallende Metadaten, die bei der Verarbeitung der eigentlichen Daten entstehen, keine Rückschlüsse auf beispielsweise interne Kundendaten des Unternehmens preisgeben. Es sollte jederzeit möglich sein, in Erfahrung zu bringen, welche zusätzlichen Daten der Cloud Service Provider über das Unternehmen speichert. Schnelle Kündigungsmöglichkeiten der Anbieter sind aufgrund der ggf. proprietären Daten für das Unternehmen zweitrangig. Es kann also schwierig werden, den Weg „aus der Cloud hinaus“ zu beschreiten.²²⁸

Die zweite Ausprägung des Lock-In-Effektes bei Cloud-Diensten kommt dann zum Tragen, wenn die unternehmenseigenen Geschäftsprozesse bei der Integration der Cloud-Dienste angepasst werden müssen. Geschieht dies in einem zu starken Ausmaß und ist dann mit hohen Transaktionskosten verbunden, so kann auch dies einen Lock-In-Effekt erzeugen. Daher ist es wichtig, bevor blind ein Cloud-Computing-Projekt gestartet wird, das im vorangegangenen Abschnitt beschriebene 3-Phasen-Modell bei der Anbieterwahl zu beherzigen. In der Identifikationsphase können zu Beginn alle eigenen Prozesse hinsichtlich einer möglichen Transformation oder notwendigen Anpassung durch den Cloud-Einsatz überprüft werden. Wenn das

²²⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 104f.

Unternehmen mit dem Cloud-Anbieter spezifische Sonderleistungen vereinbart, sei dahingehend erst Recht zur Vorsicht geraten. Oft ist es auch vorteilhaft, einen teureren, aber dafür von Seiten des Angebots besser auf die eigenen Geschäftsprozesse abgestimmten Cloud Service Provider auszuwählen.²²⁹

4.1.2. Reputation

Wie in vielen anderen Bereichen auch stellt die Reputation und Glaubwürdigkeit von Cloud Service Providern eine wichtige Größe dar. Ein Unternehmen muss sich wirtschaftlich wie auch aus datenschutzrechtlichen Gründen auf den gewählten Anbieter verlassen können. Die größten Cloud Service Provider wie Amazon, Microsoft, Salesforce oder Google genießen schon wegen ihrer Unternehmensgröße eine höhere Reputation als kleinere Anbieter in Österreich, die sich als CSP versucht. Natürlich hat es für ein Unternehmen jedoch auch Nachteile, einen Marktführer zu wählen. Man bedenke, dass die hier aufgeführten Unternehmen alle aus den Vereinigten Staaten kommen und es bekanntlich mit europäischem Datenschutz oftmals nicht so genau nehmen. Unter Umständen ist die goldene Mitte die beste Wahl, jedoch soll in dieser Thesis natürlich nicht von den marktdominierenden Anbietern am Cloud-Computing-Markt abgeraten werden. Bei der Informationsbeschaffung bezüglich der Reputation eines Anbieters sollte in 3 Phasen vorgegangen werden (siehe *Abbildung 16: Reputation eines CSP*): zum einen die eigene Einschätzung des Unternehmens, die Meinung von anderen (derzeitigen oder alten Kunden) und die Meinung von zweifelhafter Qualität (beispielsweise Foren oder Blogs).²³⁰

²²⁹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 106f.

²³⁰ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 107ff.

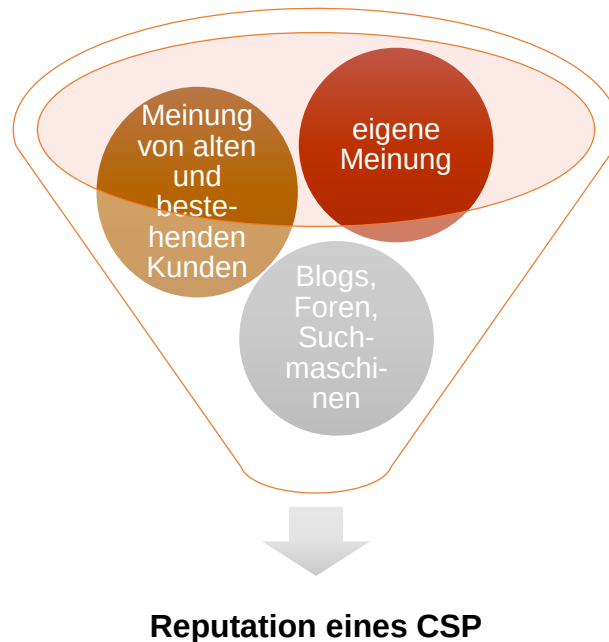


Abbildung 16: Reputation eines CSP

Neben den genannten Faktoren gibt es jedoch noch eine Informationsmöglichkeit mehr, die Aufschluss über die Reputation eines Anbieters geben kann. Entweder der Cloud-Service-Anbieter verfügt beispielsweise selbst über Statusseiten, die öffentlich einsehbar sind, und aus denen beispielsweise die Downtimes des Services ersichtlich werden. Nachdem diese jedoch direkt vom Anbieter kommen, sind diese wohl nicht als hundertprozentig vertrauenswürdig zu erachten. Es gibt jedoch auch Webseiten, die unabhängig CSP und deren Leistungen genauer unter die Lupe nehmen. Dies sind zum Beispiel die Dienste CloudSleuth.net, CloudHarmony.com, Cloudfail.net, Coutage.org, DataLossDB.org oder Site24x7.com²³¹



Abbildung 17: Visualisierungskarte CloudSleuth.net²³²

²³¹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 111f.

²³² Eigene Darstellung als Screenshot von CloudSleuth.net 2014

4.1.3. Service Level Agreement

Wie schon in den vorangegangenen Kapiteln angedeutet, ist das Thema der Gestaltung einer Vereinbarung, die die Rechte und Pflichten von beiden Vertragsparteien regelt, also dem sogenannten Service Level Agreement, von enormer Wichtigkeit. Neben den Rechten und Pflichten beider Parteien werden meist auch Mindestanforderungen die Servicequalität betreffend in diesem Vertragswerk festgeschrieben. Zu Beginn sollte immer eine Anforderungserhebung im Unternehmen stattfinden, bevor es in eine Vertragsverhandlung mit einem ausgewählten Partner geht. Diese sollte jedoch wie in den vorigen Kapiteln erläutert zu diesem Zeitpunkt schon längst abgeschlossen sein. Die Ergebnisse werden im nächsten Schritt in einem Service-Level-Requirement (SLRs) festgehalten, aus denen dann SLAs entstehen sollen. Cloud Service Provider haben normalerweise standardisierte SLAs im Angebot, bei denen jedoch eine detaillierte Überprüfung stets anzuraten ist, da diese, da sie für alle Eventualitäten passen sollen, recht allgemein und unspezifisch formuliert sind. Bei einer zur Gänze individuellen Erstellung eines SLA mit dem Cloud Service Provider ist sicherlich spezialisierter rechtlicher Beistand als Unterstützung notwendig, um allen in einer Vertragsverhandlung möglich auftretenden, juristischen Fallen zu entgehen.²³³ Eine grundlegende Hilfestellung, um SaaS Verträge richtig abzuschließen²³⁴, bietet der Leitfaden, der vom IT-Cluster Wien, der zur Wirtschaftsagentur Wien gehört, entwickelt wurde.

²³³ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 112f.

²³⁴ SaaS Cluster Wien

5. Sicherheit und Datenschutz

In diesem Abschnitt sollen die Aspekte des Datenschutzes und der Informationssicherheit kurz erläutert werden. Beide Themengebiete spielen bei der Bewertung von Cloud-Computing-Lösungen eine zentrale Rolle, da das Bewusstsein in Organisationen, wie man die eigenen Daten schützt, welchen Individuen man sie anvertraut und wie es allgemein um deren Sicherheit bestellt ist, stetig steigt.

5.1. Datenschutz

Der Begriff Datenschutz beschreibt den Schutz des Einzelnen vor dem Missbrauch von personenbezogenen Daten.²³⁵ In Österreich sind die rechtlichen Rahmenbedingungen zum Datenschutz im *Datenschutzgesetz DSG 2000* abgefasst. Daher fällt auch ein großer Teil von Daten, die in Unternehmungen entstehen, unter dieses Gesetz. Nach dem Datenschutzgesetz sind alle personenbezogenen Daten (alle betriebsinternen und geheimhaltungsfähigen Daten) eines Unternehmens datenschutzrechtlich relevant und daher schützenswert, wie auch unterliegen sie der Geheimhaltung. Anonymisierte Daten unterliegen jedoch nicht dem Datenschutzgesetz.²³⁶ Daher ist ein wichtiger Schritt beim Thema Datenschutz den Zugriff auf die Unternehmensdaten zu regeln, wie die Daten selbst auch zu sichern. Auch ohne Cloud Computing spielt Datenschutz in Unternehmen eine zunehmend wichtigere Rolle, jedoch kommt es bei einer Einbindung von externen Partnern in die eigenen Prozesse zu einer Situation, in der sich das Unternehmen überlegen muss, welche Daten will ich denn überhaupt jemand anderem überlassen? Wie geschäftskritisch sind diese Daten? Es wird somit klar, dass für jedes Unternehmen, das eigene Dienstleistungen an einen externen Anbieter auslagern möchte und somit auch Daten an diesen weitergibt, es zwingend notwendig ist, ein Gesamtkonzept zu entwickeln und umzusetzen, das den Zugriff und die Authentifizierung auf die ausgewählten Daten regelt. Dies wird auch im *Datenschutzgesetz §14* deutlich:^{237 238}

„§ 14 (1) Für alle Organisationseinheiten eines Auftraggebers oder Dienstleisters, die Daten verwenden, sind Maßnahmen zur Gewährleistung der Datensicherheit zu treffen. Dabei ist je nach der Art der verwendeten Daten und nach Umfang und Zweck

²³⁵ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 68

²³⁶ Vgl. Janisch und Mader 2008, S. 40ff.

²³⁷ RIS der Republik Österreich

²³⁸ Vgl. SaaS Cluster Wien, S. 48ff.

der Verwendung sowie unter Bedachtnahme auf den Stand der technischen Möglichkeiten und auf die wirtschaftliche Vertretbarkeit sicherzustellen, daß die Daten vor zufälliger oder unrechtmäßiger Zerstörung und vor Verlust geschützt sind, daß ihre Verwendung ordnungsgemäß erfolgt und daß die Daten Unbefugten nicht zugänglich sind.

- (2) Insbesondere ist, soweit dies im Hinblick auf Abs. 1 letzter Satz erforderlich ist,
1. die Aufgabenverteilung bei der Datenverwendung zwischen den Organisationseinheiten und zwischen den Mitarbeitern ausdrücklich festzulegen,
 2. die Verwendung von Daten an das Vorliegen gültiger Aufträge der anordnungsbefugten Organisationseinheiten und Mitarbeiter zu binden,
 3. jeder Mitarbeiter über seine nach diesem Bundesgesetz und nach innerorganisatorischen Datenschutzvorschriften einschließlich der Datensicherheitsvorschriften bestehenden Pflichten zu belehren,
 4. die Zutrittsberechtigung zu den Räumlichkeiten des Auftraggebers oder Dienstleisters zu regeln,
 5. die Zugriffsberechtigung auf Daten und Programme und der Schutz der Datenträger vor der Einsicht und Verwendung durch Unbefugte zu regeln,
 6. die Berechtigung zum Betrieb der Datenverarbeitungsgeräte festzulegen und jedes Gerät durch Vorkehrungen bei den eingesetzten Maschinen oder Programmen gegen die unbefugte Inbetriebnahme abzusichern,
 7. Protokoll zu führen, damit tatsächlich durchgeführte Verwendungsvorgänge, wie insbesondere Änderungen, Abfragen und Übermittlungen, im Hinblick auf ihre Zulässigkeit im notwendigen Ausmaß nachvollzogen werden können,
 8. eine Dokumentation über die nach Z 1 bis 7 getroffenen Maßnahmen zu führen, um die Kontrolle und Beweissicherung zu erleichtern.“

Der beschriebene Datenschutz muss also im Zuge von Konzepten, die Informationssicherheit betreffend, gewährleistet werden, die im nächsten Abschnitt beschrieben wird.²³⁹

Nach § 3 des Datenschutzgesetzes findet das Gesetz auch auf, beispielsweise CSP Anwendung, deren Sitz sich nicht in Österreich selbst, jedoch in der europäischen Union befindet.

„§ 3. (1) Die Bestimmungen dieses Bundesgesetzes sind auf die Verwendung von personenbezogenen Daten im Inland anzuwenden. Darüber hinaus ist dieses Bundesgesetz auf die Verwendung von Daten im Ausland anzuwenden, soweit diese Verwendung in anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union für Zwecke einer in Österreich gelegenen Haupt- oder Zweigniederlassung (§ 4 Z 15) eines Auftraggebers (§ 4 Z 4) geschieht.“²⁴⁰

²³⁹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 68

²⁴⁰ RIS der Republik Österreich

Wenn jedoch Verträge mit Unternehmen, die nicht in EU-Mitgliedsstaaten ihren Sitz haben abgeschlossen, sind die datenschutzrechtlichen Gegebenheiten in jedem Einzelfall unbedingt vor Vertragsabschluss zu prüfen. Die europäische Kommission hat jedoch nach *Art. 25 Abs. 6 EU-DatSchRL (EU-Datenschutzrichtlinie)*, das Recht, die Datenschutzbestimmungen in einem Drittland, für die einzelnen Mitgliedsstaaten, als angemessen einzustufen. Dies geschah beispielsweise bis jetzt, unter anderem für Kanada oder die Schweiz. Eine eigene Entscheidung nach genanntem Artikel der EU-Datenschutzrichtlinie wurde für die Vereinigten Staaten von Amerika getroffen, um es Unternehmen legal zu ermöglichen, Daten von Europa in die USA zu transferieren. Es wurde festgestellt, dass der mit den USA vereinbarte *Safe-Harbor-Pakt* einen angemessenen Datenschutz gewährleistet. Als Beschränkung gilt jedoch, dass sich der Empfänger der Daten in den USA gegenüber den dort zuständigen Behörden zu definierten Datenschutzbestimmungen verpflichtet. Zu bedenken ist jedoch bei einer Übermittlung von Daten in die USA, dass jederzeit die Gefahr besteht, den Datenschutz aufgrund von bestehendem nationalem Interesse, auf Basis des *US Patriot Acts*, auszuhebeln.^{241 242}

Die Verwendung von Verschlüsselungstechniken, um persönliche Daten zu schützen, wird meist dem Datenschutz zugeordnet. Jedoch stellt sich nach der Anwendung von Verschlüsselungsmethoden die Frage, ob nach dem Verschlüsseln und dem Versenden der Daten überhaupt noch von personenbezogenen Daten nach § 4 Z1 DSG gesprochen werden kann, und nicht nur mehr anonymisierte Daten vorliegen, bei denen das Datenschutzgesetz keine Anwendung findet. Dies trifft natürlich nur zu, wenn die eingesetzte Verschlüsselungsmethode sicherstellt, dass der Schlüssel, der für die Entschlüsselung der Daten erforderlich ist, für Dritte absolut unzugänglich ist.²⁴³

Auf Anbieter, die öffentliche Kommunikationsdienste betreiben, ist zusätzlich zu den angesprochenen Regelungen das *Telekommunikationsgesetz 2003 (TKG)* anzuwenden. Demnach ist das *TKG* auf öffentliche Access- und Host-Provider, lex specialis, neben dem *DSG2000* anzuwenden.²⁴⁴

²⁴¹ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 148

²⁴² Vgl. Borges 2012, S. 84f.

²⁴³ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 150

²⁴⁴ Vgl. Janisch und Mader 2008, S. 42

5.2. Informationssicherheit

Vom Begriff Datenschutz ist die Informationssicherheit zu unterscheiden. In diesem Zustand ist *Vertraulichkeit*, *Integrität* und *Verfügbarkeit* von Daten gegeben und somit sind Daten vor fremdem unberechtigtem Zugriff, wie Manipulation oder Diebstahl, geschützt.²⁴⁵

Es kann zunächst einmal festgehalten werden, dass Sicherheitsbedenken zu den stärksten Hemmnissen für einen stärkeren Einsatz von Cloud Computing in Unternehmen zählen. Der potentielle Nutzen von Cloud Computing sinkt also, wenn die Befürchtungen um die eigenen Daten in der Cloud wachsen. Im privaten Bereich wird ein Verlust von Daten auch heute zwar noch oft als Ärgernis, jedoch nicht als Ausschlussgrund, Cloud-Dienste zu nutzen, gesehen. In Unternehmungen ist die Sache genau umgekehrt, da hier ein Verlust von Kunden- oder Unternehmensdaten einen nicht akzeptablen Zustand darstellt. Da Cloud Computing meist komplexe verteilte Systeme darstellt, sind hier natürlich auch Angriffe, Ausfälle, Bedienfehler oder Fehlfunktionen nicht auszuschließen. Als allgemeine Risiken können unter anderem, folgende vier Punkte identifiziert werden:^{246 247}

- Versehentliches oder vorsätzliches Handeln von Mitarbeitern oder Subunternehmern des CSP, wobei die Informationssicherheit gefährdet oder verletzt wird.
- Ausnutzung von Sicherheitslücken im Cloud-System des CSP, um beispielsweise auf Unternehmensdaten zuzugreifen.
- Missbrauch des Cloud-Computing-Netzwerkes für Angriffe, den Aufbau von Botnetzen oder den Spam-Versand
- Technische Sicherheitsmängel beim CSP, beispielsweise keine Sicherheitskonzepte für unvorhersehbarer Ereignisse, wie Stromausfälle.

Ein weiteres Problem stellt das Faktum dar, dass bei Cloud-Systemen physische Ressourcen genutzt werden, auf die man als Kunde selbst keinen Einfluss hat. Daher ist im Normalfall für ein Unternehmen nicht erkennbar, wo und in welchen Systemen

²⁴⁵ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 68

²⁴⁶ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 176

²⁴⁷ Vgl. Metzger und Villar 2011, S. 50ff.

die eigenen Daten oder Services vorgehalten werden. Daraus ergeben sich spezifische Cloud-Risiken wie:

- eine nicht überprüfbare Datenhaltung
- geringe Kontrollmöglichkeit über den gewählten CSP
- Vervielfältigung wie auch Verteilung der Daten weltweit möglich
- höheres Risiko bezüglich der notwendigen Verfügbarkeit des Cloud-Systems
- steigende Komplexität der IT-Infrastruktur

Um also die bei der Informationssicherheit geforderten Ziele bezüglich des Schutzes der eigenen Daten zu erreichen, sind die bereits genannten Punkte *Vertraulichkeit*, *Integrität* und *Verfügbarkeit* zu beachten. Die Eigenschaften dieser zentralen Ziele sind nachfolgend erklärt: ²⁴⁸

- *Vertraulichkeit*: Eigene Daten vor dem Zugriff Dritter zu schützen.
- *Integrität*: Schutz der Daten vor Manipulation durch Dritte.
- *Verfügbarkeit*: Daten müssen zu jeder Zeit für das Unternehmen verfügbar sein, wenn sie benötigt werden.

Die *Vertraulichkeit* wie auch die *Integrität* kann anhand des Einsatzes von Verschlüsselungsmethoden erreicht werden, bei denen kryptografische Schlüssel zum Einsatz kommen.²⁴⁹ Die *Verfügbarkeit* ist eher eine Frage der Infrastruktur, die der Cloud-Service-Provider für seine Dienstleistung nutzt.

²⁴⁸ Vgl. Vossen et al. 2012, S. 181f.

²⁴⁹ Vgl. Janisch und Mader 2008, S. 98f.

6. Cloud Computing im Bildungssektor

In diesem Abschnitt sollen die in der ganzen Thesis genannten Leitlinien und Methoden zusammengefasst und strukturiert zur Anwendung kommen. Im Detail beschäftigt sich dieses letzte Kapitel damit, inwieweit der Einsatz von Cloud Computing im Bildungssektor, speziell in Österreich, sinnvoll ist und Verbesserungen bringen kann. Speziell soll in diesem Kapitel auf den Einsatz von Cloud-Systemen an Universitäten eingegangen werden, da diese zu den größten Institutionen im Bildungswesen gehören und daher ausgewählt wurden.

Um sich zunächst dem Thema anzunähern und die Frage zu klären, warum unter Umständen Cloud Computing im Bildungssektor angewendet werden sollte, soll eine beispielhafte und sicherlich noch erweiterbare SWOT-Analyse überblicksmäßig die möglichen Vor- und Nachteile, die Cloud Computing für Universitäten implizieren könnte, aufzeigen.



Abbildung 18: SWOT Analyse Universitäten²⁵⁰

²⁵⁰ Eigene Darstellung

Ein Cloud-Einsatz an Universitäten kann, wie in der Darstellung ersichtlich, viele Risiken und Schwächen, auf der anderen Seite jedoch auch einige nicht zu verachtende Chancen und Stärken ausweisen. Beispielsweise sollte die Chance, sich durch eine straffere IT und gegebenenfalls geringeren Administrationsaufwand wieder stärker auf die Kernkompetenzen der Universität zu konzentrieren und Synergieeffekte zwischen verschiedenen Universitäten zu nutzen, in Betracht gezogen werden. Dies sollte für jede Universität Grund genug sein, um sich zumindest mit dem Thema ernsthaft auseinanderzusetzen und die Chance zu nutzen, Verbesserungspotentiale im eigenen System zu erlauben und dadurch auch zu einem Teil flexibler zu werden.

Cloud Computing kann und wird bereits in unterschiedlichsten Bereichen des Bildungswesens in einigen Ländern, vor allem in den Vereinigten Staaten, eingesetzt.

Denken wir zunächst an das in unserer Gesellschaft immer wichtiger werdende Thema des lebenslangen Lernens²⁵¹, wo Universitäten und Bildungseinrichtungen nicht nur junge Menschen zu Akademikern ausbilden sollen, die zur Wirtschaftsleistung des jeweiligen Landes beitragen, sondern auch im Alter weiter fortgeschrittene Menschen oder Personen, die mitten im Berufsleben stehen, eine ständige Weiterbildung auf neuestem technologischen Niveau bieten sollen.

Daher gibt es auch eine gestiegene Nachfrage an weiterer Ausbildung bei Menschen, die sich neben einem Vollzeitjob weiterbilden möchten. Dies ist mit den klassischen universitären Angeboten jedoch oft schwierig, da die Anwesenheit vor Ort an vielen Universitäten erforderlich ist. Es gibt jedoch auch Beispiele, bei denen der Großteil der universitären Lehre über das Internet passiert und berufstätige Studenten nur noch zu gesammelten Prüfungsterminen erscheinen müssen. Dies benötigt natürlich flexible Infrastruktur, um allen anfallenden Content an die Nutzer ausliefern zu können. Beispielsweise könnte im ersten Studienabschnitt eine Reduktion der administrativen Belastung aufgrund von steigenden Studierendenzahlen herbeigeführt werden. Durch flexiblere IT-Services ist es auch denkbar, dass eine kognitive Wissensvertiefung in direkter Wechselbeziehung mit Fachpersonal der Universitätsinstitute erleichtert wird.

Ein anderer wichtiger Punkt ist die Zunahme der Nutzung jeglicher IT-Dienstleistungen und vorherrschende Informationsdichte in der gesamten Gesellschaft, die auch vor der Tür der Universitäten nicht Halt macht. Universitäre Mitarbeiter und Studenten setzen

²⁵¹ Vgl. Deka 2013, S. 55

verstärkt Informations- und Kommunikationstechnologie im Alltag ein. Dies steigert natürlich auch in der IT-Infrastruktur den Bedarf nach neuen Lösungsansätzen, um dieser steigenden Nachfrage an Services Rechnung zu tragen. Außerdem erhöht sich auch der Druck von Seiten der Consumer auf die Universität, flexible Services anzubieten. Hier wäre es auch denkbar, verstärkt Applikationen für Smartphones (Apps) anzubieten, die auf gewisse Cloud- oder IT-Infrastruktur zugreifen.

An Universitäten kommt als Problem die in den meisten europäischen Ländern steigende Studentenzahl hinzu, auf die nicht nur organisatorisch und monetär, sondern auch in der IT-Infrastruktur reagiert werden muss. Das beginnt bei Onlinesystemen, mit denen sich Studenten zu Prüfungen und Lehrveranstaltungen anmelden, und reicht hin bis zu heute bei einem Großteil der Studenten gängigen täglichen Nutzung von e-Learning-Angeboten.

Manche Universitäten existieren seit dem 13. Jahrhundert und mussten sich schon immer an die gegebene Zeit und sich verändernde Gesellschaftsstrukturen anpassen. Dies ist jedoch im Zeitalter von Finanzkrisen und hohen Staatsverschuldungen, die mit sinkenden öffentlichen Ausgaben und Fördermitteln für Universitäten einhergehen, gar kein leichtes Unterfangen. Daher müssen auch hier neue Mittel und Wege beschritten werden, um mit den knappen Ressourcen besser auszukommen und sich auf der anderen Seite auf die eigenen Kernkompetenzen zu besinnen, um damit die Kostenstruktur zu straffen und die eigenen Aufgaben effizienter und zum höheren Nutzen der gesamten Gesellschaft und der Universitäten selbst durchzuführen. Neben diesen Überlegungen muss natürlich das Niveau der Universität in Lehre und Forschung das Leitmotiv bleiben.

Es kann also am Ende durch zentralisierte, aber ausgelagerte Strukturen möglich werden, als Universitätsverbund, der aus vielen einzelnen Universitäten besteht, den Nutzenfaktor, den Cloud Computing betriebswirtschaftlich bietet, noch stärker zu optimieren.

Es wird ersichtlich, dass durch konsequente Überlegungen viele Verbesserungen durch den Einsatz von Cloud Computing auf den unterschiedlichsten Ebenen bei

Universitäten denkbar sind. Einige exemplarische Beispiele mehr bietet die nachfolgende Aufzählung:^{252 253}

1. Durch Cloud Computing wird es Universitäten möglich, ihre technologische Infrastruktur mit der Wirtschaft stärker zu verknüpfen, um einen höheren Wissenstransfer bzw. Wissensaustausch zu ermöglichen
2. Cloud Computing kann dabei helfen, Ressourcen wie auch Energiekosten einzusparen.
3. Cloud Computing kann dabei helfen, die Leistungsangebote für Studenten stetig verbessern bzw. auszubauen.
4. Cloud Computing gibt Studenten und Universitätspersonal die Möglichkeit, Software ohne Installation auf dem eigenen PC on-demand zu nutzen und auf die Daten von überall zu zugreifen. (solange eine Internetverbindung verfügbar ist). Durch realisierte Einsparungen in der herkömmlichen Software-Bereitstellung und einer teils zweckgebundene Studiengebühr könnte eine langfristige Finanzierung der Cloud-Infrastruktur erreicht werden.
5. Stärkung von kollaborativen Arbeitsansätzen in der Zusammenarbeit bei Studenten und in der Lehre. Aufbau, Vertiefung und Optimierung von Beziehungsstrukturen:
 - Student-Student
 - Student-Verwaltung
 - Student-Lehre
 - Lehre-Lehre
 - Lehre-Forschung
 - Lehre-Wirtschaft
 - Forschung-Wirtschaft
 - Lehre-Schulen
6. Stärkere Vernetzung von verschiedensten universitären Services möglich. Der Gedanke der serviceorientierten Universität kann nach innen wie auch nach außen gestärkt werden. Die Vermarktung von Lehre und Forschung kann über standardisierte PR-Kanäle erfolgen. Außerdem ist das Anbieten von verschiedensten Plattformen leichter möglich. Beispiele wären eine

²⁵² Vgl. Mansour und Ashour 2013, S. 38f.

²⁵³ Vgl. González-Martínez et al. 2015

interuniversitäre Crowd-Funding-Plattform für Projektfinanzierungen oder noch besser ausgebauten Angebote für Studieninteressenten mit Informations- und Austauschmöglichkeit.

Neben den genannten Vorzügen wurden in Studien auch Gründe gefunden, die die Ausbreitung von Cloud Computing an Universitäten verhindern beziehungsweise dämpfen. Beispielsweise ist oft mangelnde Einbindung in der Implementierungsphase und unzureichende Schulung der internen Mitarbeiter an Universitäten schuld, dass die Akzeptanz dieser Systeme oftmals als gering eingeschätzt und bewertet wird. Den Mitarbeitern muss die Vision und das Ziel der Cloud-Implementation klar dargelegt werden. Beispielsweise dadurch, dass die Universität durch den Einsatz neuer Technologien in der Lage ist, auf Veränderungen rascher reagieren und somit auch einen Wettbewerbsvorteil gegen andere nationale oder internationale Universitäten erreichen können. Es kann auch durch Begleitprozesse und aktives Marketing versucht werden, Unsicherheiten bei Mitarbeitern abzubauen.²⁵⁴

Bedenken gegen die komplette Auslagerung an einen externen Anbieter kann auch eine interne Cloud-Lösung, die verständlicherweise vorhandenes Knowhow und Investitionen voraussetzt, abschwächen. Dabei tritt die Universität selbst als Cloud-Service-Provider auf und stellt sich selbst eine Private Cloud zur Verfügung. Dies ist natürlich nur vorstellbar, wenn die Kostenfrage stark in den Hintergrund rückt.²⁵⁵

Einige weitere Gründe für den langsamen Cloud-Einsatz an Universitäten sind in folgenden Punkten ersichtlich^{256 257}:

1. Nicht alle universitär genutzten Applikationen können in die Cloud verlagert werden.
2. Auftretende Risiken bezüglich Datenschutz und Sicherheit. Die Sicherheitsproblematik ist natürlich, wenn die Universität selbst als Cloud-Service-Provider auftritt, unter Umständen als geringer anzusehen.

²⁵⁴ Vgl. Wu et al. 2013

²⁵⁵ Vgl. Wu et al. 2013

²⁵⁶ Vgl. Mircea und Andreescu 2010

²⁵⁷ Vgl. González-Martínez et al. 2015

3. Fehlender Rückhalt aus der eigenen Organisation. Daher sollten schon im Vorfeld die organisatorischen Voraussetzungen in interdisziplinären Projektgruppen festgestellt und wenn nötig geschaffen werden.
4. Frage der Verfügungsrechte, bei komplettem oder teilweisem IT-Outsourcing an einen CSP.
5. Geringes Vertrauen. Dies ist jedoch durch qualifizierte Bedarfsplanung und Stufenkonzept für sektorale Einführung unter Wegnahme gewohnter Anwendungen/Abläufe bei begleitender Schulung/Betreuung bzw. einer kundenorientierten internen Hotline beherrschbar. Diese Schritte sollten mit einer durchdachten PR-Strategie bei allen Einführungsstufen begleitet werden. Dieser Mehraufwand muss natürlich vorab in der Kostenplanung berücksichtigt werden.
6. Verbunden mit begleitender PR zu allen Einführungsstufen.
7. Meist hohe Standardisierung bei den Cloud-Service-Providern. Das Wegrationalisieren von Minderheitsanwendungen ist natürlich bei der Straffung der IT-Infrastruktur gewünscht und sollte keinen Hinderungsgrund darstellen.
8. Langsame Internetinfrastruktur kann Arbeitsabläufe verlangsamen.

Im nächsten Abschnitt soll nun die allgemeinen Anforderungen, die der Einsatz von Cloud Computing an einer Universität verlangt besprochen werden.

6.1. Allgemeine Anforderungen

Bevor überhaupt technische Anforderungen festgelegt werden können, ist es wichtig festzustellen, zu welchem Zweck und für welche Nutzer Cloud Computing im universitären Umfeld eingesetzt werden soll. Der Zweck unterscheidet sich im Hinblick auf das gewünschte Ergebnis und die finanziellen Möglichkeiten wohl stark von Universität zu Universität. Für welche Nutzer das Cloud-System eingesetzt werden soll, ist meist schon etwas einfacher zu fassen. Bei vielen Universitäten weltweit ist ein zentrales Department für Informatik oder ein Rechenzentrum dafür zuständig, dass

Software und Hardware bereitgestellt, installiert und gewartet werden.²⁵⁸ Dies geschieht im Normalfall für die untenstehenden Benutzergruppen, die in *Abbildung 19: Anwender von IT-Infrastruktur an einer Universität* zu sehen sind.

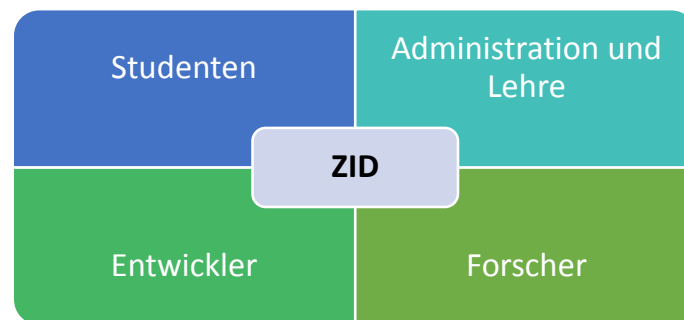


*Abbildung 19: Anwender von IT-Infrastruktur an einer Universität*²⁵⁹

Dieses Angebot kann auch in die Cloud transformiert werden. Demnach stellt dann der Cloud Service Provider diese Angebote der Universität zu Verfügung, die über sogenannte „Thin Clients“ angesteuert wird, um Hardwarekosten einzusparen. Durch diesen Schritt in die Cloud greifen beispielsweise Studenten, das administrative wie auch das lehrende Personal auf die SaaS und IaaS Lösungen zu und Entwickler nutzen angebotene PaaS Schnittstellen. Jedes Megabyte an zusätzlich benötigtem Speicherplatz oder zusätzlicher Hardware wird direkt durch den IaaS Provider umgesetzt und ausgeliefert. Auch Entwicklern von universitären Softwareanwendungen ist es nun möglich, direkt die gebotene Infrastruktur durch PaaS Dienste zu verwenden. Forscher haben außerdem die Möglichkeit, zu jedem erdenklichen Zeitpunkt zusätzliche Ressourcen anzufordern, wenn diese für die wissenschaftliche Arbeit benötigt werden.²⁶⁰

Auch für IT-Departments wie die zentralen Informatikdienste bietet Cloud Computing den Vorteil, dass das vorhandene IT-Budget besser ausgenutzt werden kann und mehr interne Ressourcen frei werden sowie Arbeitsabläufe optimiert werden können. Auch können Ressourcen, die nur kurzfristig von den Nutzern benötigt werden, endlich ohne großen Aufwand bereitgestellt werden. Dies ist im klassischen IT-Umfeld aufgrund hoher Investitionskosten meist nur langsam oder gar nicht möglich.

²⁵⁸ Vgl. Sultan 2010

²⁵⁹ Eigene Darstellung

²⁶⁰ Vgl. Sultan 2010

Nachdem die Cloud-Strategie nach und während der Implementierung mit der universitären Strategie zusammenpassen sollte, um Spannungen zu vermeiden, sollte an die Entwicklung einer Roadmap hin zum Cloud Computing gearbeitet werden.²⁶¹

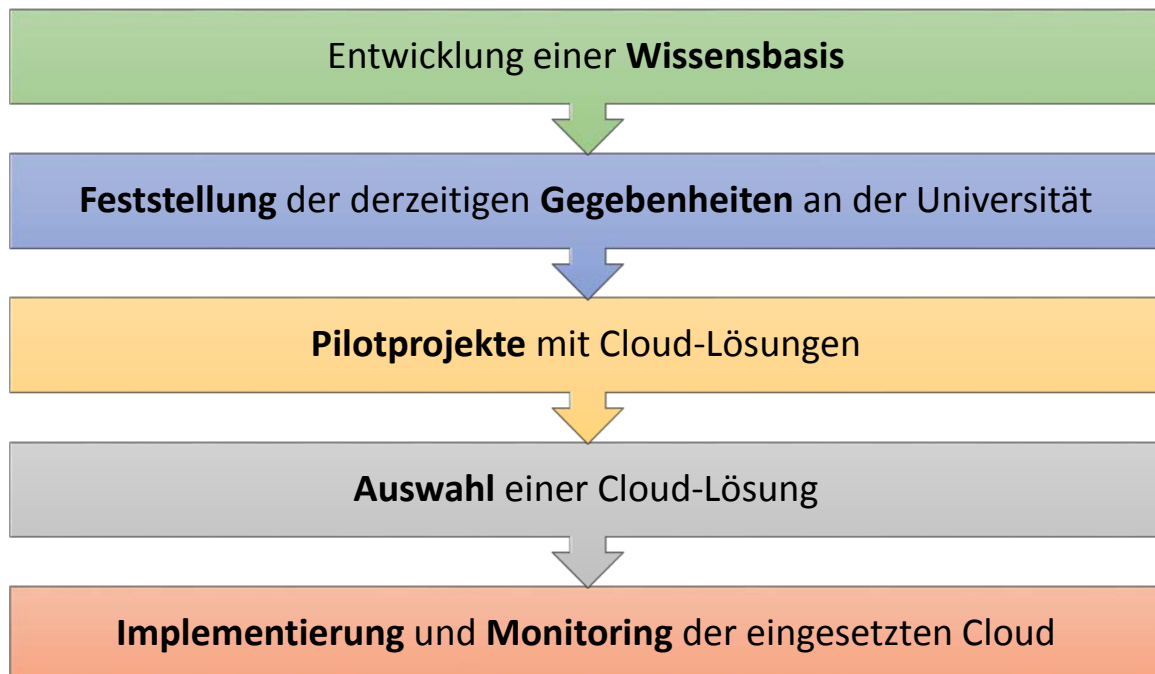


Abbildung 20: Cloud-Computing-Strategie an einer Universität²⁶²

Zunächst muss eine Wissensbasis an der Universität zum Thema Cloud Computing entstehen, um die Einschränkungen und technischen Möglichkeiten, die diese Technologie bietet, zu erfassen. Im nächsten Schritt kommt es zu einer Bestandsaufnahme der derzeit verwendeten IT-Infrastruktur, den Anforderungen sowie den betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten. Danach sollte mit Testprojekten, ggf. bei verschiedenen Anbietern, der Cloud-Einsatz möglichst gut erprobt werden, um Fehlschläge zu vermeiden. Wenn diese Phase erfolgreich abgeschlossen ist, kommt es zur Auswahl der geeigneten Cloud-Lösung und im nächsten Schritt zu deren Implementierung wie zum notwendigen finanziellen wie auch technischen Monitoring.

Bevor über Testprojekte und den Betrieb der kompletten Infrastruktur in der internen oder externen Cloud nachgedacht wird, sollte die Universität sich klar machen, welche Dienste, Prozesse und Applikationen sie in der Cloud für Mitarbeiter, Forscher und Studenten überhaupt bereitstellen möchte. Da alle Dienste auf einer Datenbasis

²⁶¹ Vgl. Mircea und Andreescu 2010

²⁶² Eigene Darstellung in Anlehnung an Mircea und Andreescu 2010, Fig 3.

aufbauen, um überhaupt etwas bereitstellen zu können, ist es wichtig, die vorhandenen Daten, die in einer Universität in den unterschiedlichsten Bereichen vorhanden sind, zu identifizieren und diesen Bereichen zuzuordnen. Die unterschiedlich auftretenden Datenquellen aus den Kernbereichen Lehre, Forschung und Administration sind in beispielhafter Form in nachfolgender Abbildung ersichtlich.²⁶³

Lehre	Forschung	Administration
• Studentendaten • Prüfungsleistungen • Lehrmaterial	• Projektinformationen • Projektmanagement • Ergebnisse	• Rechnungswesen und Finanzen • Personalwesen • Recht • Campus-Administration • Bibliotheksressourcen

Abbildung 21: Daten aus den Kernbereichen einer Universität²⁶⁴

Nach dieser ersten Kategorisierung können die Daten nach unterschiedlichen Faktoren gewichtet werden, um daraus die Möglichkeit, diese in einem Cloud-System einzusetzen, abzuleiten. Als Faktoren können beispielsweise die Wichtigkeit der Daten für den laufenden Betrieb, die Sensitivität und Vertraulichkeit oder die Verfügbarkeit herangezogen werden.²⁶⁵

Nach der Gewichtung der Faktoren kann, frei von einer Kostenbetrachtung, eine Cloud-Auswahl unter Zuhilfenahme von *Tabelle 6: Cloud Auswahl Kriterien* getroffen werden. Da eine klare Trennung von geschäftskritischen und nicht geschäftskritischen Prozessen oftmals schwierig ist, wird in der Praxis oft die Mischform einer hybriden Cloud Lösung gewählt. Somit verbleiben nur die Kernkompetenzen innerhalb der Universität und alle anderen Prozesse können in eine Public Cloud ausgelagert werden, die mit der internen IT-Infrastruktur verbunden ist. Beispielsweise kann der wohl nicht so kritische Bereich des e-Learnings an einen externen Anbieter ausgelagert werden.

²⁶³ Vgl. Mircea und Andreescu 2010

²⁶⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Mircea und Andreescu 2010, Fig 7

²⁶⁵ Vgl., Mircea und Andreescu 2010

Tabelle 6: Cloud Auswahl Kriterien²⁶⁶

	keine Kernkompetenz	Kernkompetenz
nicht geschäftskritisch	Public Cloud	Private Cloud oder kein Cloud Einsatz
geschäftskritisch	Public Cloud	Private Cloud oder kein Cloud Einsatz

Einige der populärsten Cloud Service Angebote von externen Content-Service-Providern, die im universitären Kontext genutzt werden, sind in nachfolgender Übersicht zusammengefasst.²⁶⁷

Tabelle 7: Cloud Service Angebote für Universitäten²⁶⁸

Platform as a Service	Software as a Service
• Google App Engine • Microsoft Azure Service • Amazon SimpleDB • Microsoft SDS • Oracle Higher Education Constituent Hub • Amazon SQS • Dynamsoft • Force.com • Microsoft Dynamics CRM online	• Google App • Microsoft Dynamics CRM online • Microsoft Live@edu / Office 365 • Business Productivity Online Suite • Exchange Hosted Services • CampusEAI • Jaspersoft • EdicationERP.net • Campus Management • Coupa's e-Procurement

²⁶⁶ Vgl. Mircea und Andreescu 2010, Table 5

²⁶⁷ Vgl. Mircea und Andreescu 2010

²⁶⁸ Vgl. Mircea und Andreescu 2010, Fig.6

Infrastructure as a Service
• Education ERP.net • Amazon S3, EBS, EC2 • Oracle Coherence • Flexiscale, GoGrid • Rackspace • RightScale • EnStratus • CloudStatus • CampusEAI

6.2. Internationale Implementierungsformen

In diesem Abschnitt sollen zwei Universitäten als Beispiele vorgestellt werden, die bereits Cloud Computing einsetzen und nutzen.

6.2.1. City University of New York

Die City University of New York wurde 1961 gegründet und ist die größte öffentliche städtische Universität in den Vereinigten Staaten von Amerika. An der City University of New York arbeiten 35.000 Angestellte und es studieren rund 269.000 Personen in einem Bachelor- oder Masterstudiengang. Angebunden an die Universität sind 11 „senior colleges“ und 6 „community colleges“.²⁶⁹

Vor dem Cloud Computing Einsatz wurde die IT zentral wie auch dezentral verwaltet. Services wie Sicherheit und ERP-Software wurden zentral verwaltet, auf der anderen Seite hatten alle verschiedenen Colleges ihr eigenes E-Mail System. Seit dem Jahr 2007 arbeitet die Universität mit Microsoft zusammen und setzt dabei das Produkt Live@edu (unbenannt in Office 365 edu) ein. Mit dieser Lösung konnten alle Colleges auf ein einheitliches E-Mail System umgestellt werden und dabei für 450.000 Studenten gratis E-Mail Accounts ausgeliefert werden. Office 365 edu bringt für die Studenten und Mitarbeiter neben dem E-Mail Service auch Datenspeicher, Chat-Funktionen oder Webkonferenzen in der Cloud und bietet einen einfachen Austausch

²⁶⁹ Vgl. The City University of New York 2014

von Microsoft Office Dateien. Natürlich gab es auch hier am Anfang Bedenken, da die IT nicht mehr wie vormals direkt kontrolliert werden konnte. Die Mitarbeiter wurden jedoch in Workshops auf die Implementierung vorbereitet, sodass die Mitarbeiter wussten, inwieweit sie von der Cloud-Einführung betroffen waren. Die Sicherheit der Daten war natürlich auch ein großes Thema, darum werden beispielsweise persönliche Informationen oder Sozialversicherungsnummern nicht in der Cloud gespeichert. Da Microsoft ihren Service für Universitäten kostenlos anbietet, konnte die CUNY ihre jährlichen Betriebskosten um mehrere hunderttausend Dollar senken. Auch konnte IT-Personal eingespart wie auch in anderen Gebieten eingesetzt werden. IT-Mitarbeiter können sich nun aufgrund des reduzierten Administrationsaufwands auf spezifische Projekte, die jeder einzelne Campus benötigt, fokussieren.²⁷⁰

6.2.1. Yale University

Die Yale University wurde 1701 gegründet und ist eine der bekanntesten privaten Universitäten in den Vereinigten Staaten von Amerika. Rund 12.000 Studenten besuchen die Universität.²⁷¹

Die Yale Universität hatte vor dem Cloud-Einsatz eine verteilte IT-Infrastruktur, in der alle Untergruppierungen ihre eigenen Services auswählen konnten, die sie benötigten. Als Cloud-System hat sich die Universität für EMC's MozyPro²⁷², ein online-Speichersystem, das mit herkömmlichen Desktop-PCs, Laptops wie auch Servern zusammenarbeitet, entschieden. Der Service bietet den Nutzern neben der Speicherfunktion auch Backup- wie auch Wiederherstellungsmöglichkeiten. Es konnte durch den Cloud Einsatz zum einen Personal eingespart werden und zum anderen können IT-Mitarbeiter von überall auf der Welt, über ein Webinterface, mehrere Benutzer betreuen. Die Universität ist nun flexibler geworden und kann sich besser an Veränderungen anpassen. Beispielsweise ist es nun besser möglich, Studenten, die auf Apple Computern arbeiten, zu unterstützen. Außerdem können über die gesamte Universität für alle User automatisierte Backup-Jobs angeboten werden, die Daten automatisch sichern, wenn die PCs nicht verwendet werden. Anderen Universitäten rät die Yale University jedoch dazu, gute und wohl überlegte SLA Vereinbarungen mit

²⁷⁰ Vgl. Korzeniowski 2011, S. 19ff.

²⁷¹ Vgl. Yale University 2014

²⁷² EMC² 2014

den Cloud Service Providern zu treffen, um nicht Leistungen zu erwarten, die danach nicht erfüllt werden können.²⁷³

6.3. Österreichische Universitäten

6.3.1. Internetinitiative der Österreichischen Bundesregierung

Die Internetinitiative der Österreichischen Bundesregierung hat schon im Februar 2012 den Versuch unternommen, den Cloud-Computing-Einsatz in der Wissenschaft und Forschung zu erheben und seine Einsatzmöglichkeiten zu bestimmen. Nachfolgend finden sich die Punkte, die erhoben werden sollten. Diese sind bereits vom Ministerrat verabschiedet worden:²⁷⁴

- Evaluierung von Vorteilen und Risiken
- Einsparungen bei Speicher, Ressourcen und Geld
- Fragen nach Datenschutz und Ausfallsicherheit
- Abklärung des tatsächlichen Nutzens / Interesses für den Endkunden bzw. an Grundlagenforschung
- Erhebung an den Universitäten
- Nutzungspotential durch Cloud Computing

Einige österreichische Universitäten, wie die Universität Innsbruck, die Johannes Kepler Universität in Linz oder die Universität Salzburg haben bereits abseits von gesamtheitlichen Initiativen begonnen, auf Cloud Computing zu setzen.

Beispielsweise arbeitet die Universität Innsbruck seit Ende des Jahres 2013 mit dem österreichischen Unternehmen LINBIT zusammen, um eine eigene, auf Open-Source basierende Cloud-Lösung aufzubauen. Die Universität wollte nicht selbst Kunde eines Cloud-Dienstleisters werden, sondern hat sich dafür entschieden, den „Weg der Cloud“ gemeinsam mit professioneller Unterstützung zu gehen. Zum einen geschieht das aus dem Verständnis heraus, dass die Universität selbst Kompetenzträger sein sollte, auf

²⁷³ Vgl. Korzeniowski 2011, S. 28ff.

²⁷⁴ Internetoffensive Österreich 2014

der anderen Seite soll das System den wachsenden IT-Anforderungen in den Bereichen wissenschaftliches Rechnen und IT-Sicherheit gerecht werden. Es wird laut Universität Innsbruck auch seit Beginn versucht, andere österreichische Universitäten an diesem Projekt zu beteiligen, da ein großes Potential im Austausch von IT-Ressourcen unter den österreichischen Universitäten gesehen wird.^{275 276}

Die Johannes Kepler Universität in Linz setzt im oberösterreichischen Softwarepark Hagenberg, in Zusammenarbeit mit IBM, auf CloudBurst. Dieses Cloud-System wird Unternehmen wie auch Forschungseinrichtungen zu Verfügung gestellt. Die Anfragen nehmen stetig zu, daher ist auch aus diesem Pilotprojekt erkennbar, dass eine dynamische Cloud-Infrastruktur in der österreichischen Wissenschaftslandschaft von großem Nutzen wäre.^{277 278}

Was aus diesen Projekten und Ansätzen, die durch die Internetoffensive Österreich initiiert wurden, geworden ist, sollen die im nächsten Abschnitt angeführten Expertenbefragungen aufzeigen.

6.3.2. Expertenbefragung

Es wurden im Rahmen dieser Thesis Befragungen mit ausgewiesenen Experten durchgeführt. Der dabei verwendete Leitfaden findet sich im Anhang. Zum einen wurde die Leiterin des Zentralen Informatik Dienstes der Medizinischen Universität Wien, Vorsitzende des Vereins *ACOnet* und der Arbeitsgemeinschaft der ZID-Leiter Österreichs, Frau Dr.ⁱⁿ Haidl, und zum anderen der Leiter des Zentralen Informatik Dienstes der Universität für Bodenkultur, Herr Dr. Schildberger, zu den neuesten Entwicklungen befragt. Die wichtigsten Erkenntnisse und Aussagen der Expertenbefragungen wurden in diesem Kapitel zusammengefasst.²⁷⁹

Beide Experten sind über den angesprochenen *Verein ACOnet* miteinander vernetzt. *ACOnet* selbst ist ein von der Universität Wien betriebenes Wissenschaftsnetzwerk in Österreich.²⁸⁰ Unabhängig davon besteht der *Verein ACOnet*, der aus den Teilnehmern des Wissenschaftsnetzwerkes besteht. Der Vorstand des Vereins

²⁷⁵ Vgl. APA 2014

²⁷⁶ UIBK 2014

²⁷⁷ Vgl. Hagenberg Cloud 2014

²⁷⁸ Vgl. JKU Linz 2014

²⁷⁹ Vgl. Experteninterviews 2014

²⁸⁰ Vgl. ACOnet 2014

ACOnet hat unter anderem auch die Aufgabe, als Lenkungsausschuss für den Betrieb von *ACOnet* zu dienen. Ein gut entwickeltes und ausgebautes Wissenschaftsnetzwerk bildet die Grundlage für weitere Überlegungen hin zu Cloud Computing und ist unabdingbar. Deshalb spielen die derzeitigen Bestrebungen in Österreich, ein Cloud-Computing-Netzwerk im Bildungssektor zu starten, eng mit *ACOnet* zusammen.

Aufgrund des schwer zu fassenden Begriffs Cloud Computing geht es auch im wissenschaftlichen Kontext darum, zuerst einmal zu definieren, was Cloud Computing überhaupt bedeutet. Man könnte beispielsweise provokant behaupten, dass die ZID schon jetzt selbst die Cloud für die Universitäten sind, da sie bereits Infrastruktur, Speicherplatz oder Rechenleistung anbieten. Dieser Gedanke vernachlässigt zwar den Faktor der Skalierbarkeit und das Pay-per-Use Prinzip, kann jedoch in gewisser Weise nicht von der Hand gewiesen werden. Im universitären Kontext sollte eine Cloud jedoch eine Zusammenarbeit von verschiedenen Universitäten in den genannten Leistungsbereichen, wie beispielsweise Speichernutzung, oder bei Serviceangeboten wie beispielsweise E-Mail-Diensten darstellen. Das Spektrum der angebotenen Leistungen und Services kann sicherlich noch weiter gedacht werden. Außerdem ist ja auch eine Ausweitung eines österreichischen rein universitären Cloud-Computing-Netzwerkes auf andere Bereiche nach erfolgreicher Implementation vorstellbar. Beispielsweise könnten andere Bildungseinrichtungen wie Fachhochschulen in das System eingebunden werden. Auch eine Ausweitung der Kollaboration auf den europäischen Kontext ist in ferner Zukunft denkbar.

Nicht nur die im vorherigen Abschnitt erwähnten amerikanischen Universitäten bieten beispielsweise ihre E-Mail-Dienste für Studierende nicht mehr selbst an, sondern lagern diese an externe Anbieter wie Google oder Microsoft aus. In Österreich hat die Universität Salzburg bereits im September 2010 damit begonnen, Studierenden-E-Mails zu Google zu transferieren. Dies brachte der Universität aufgrund von datenschutzrechtlichen Problemen den Big Brother Award 2014 ein.²⁸¹ Trotz dieser anfänglichen Probleme hält die Universität an ihrem Schritt fest, bietet jedoch zusätzlich ein eigenes „gesichertes“ Mailsystem für seine Studierenden weiter an. Dass jedoch Cloud Computing, auch zu Recht, mit Ängsten und negativen Befürchtungen einhergeht, ist nicht verwunderlich. Es wird jedoch auch für Universitäten zunehmend schwieriger, sich dem Thema Cloud Computing zu

²⁸¹ Vgl. Futurezone.at

entziehen, da Strömungen entstehen, die den Druck auf Organisationen erhöhen. Beispielsweise verwenden immer mehr Bedienstete und Studenten kostenlose Cloud-Speicher-Dienste wie Dropbox, und wollen daher auch im universitären Umfeld nicht auf solche Services verzichten. Der Weg für eine Universität kann also darin bestehen, sicherere, stabilere und nachhaltigere Services anzubieten, um auch den sich ändernden Anforderungen, wie größeren Datenmengen, gerecht zu werden.

Natürlich stellt sich auch die Frage, ob bezüglich Cloud-Einsatz und dessen Anforderungen ein Unterschied zwischen den einzelnen in Universitäten tätigen Gruppen besteht. Auch in den Interviews wurde herausgestrichen, dass die Sensibilität der zu speichernden oder zu verarbeitenden Daten den wichtigsten Faktor darstellt. Dies stellt also eine zentrale organisatorische Frage in einer Organisation dar. Wie bereits erwähnt kann beispielsweise die Hemmschwelle, den E-Mail-Service von Studierenden auszulagern, als nicht all zu groß eingeschätzt werden. Dies liegt unter Umständen auch daran, dass an einigen Universitäten diese Services von Studierenden nicht viel genutzt werden, da oft nur eine Weiterleitung zu privaten E-Mail-Accounts eingerichtet wird. Es wird also deutlich, dass die Nutzung von IT-Dienstleistungen, nicht überraschend, von der Klientel abhängt, die es benutzt. Die Frage warum nicht alle Universitäten dann schon längst den Mail-Service für Studierenden an externe Provider ausgelagert haben liegt unter anderem darin, dass diese oft mit den Mail-Services der Mitarbeiter verknüpft sind, da dieselbe Infrastruktur genutzt wird. Außerdem, wenn sich der administrative Aufwand für den Betrieb in Grenzen hält, ist auch die Motivation, bestehende Systeme zu verändern, unter Umständen geringer.

Die denkbaren Einsatzgebiete für Cloud-Computing-Anwendungen sind dennoch vielfältig. Beispielsweise benötigen Forschergruppen oftmals für einen begrenzten Zeitraum Terabyte an zusätzlicher Speicherkapazität. Der Speicherbedarf stellt zwar vom Qualitätslevel nicht so hohe Ansprüche, muss jedoch schnell verfügbar sein. Diese Abdeckung von Spitzen stellt jeden ZID an Universitäten vor eine Herausforderung. Es sind zwar auch Reserven für solche Fälle vorgesehen, diese reichen jedoch oft nicht aus, um eine kurzfristig benötigte hohe Nachfrage zu bedienen. Der Ansatz und der Wunsch, solchen Problemen entgegenzuwirken, ist nicht neu, jedoch stellt sich die Frage, wo und von wem man zusätzlich benötigte Leistung bezieht. Ziel kann es vor allem bei einer sensiblen Datenbasis nur sein, dass sich Universitäten untereinander auf einen Austausch einigen und Ressourcen damit

nicht unbedingt von externen Anbietern zukaufen müssen. Die Frage, ob dann nicht Universitäten gezwungen sind, mit den externen Anbietern von Cloud-Services zu konkurrieren und wie viel es jeder einzelnen Universität wert ist, solchen Bedarf innerhalb der eigenen Community abzuwickeln, stellt sich natürlich trotzdem und sollte bedacht werden.

Solch eine Entscheidung ist natürlich auch mit den damit verbunden Herausforderungen verbunden, denen Universitäten begegnen müssen. Als eine der größten Herausforderungen wird neben dem Datenschutz die Frage gesehen, inwieweit eine Universität bereit ist, eigenes Know-how aus dem eigenen Hause wegzugeben. Diese zentrale Überlegung ist wichtig, da, wenn festgestellt wird, dass die gewählte Lösung nicht den Vorstellungen entspricht, es oft schwierig bis unmöglich ist, wieder zum Ursprungszustand zurückzufinden. Beispielsweise könnte dann schon kein geschultes Personal, Infrastruktur oder Know-how mehr zu Verfügung stehen, damit diese Internalisierung von Leistungen durchgeführt werden kann. Damit spekulieren natürlich auch CSP, die mit Lockangeboten versuchen, große Institutionen zum Umstieg in ein Cloud-Ökosystem zu bewegen, und damit Lock-In-Effekte erzeugen. Außerdem wird seitens von CSP oftmals versucht, die Daten, die vom Kunden preisgegeben werden, auszuwerten, oder gar zu verkaufen. Auch einer Universität muss also bewusst sein, dass jeder CSP ein Geschäftsmodell hat, das darauf abzielt, Erlöse zu erwirtschaften. Dies macht am Ende die Cloud-Entscheidung zu einer strategischen Entscheidung, die gut überlegt sein muss.

Dennoch gibt es in Österreich Initiativen von einzelnen Universitäten, die, alleine oder im Verbund, im Kleinen versuchen, Cloud-Services anzubieten. Das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, stellt für Kooperationsprojekte regelmäßig Geld zu Verfügung, das durch die Einreichung von geeigneten Projekten abgerufen werden kann. Universitäten werden somit in gewisser Weise auch angehalten, gemeinsam Projekte einzureichen. Beispielsweise haben sich die Universitäten Innsbruck und Salzburg zusammengetan, um eine gemeinsame Speicher-Lösung aufzubauen. Beworben wird dieses Projekt unter dem Begriff Open-Source-Cloud.²⁸² Auch die Universität Wien, die Technische Universität Wien und die Universität für Bodenkultur arbeiten an vergleichbaren Ansätzen zusammen. Bei einzelnen oder kleineren Kooperationen besteht natürlich immer die Gefahr, dass die

²⁸² UIBK 2014

Infrastruktur und das Datennetz nicht groß und stark genug sind, um effektive Verbesserungen zu erzielen. Es gibt also scheinbar viele verschiedene Ansätze, wobei zurzeit noch nicht abgeschätzt werden kann, ob einzelne davon zum Erfolg führen werden.

Nicht zuletzt deshalb bietet es sich an, dem Ansatz der Internetinitiative Österreich zu folgen und eine gemeinsame Lösung unter den Universitäten zu entwickeln. Einen guten Ausgangspunkt für solche Überlegungen stellt der *Verein AConet* dar, der sich in einer derzeit noch nicht veröffentlichten Studie des Themas Cloud-Computing-Einsatz an Universitäten angenommen hat. Der gemeinsame Ansatz steht hier im Vordergrund, da es unter Umständen zu gewissen Rivalitäten zwischen einzelnen Universitäten kommen kann, wenn sich nur einzelne Partner untereinander etwas anbieten. Es kommt oft dazu, dass eine Seite eine Vormachtstellung innehat, die der anderen Vertragspartei nicht passt. Außerdem sind Universitäten natürlich auch von ihren Führungsgremien abhängig. Hier sollte auch sichergestellt sein, dass die Zusammenarbeit nachhaltig angedacht wird und nicht nur kurzfristig aus einer Notlage heraus erfolgt.

Nachdem die österreichischen Universitäten nach dem Universitätsgesetz autonom sind, wäre es unter Umständen auch schwierig, wenn nicht sogar undenkbar, vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft direkt eine Lösung aufgezwungen zu bekommen. Daher kam der *Verein AConet* in seinem Konzept zu dem Schluss, dass ein Mittelsmann, also ein Broker, benötigt wird, der die Universitäten verbindet und über den die Services angeboten werden und dem diese auch gleichzeitig vertrauen können. Die Wahl eines Brokers ist natürlich nicht zufällig, dieser soll ja auch einen einheitlichen Qualitätslevel (QoS), Nachhaltigkeit oder die Vergleichbarkeit von einzelnen Services sicherstellen und gegebenenfalls Verträge mit kommerziellen Anbietern aushandeln können. Außerdem könnten Universitäten durch eine zentrale Einheit ihre Verhandlungsmacht gegenüber externen Anbietern erheblich steigern. Damit wäre es auch denkbar, nicht gewollten Funktionen oder Einschränkungen, die bei externen Services bestehen, aus dem Weg zu gehen. Das Cloud-Know-how aus einzelnen Universitäten kann dann in einer Stelle zusammenlaufen und dort genutzt werden. Durch Verwendung eines Brokers wäre es auch denkbar, dass beispielsweise bei Softwarelizenzen nicht mehr jede einzelne Universität einem Rahmenvertrag beitreten muss, sondern diese auch zentral von solch einer Stelle verwaltet werden, um Skaleneffekte zu erzielen.

Die Einführung solch einer Organisation in Nähe zu einem Wissenschaftsnetzwerk wie *ACOnet* könnte auch die Möglichkeit bieten, die Akzeptanz der Teilnehmer an einem österreichweiten Cloud-Computing-Netzwerk zu fördern. Man wäre beispielsweise als „kleine“ Universität nicht abhängig von einer größeren Universität, sondern innerhalb des Teilnehmerkreises gleichberechtigt. Somit kann verhindert werden, dass das Gefühl entsteht, dass einzelne Teilnehmer von anderen nur mitbedient werden und diese die Richtung vorgeben. Auch die einzelnen ZID hätten die Möglichkeit, sich auf einzelne Bereiche stärker zu konzentrieren, in denen ihr eigenes Know-how besonders groß ist.

Die Schaffung einer Rechtsperson, die als Broker dient, ist natürlich im universitären Umfeld keine leichte Aufgabe und kostet zunächst einmal „nur“ Geld und es müssen außerdem rechtliche Aspekte bedacht werden. Es sollte als Universität möglich sein, von diesem Broker auch ohne Ausschreibung Leistungen zu beziehen. Auch sollte dieser Mittelsmann BBG-bezugsberechtigt sein, um Infrastruktur von und über die Bundesbeschaffung beziehen zu können.²⁸³ Auch die Steuerbelastung eines solchen Rechtsträgers muss vorab geklärt werden, beispielsweise soll dieser auch wie Universitäten von der Umsatzsteuer befreit werden.

Wenn diese Schritte abgearbeitet sind, könnte es durch so ein Konstrukt möglich werden, die interuniversitären Cloud-Services erfolgreich aufzusetzen. Solch eine Lösung müsste natürlich von jedem einzelnen Rektorat abgesegnet werden. Wenn solch eine Lösung nicht angenommen wird, bleibt es demnach bei einzelnen Kooperationen zwischen einzelnen Universitäten und es gelingt nicht der Start eines österreichweiten Ansatzes. Diese Ansätze müssen dementsprechend auch den Leitungsorganen präsentiert werden. Jedoch ist es folglich auch nicht leicht, gegen das Argument von Gratisangeboten, das viele kommerzielle Anbieter oft ins Feld führen, zu argumentieren. Im Moment wird noch an der Ausgestaltung der Rechtsform gearbeitet. Im 1. Quartal 2015 soll dann endgültig feststehen, welche Rechtsform für den Broker gewählt wird.

Neben den Ansätzen für die Gründung eines Brokers wurde im *ACOnet* Verein mit Unterstützung von externen Anbietern ein Geschäftsmodell entwickelt. Es ging darum zu klären, welche Nutzer, Anbieter, Stakeholder oder Services es in solch einem Ansatz geben könnte. Es ist denkbar, dass als eines der ersten Services eine

²⁸³ BBG 2014

Speicherlösung an den Start gehen soll, da diese aufgrund einer geringeren Komplexität besser als Testobjekt eignet als andere Services. Es ist auch zu bedenken, dass es Universitäten bei Kernkompetenzen ihrer IT-Landschaft, wie zum Beispiel komplexen Datenbankanwendungen oder deren Schnittstellen, schwerer fällt, sich auf Partner zu verlassen. Außerdem ist nicht in jedem Anwendungsfall eine Auslagerung in ein zentrales Netzwerk sinnvoll. Es gibt sicherlich Universitäten, die in solch einem Ansatz bereit sind, eine Anbieterrolle zu übernehmen. Welche Universitäten jedoch eine Kundenfunktion einnehmen wollen, und damit gegebenenfalls eigene Kompetenzen auf Kosten einer interuniversitären Kooperation abgeben, ist derzeit noch unklar.

Vorlage für den Business Plan ist nach Auskünften der Experten das erfolgreiche Wissenschaftsnetzwerk *SURFnet*, das in den Niederlanden betrieben wird.²⁸⁴ Arbeitstitel für die Studie des *ACOnet* Vereins ist der Begriff *ACOMarket*, der als Name für das interuniversitäre Cloud-Netzwerk fungieren soll. Die Namensgebung ist an das niederländische Pendant *SURFmarket* angelehnt. In den Niederlanden ist dieses Konzept schon Realität. Der *SURFmarket* ist eine Gesellschaft, die eine Brokerfunktion für Cloud-Services übernimmt, jedoch auch für Softwarelizenzen oder andere Rahmenverträge zuständig ist.

Die Entscheidung einer Universität, solch einem *ACOMarket* beizutreten, muss von jeder Universität selbst getroffen werden und setzt demnach ein gewisses Maß an Vertrauen gegenüber dem Broker wie auch den einzelnen Teilnehmern voraus. Da solch ein *ACOMarket* dann demnach auch ein Teil jeder einzelnen Universität ist und einen eigenen, je nach Wahl der Rechtsform, beispielsweise Vorstand besitzt, der auch abberufen werden kann, sollte das Vertrauensproblem reduziert werden können.

Als Ausgestaltung der Brokerfunktion ist eine gemeinsame Authentifizierung angedacht und es soll außerdem ein Portal geben, in dem die angebotenen Services ersichtlich sind und man diese bestellen kann. Der Broker soll außerdem keine Gewinnerzielungsabsicht haben, sondern nur als Vermittler dienen, und wird sich demnach über die Beiträge der einzelnen Mitglieder finanzieren müssen.

Probleme sind jedoch auch ersichtlich. Beispielsweise müssen die einzelnen Universitäten und deren Mitarbeiter von solch einem Projekt überzeugt werden, damit

²⁸⁴ SURFnet 2014

es erfolgreich sein kann. Datenschutzrechtliche Fragen sowie die Ausgestaltung der Rechtsform sind derzeit auch noch ungeklärt. Die zentrale Frage ist jedoch, inwieweit sind Universitäten bereit, stärker untereinander zu kooperieren.

Ein Grund, warum sich der ACONet Verein so intensiv mit diesem Thema auseinandersetzt hat, liegt auch darin begründet, dass die Universitäten den Vorwurf loswerden möchten, dass sie nicht den Willen besitzen, miteinander zu kooperieren, sondern sich ständig nur selbst blockieren. Die durchgeführte Studie soll es damit möglich machen, einen ersten Realisierungsansatz zum Thema Cloud Computing an österreichischen Universitäten erreichen zu können.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Cloud Computing ist im Consumer-Bereich wie auch teilweise in Unternehmen bereits angenommen und wird aus heutiger Sicht voraussichtlich, seine Marktanteile in gewissen Anwendungsbereichen noch weiter ausbauen können. Die immer stärker wachsende private Nutzung von Cloud-Diensten, wie Dropbox oder E-Mail-Diensten wie Google Mail, zwingt auch Unternehmen dazu, sich mehr und mehr mit diesem Thema ernsthaft auseinanderzusetzen. Das Phänomen, Cloud Computing sollte auf jeden Fall nicht mehr ignoriert werden.

Wie in der Thesis ausführlich angesprochen, birgt Cloud Computing jedoch auch viele Risiken wie auch Gefahren, die es zu lösen gilt und mit denen umgegangen werden muss. Dies beginnt mit der Fragestellung, welche Dienste und Services überhaupt für die Cloud geeignet sind und endet mit der Überlegung, wie es um die Informationssicherheit der in der Cloud gelagerten Daten bestellt ist.

Die positiven wie auch negativen Aspekte von Cloud Computing machen es, für kleine- wie auch große Unternehmen notwendig, sich ernsthaft mit dem Thema auseinanderzusetzen und konkrete Anforderungen an den Cloud-Einsatz zu definieren. Ohne genaue betriebswirtschaftliche, rechtliche wie auch technische Planung, kann das Cloud-Projekt schneller zu Ende sein als es dem Unternehmen lieb ist. Es sei daher angeraten, sich Schritt für Schritt an Cloud Computing heranzutasten, nichts zu überstürzen und schon gar nichts dem Zufall zu überlassen.

Die zeigen auch die neusten Entwicklungen in der österreichischen Universitäten Landschaft, die bereit scheint einen Versuch in Richtung mehr Zusammenarbeit untereinander zu wagen, mit dem Ziel Skalen- wie auch Synergieeffekte zu erreichen.

Einen positiven Faktor hat Cloud Computing jedoch bestimmt, Institutionen sind gezwungen durch eine intensivere Zusammenarbeit, die Gemeinsamkeiten und nicht die Gegensätze in den Vordergrund zu stellen.

Literaturverzeichnis

2012 IEEE Workshops of International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA). Fukuoka, Japan.

Alam, M. T. (2013): Cloud Computing in Education. In: *IEEE Potentials* 32 (4), S. 20–21. DOI: 10.1109/MPOT.2012.2228340.

Amberg, Michael; Wiener, Martin (2006): IT-Offshoring. Management internationaler IT-Outsourcing-Projekte ; mit 19 Tabellen. Heidelberg: Physica.

Barton, Thomas (2014): E-Business mit Cloud Computing. Grundlagen ; praktische Anwendungen ; verständliche Lösungsansätze. Wiesbaden: Springer Vieweg (IT-Professional).

Basem Suleiman, Sherif Sakr, Ross Jeffery, Anna Liu (2011): On understanding the economics and elasticity challenges of deploying business applications on public cloud infrastructure, S. 21. DOI: 10.1007/s13174-011-0050-y.

Blum, Ulrich (2005): Angewandte Institutionenökonomik. Theorien - Modelle - Evidenz. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Lehrbuch).

Borges, Georg (2012): Daten- und Identitätsschutz in Cloud Computing, E-Government und E-Commerce. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer (SpringerLink : Bücher).

Butt, Shah Muhammad (2013): Cost Effective Hybrid Cloud Framework for Higher Education.

Clement, Rainer; Schreiber, Dirk (2010): Internet-Ökonomie. Grundlagen und Fallbeispiele der vernetzten Wirtschaft. 1. Aufl. Heidelberg [u.a.]: Physica-Verl (Physica-Lehrbuch).

Coase, R. H. (1937): The Nature of the Firm. In: *Economica* 4 (16), S. 386–405. DOI: 10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x.

Deka, Ganesh Chandra (2013): Prospects of Cloud Computing in Education and e-Governance An Analytical Study.

Fischer, Edwin O. (2002): Finanzwirtschaft für Fortgeschrittene. 3., überarb. Aufl. München, Wien: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher zur entscheidungsorientierten Betriebswirtschaft).

Fischer, Edwin O. (2009): Finanzwirtschaft für Anfänger. [mit Aufgaben und Formelsammlung]. 5., unveränd. Aufl. München: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher zur entscheidungsorientierten Betriebswirtschaft).

Galliers, Robert; Leidner, D. E. (2003): Strategic information management. Challenges and strategies in managing information systems. 3rd ed. Oxford, Boston: Butterworth-Heinemann.

Göbel, Elisabeth (2002): Neue Institutionenökonomik. Konzeption und betriebswirtschaftliche Anwendungen. Stuttgart: Lucius und Lucius (Grundwissen der Ökonomik. Betriebswirtschaftslehre, 2235).

González-Martínez, José A.; Bote-Lorenzo, Miguel L.; Gómez-Sánchez, Eduardo; Cano-Parra, Rafael (2015): Cloud computing and education: A state-of-the-art survey. In: *Computers & Education* 80, S. 132–151. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.08.017.

Handbook of Industrial Organization Volume 1 (1989): Elsevier (Handbook of Industrial Organization).

Hill, Richard; Hirsch, Laurie; Lake, Peter; Moshiri, Siavash (2013): Guide to cloud computing. Principles and practice: Springer (Computer communications and networks).

Hommel, Ulrich (2003): Reale Optionen. Konzepte, Praxis und Perspektiven strategischer Unternehmensfinanzierung : mit 62 Tabellen. Berlin [u.a.]: Springer [u.a.].

Janisch, Sonja; Mader, Peter (2008): E-Business. 4. Aufl. Wien: LexisNexis ARD Orac (Praxis Rechtsskripten).

Katz, Richard N. (2008): The tower and the cloud. Higher education in the age of cloud computing. [Boulder, CO]: EDUCAUSE.

Kieser, Alfred (2006): Organisationstheorien. 6., erw. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer ([W:]).

Kornevs, Maksims; Minkevica, Vineta; Holm, Marcus (2012): Cloud Computing Evaluation Based on Financial Metrics. In: *Information Technology and Management Science* 15 (1). DOI: 10.2478/v10313-012-0013-8.

Korzeniowski, Paul (2011): Profiles of the use of cloud computing in higher education. [New York, N.Y.]: Primary Research Group.

Leimeister, Stefanie; Böhm, Markus; Riedl, Christoph; and Krcmar, Helmut; [Nachname nicht vorhanden] (2010): The Business Perspective of Cloud Computing. Actors, Roles and Value Networks. In: *ECIS 2010* (Paper 56), S. 14, zuletzt geprüft am 26.10.2013.

Liu, Xiao (2012): The design of cloud workflow systems. New York, NY: Springer (Springerbriefs in computer science).

Mansour, Ahmed; Ashour, Yousif (2013): The Adoption of Cloud Computing Technology: Concerns and Challenges. Case Study on Higher Education Institutions - Islamic University of Gaza "IUG". 1. Aufl. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing.

Matros, Raimund et.al (2009): Make-or-Buy im Cloud-Computing – Ein entscheidungsorientiertes Modell für den Bezug von Amazon Web Services. In: *Information Systems Management* (45). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/994471289/34>.

Mazhelis, Oleksiy; Tyrväinen, Pasi (2011): Economic aspects of hybrid cloud infrastructure. User organization perspective. In: *Springer Science+Business Media* LLC 2011, S. 25, zuletzt geprüft am 26.10.2013.

Metzger, Christian; Villar, Juan (2011): Cloud Computing. Chancen und Risiken aus technischer und unternehmerischer Sicht. München: Hanser, Carl.

Mircea, Marinela; Andreescu, Anca (2010): Using Cloud Computing in Higher Education: A Strategy to Improve Agility in the Current Financial Crisis.

Mladenow, Andreas; Fuchs, Elisabeth; Dohmen, Paul; Strauss, Christine: Value Creation Using Clouds: Analysis of Value Drivers for Start-Ups and Small and Medium Sized Enterprises in the Textile Industry. In: 2012 IEEE Workshops of International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA). Fukuoka, Japan, S. 1215–1220.

Mohapatra, Sanjay; Lokhande, Laxmikant (2014): Cloud Computing and ROI. A New Framework for IT Strategy. Cham: Springer International Publishing (Management for Professionals).

Möller, Christian (2010): Cloud Computing. Einsatz im E-Business. München: GRIN Verlag GmbH.

Moore E. Gordon (1965): Cramming More Components onto Integrated Circuits. In: *Electronics*, S. 114–117.

Neumann, Dirk. (2010): Economic models and algorithms for distributed systems. The cloud value chain reference model. Basel [u.a.]: Birkhäuser (Autonomic systems).

NIST Computer Security Division (CSD) (2011): NIST SP 800-145, The NIST Definition of Cloud Computing. Online verfügbar unter <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>, zuletzt geprüft am 08.10.2014.

Nix, Markus (2013): Nutzung von Cloud Computing in KMUs. Eine klassische Make-or-Buy-Entscheidung? 1. Aufl. Saarbrücken: AV Akademikerverlag.

Pepels, W. (2004): Marketing: Lehr- und Handbuch: Oldenbourg. Online verfügbar unter <http://books.google.at/books?id=ma-7ynHwNX0C>.

Ranjan Pal, Pan Hui (2012): Economic Models for Cloud Service Markets (8), S. 15, zuletzt geprüft am 26.10.2013.

Repschlaeger, Jonas; Ere, Koray; Zarnekow, Ruediger (2013): Cloud computing adoption. an empirical study of customer preferences among start-up companies (6), S. 34. DOI: 10.1007/s12525-012-0119-x.

Richter, Rudolf; Furubotn, Eirik Grundtvig (2003): Neue Institutionenökonomik. Eine Einführung und kritische Würdigung. 3., überarb. und erw. Aufl. Tübingen: Mohr Siebeck (Neue ökonomische Grundrisse).

Rickmann, Hagen; Diefenbach, Stefan; Bruening, Kai T. (2013): IT-Outsourcing. Neue Herausforderungen im Zeitalter von Cloud Computing. Berlin: Springer Gabler.

Sean Marston; Zhi Li; Subhajyoti Bandyopadhyay; Juheng Zhang; Anand Ghalsasi (2010): Decision Support Systems. Cloud computing — The business perspective. In: *Elsevier* 51 (1), S. 176–189, zuletzt geprüft am 26.10.2013.

Sultan, Nabil (2010): Cloud computing for education: A new dawn? In: *International Journal of Information Management* 30 (2), S. 109–116. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2009.09.004.

Vienna Scientific Cluster (2014): Informationsbroschüre des VSC Projekts. Unter Mitarbeit von ZID der Österreichischen Universitäten.

Vossen, Gottfried; Haselmann, Till; Hoeren, Thomas (2012): Cloud-Computing für Unternehmen. Technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte. 1. Aufl. Heidelberg: dpunkt-Verl.

Weinhardt, Christof; Anandasivam, Arun; Blau, Benjamin; Borissov, Nikolay; Meinel, Thomas; Michalk, Wibke; Stößer, Jochen (2009): Cloud Computing – A Classification, Business Models, and Research Directions. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* (3). DOI: 10.1007/s12599-009-0071-2.

Weinman, Joe (2011): Mathematical Proof of the Inevitability of Cloud Computing. Online verfügbar unter

http://joeweinman.com/Resources/Joe_Weinman_Inevitability_Of_Cloud.pdf, zuletzt geprüft am 10.10.2014.

Weinman, Joe (2012): *Cloudonomics. The business value of cloud computing*. Hoboken, N.J: Wiley.

Williamson, Oliver E. (1989): Chapter 3 Transaction cost economics. In: *Handbook of Industrial Organization Volume 1*, Bd. 1: Elsevier (*Handbook of Industrial Organization*), S. 135–182.

Wu, Wei-Wen; Lan, Lawrence W.; Lee, Yu-Ting (2013): Factors hindering acceptance of using cloud services in university: a case study. In: *The Electronic Library* 31 (1), S. 84–98. DOI: 10.1108/02640471311299155.

Yam, Chew-Yean; Baldwin, Adrian; Shiu, Simon; Ioannidis, Christos: Migration to Cloud as Real Option: Investment Decision under Uncertainty. In: 2011 IEEE 10th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom). Changsha, China, S. 940–949.

Internetquellen

ACOnet (2014): Webauftritt. Hg. v. Universität Wien. Online verfügbar unter <http://www.aco.net/acohome.html?&L=1>, zuletzt geprüft am 19.11.2014.

Amazon Web Services: AWS. Online verfügbar unter <http://aws.amazon.com/de/>, zuletzt geprüft am 06.07.2014.

APA (2014): LINBIT und Universität Innsbruck bauen Open-Source-Cloud auf. Online verfügbar unter http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20131111_OTS0044/linbit-und-universitaet-innsbruck-bauen-open-source-cloud-auf, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

BBG (2014): Bundesbeschaffung GmbH: Bundesbeschaffung. Online verfügbar unter <http://www.bbg.gv.at/>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2014, zuletzt geprüft am 19.11.2014.

CloudSleuth.net (2014): Global Provider View. Online verfügbar unter <https://cloudsleuth.net/global-provider-view>, zuletzt aktualisiert am 13.10.2014, zuletzt geprüft am 13.10.2014.

Die Presse (2014): Supercomputer: Wiener Science-Cluster wird schneller, 08.10.2014. Online verfügbar unter http://diepresse.com/home/panorama/wien/3832906/Supercomputer_Wiener-ScienceCluster-wird-schneller, zuletzt geprüft am 08.10.2014.

EMC² (2014): Mozy – Cloudbackup- und Recovery-Software – EMC. Online verfügbar unter <http://austria.emc.com/data-protection/mozy/index.htm#!>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

Experteninterviews (2014): Experteninterviews vom 12.11.2014 und 21.11.2014. Cloud Computing im Bildungssektor. Interview mit Dr. Haidl und Dr. Schildberger. Wien.

Futurezone.at: Big Brother Award an Uni Salzburg, LG und Facebook. Online verfügbar unter <http://futurezone.at/netzpolitik/big-brother-award-an-uni-salzburg-lg-und-facebook/93.308.919>, zuletzt geprüft am 19.11.2014.

Google App Engine - Free Platform-as-a-Service (PaaS) — Google Cloud Platform (2014). Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/appengine/>, zuletzt aktualisiert am 08.10.2014, zuletzt geprüft am 13.10.2014.

Hagenberg Cloud (2014): Hagenberg Cloud Computing Association. Online verfügbar unter <http://www.hagenberg-cloud.at/>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

Internetoffensive Österreich (2014): 2. Prioritätenkatalog. Online verfügbar unter <http://www.internetoffensive.at/kig/2-prioritaetenkatalog>, zuletzt aktualisiert am 29.09.2014, zuletzt geprüft am 29.09.2014.

JKU Linz (2014): JKU » Aufbau eines Cloud Computing Zentrums im JKU Softwarepark Hagenberg. Online verfügbar unter <http://www.jku.at/content/e213/e63/e58/e57?apath=e32681/e147613/e161845/e163030>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

Microsoft (2014): Azure: Microsoft's Cloud Platform. Online verfügbar unter <https://azure.microsoft.com/en-us/>, zuletzt aktualisiert am 13.10.2014, zuletzt geprüft am 13.10.2014.

Oracle (2014): Oracle CRM On Demand | Oracle DE. Online verfügbar unter <http://www.oracle.com/de/products/applications/crmondemand/index.html>, zuletzt aktualisiert am 13.10.2014, zuletzt geprüft am 13.10.2014.

RIS der Republik Österreich: Datenschutzgesetz 2000. DSG 2000. Online verfügbar unter <http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10001597/DSG%202000%2c%20Fassung%20vom%2030.09.2014.pdf?FassungVom=2014-09-30>, zuletzt geprüft am 30.09.2014.

SaaS Cluster Wien: Leitfaden "SaaS - Verträge richtig abschließen". Unter Mitarbeit von Paul Meinl. 2. Aufl. Online verfügbar unter <http://saas.clusterwien.at/5562476.6/>, zuletzt geprüft am 30.09.2014.

Salesforce: Salesforce.com. Online verfügbar unter <http://www.salesforce.com/de/?ir=1>, zuletzt geprüft am 06.07.2014.

SAP AG: SAP Business ByDesign. Online verfügbar unter <http://www.sap.com/germany/pc/tech/cloud/software/business-management-bydesign/overview/index.html>, zuletzt geprüft am 06.07.2014.

Statistik Austria (2014): IKT-Einsatz in Unternehmen. Statistik Austria. Online verfügbar unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/informationsgesellschaft/ikt-einsatz_in_unternehmen/index.html, zuletzt geprüft am 07.11.2014.

Statistik Austria (2014): Pressemitteilung - 12% der österreichischen Unternehmen nutzen kostenpflichtige Cloud Services. Statistik Austria. Online verfügbar unter http://www.statistik.at/web_de/presse/079195, zuletzt geprüft am 07.11.2014.

Statistik Austria (2014): Pressemitteilung - 35% der 16- bis 74-Jährigen nutzen 2014 Cloud Services. Statistik Austria. Online verfügbar unter http://www.statistik.at/web_de/presse/079196, zuletzt geprüft am 07.11.2014.

SURFnet (2014): SURF | SURFnet Webseite. Online verfügbar unter <https://www.surf.nl/en/about-surf/subsidiaries/surfnet>, zuletzt geprüft am 19.11.2014.

The City University of New York (2014): Welcome to CUNY - The City University of New York. Online verfügbar unter <http://www.cuny.edu/index.html>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

UIBK (2014): University of Innsbruck. Online verfügbar unter <http://www.uibk.ac.at/>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

University of California (2014): SETI@home. Online verfügbar unter <http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>, zuletzt aktualisiert am 08.10.2014, zuletzt geprüft am 08.10.2014.

Yale University (2014): About Yale University. Yale University (C) 2006, 2011. Online verfügbar unter <http://www.yale.edu/about/index.html>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2014, zuletzt geprüft am 19.10.2014.

Anhang I

Leitfaden der Experteninterviews

Interviewte Person(en): Dipl.-Ing. Dr.ⁱⁿ Brigitte Haidl, MBA

Interviewdauer: 30 - 60 Minuten

Ablauf des Interviews:

- Freundliche Begrüßung
- Aushändigung der Einverständniserklärung
- Kurze Erklärung über die Zielsetzung des Interviews.
- Zuhören statt reden
- Keine Suggestivfragen
- Intensives Nachfragen, um zu konkreten Aussagen zu gelangen.
- Immer wieder den Namen des Interviewpartners nennen.
- Blickkontakt mit den Interviewpartnern halten und einen offenen und freundlichen Gesichtsausdruck bieten und permanent Interesse am Gesprächspartner zeigen

Einleitungsfragen:

1. Was bedeutet das Thema Cloud Computing für Sie allgemein, was verbinden Sie damit und wie tief sind sie selbst damit vertraut?
2. Wie und wo sehen Sie grundsätzlich das Einsatzgebiet von Cloud Computing in Lehre und Wissenschaft?
3. Welche Institutionen oder Personengruppen könnten Ihrer Meinung nach besonders an Universitäten von Cloud Computing profitieren?
4. Welche Herausforderungen und Risiken sind mit dem Cloud-Computing-Einsatz in Lehre und Wissenschaft verbunden?
5. Was halten Sie von Cloud-Computing-Ansätzen, die von einzelnen österreichischen Universitäten verfolgt werden?
 - a. Stichwort: Universität Innsbruck oder JKU Linz
 - b. Ist nicht eine gesamtheitliche Lösung erstrebenswert? Oder unterscheiden sich aus Ihrer Erfahrung die Anforderungen von Universität zu Universität zu stark?
6. Was würden Sie als wichtigste Anforderungen an ein gemeinsames Cloud-Computing-Netzwerk sehen?
7. Welche strukturellen Voraussetzungen für die Initiierung eines Evaluierungsprozesses halten Sie für gegeben, welche wären zu schaffen?
8. Halten Sie einen über eine Universität hinausgehenden Analyseansatz für zielführend?

Hauptfragen:

9. Nach Informationen aus dem BMWF (Hr. Dr. Thomas Egger) wurde vom Verein ACONet, bei dem Sie den Vorsitz innehaben, eine Studie zum Thema „Cloud-Computing-Einsatz in der Wissenschaft“ in Auftrag gegeben und abgenommen.
 - a. Warum wurde vom BMWFW gerade der Verein ACONet angesprochen?
 - b. Welche Zielsetzung verfolgt der Verein?
10. Wann und von wem wurde diese Studie durchgeführt? Welche Gruppen wurden hierbei miteinbezogen?
 - a. Was hat das BMWF hier im Detail beigetragen?
 - b. Kann die Studie eingesehen werden?
11. Wurden alle vom BMWFW geforderten Punkte laut dem 2. Prioritätenkatalog der IOÖ untersucht?
 - a. Evaluierung von Vorteilen und Risiken
 - b. Einsparungen bei Speicher, Ressourcen und Geld
 - c. Fragen nach Datenschutz und Ausfallsicherheit
 - d. Abklärung des tatsächlichen Nutzens/Interesses für den Endkunden bzw. an Grundlagenforschung
 - e. Erhebung an den Universitäten
 - f. Nutzungspotential durch Cloud Computing
12. Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie?
13. Gibt es für Sie positive wie auch negative Überraschungen bei den Ergebnissen?
14. Gibt es weitere (universitäre) Arbeitsgruppen, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen?
15. Sind weitere Untersuchungen geplant? Wissen Sie mehr über die weitere Vorgehensweise der IOÖ oder des BMWFW?

Abschlussfragen:

16. Warum ist Cloud Computing aus Ihrer Sicht an österreichischen Universitäten noch nicht so weit verbreitet? Wo sehen Sie hier die Gründe?
17. Welche Formen des Cloud Computing sind abseits der Studie für Sie konkret an der Medizinischen Universität denkbar? Wird Cloud Computing bereits eingesetzt? In welchen Aufgabenbereichen?
18. Sehen Sie durch Technologien wie Cloud Computing die Arbeit der ZID an Universitäten eher unterstützt oder bedroht?
19. Wie gehen Sie intern mit Themen wie Datenschutz und Datensicherheit beim ZID um?
 - a. Könnte dies in Zukunft genauso gut wie heute bei einem verstärkten Cloud-Computing-Einsatz durch den ZID sichergestellt werden?
20. Gibt es aus Ihrer Sicht noch weitere geeignete und wichtige Kontaktpartner für ein Interview zu diesem Thema?

Interviewte Person(en): Dipl.-Ing. Dr. Andreas Schildberger

Interviewdauer: 30 - 60 Minuten

Ablauf des Interviews:

- Freundliche Begrüßung
- Aushändigung der Einverständniserklärung
- Kurze Erklärung über die Zielsetzung des Interviews.
- Zuhören statt reden
- Keine Suggestivfragen
- Intensives Nachfragen, um zu konkreten Aussagen zu gelangen.
- Immer wieder den Namen des Interviewpartners nennen.
- Blickkontakt mit den Interviewpartnern halten und einen offenen und freundlichen Gesichtsausdruck bieten und permanent Interesse am Gesprächspartner zeigen

Einleitungsfragen:

1. Was bedeutet das Thema Cloud Computing für Sie allgemein, was verbinden Sie damit und wie tief sind sie selbst damit vertraut?
2. Wie und wo sehen Sie grundsätzlich das Einsatzgebiet von Cloud Computing in Lehre und Wissenschaft?
3. Welche Institutionen oder Personengruppen könnten Ihrer Meinung nach besonders an Universitäten von Cloud Computing profitieren?

4. Welche Herausforderungen und Risiken sind mit dem Cloud-Computing-Einsatz in Lehre und Wissenschaft verbunden?
5. Was halten Sie von Cloud-Computing-Ansätzen, die von einzelnen österreichischen Universitäten verfolgt werden?
 - a. Stichwort: Universität Innsbruck, Salzburg oder JKU Linz
 - b. Ist nicht eine gesamtheitliche Lösung erstrebenswert? Oder unterscheiden sich aus Ihrer Erfahrung die Anforderungen von Universität zu Universität zu stark?
6. Was würden Sie als wichtigste Anforderungen an ein gemeinsames Cloud-Computing-Netzwerk sehen?
 - a. Gleichberechtigung der Akteure?
 - b. Wie wichtig ist Vertrauen?
 - c. Welche Daten oder Services sollten/können ausgelagert werden?

Hauptfragen:

7. Vom Verein ACOnet, in dem auch die BOKU vertreten ist, wurde eine Studie zum Thema „Cloud-Computing-Einsatz in der Wissenschaft“ in Auftrag gegeben und abgenommen. Arbeitstitel dieser Studie ist „ACOMarket“.
 - a. Was können Sie allgemein zur Studie sagen?
 - b. Was sind die Hauptziele?
 - c. Und welche Rolle könnte die BOKU in solch einem „Broker“ System spielen? (Anbieter oder Nachfrager)?
8. Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie?
9. Gibt es für Sie positive wie auch negative Überraschungen bei den Ergebnissen?
10. Sollten auch Softwarelizenzen von solch einem Broker gehalten werden?

Abschlussfragen:

11. Warum ist Cloud Computing aus Ihrer Sicht an österreichischen Universitäten noch nicht so weit verbreitet?
 - a. Wo sehen Sie hier die Gründe?
 - b. Liegt es unter Umständen an der mangelnden Bereitschaft zu Kooperieren und damit eigene Kompetenzen aufzugeben?
12. Welche Formen des Cloud Computing sind abseits der Studie für Sie konkret an der BOKU denkbar?
 - a. Wird Cloud Computing bereits eingesetzt?
 - b. In welchen Aufgabenbereichen?
13. Arbeitet die BOKU im Rahmen von Kooperationsverträgen schon mit anderen Universitäten in diesem Bereich zusammen?
 - a. Kooperation mit Universität Wien und TU Wien?
14. Sehen Sie durch Technologien wie Cloud Computing die Arbeit der ZID an Universitäten eher unterstützt oder bedroht?
15. Wie gehen Sie intern mit Themen wie Datenschutz und Datensicherheit beim ZID um?
 - a. Könnte dies in Zukunft genauso gut wie heute bei einem verstärkten Cloud-Computing-Einsatz durch den ZID sichergestellt werden?

Anhang II

Abstract (Deutsch)

Diese Thesis befasst sich mit dem Thema Cloud Computing, mit Schwerpunkt auf dem Bildungssektor. Zentral ist die ökonomische Betrachtungsweise des Themas, um eine möglichst gute Entscheidungsgrundlage für Institutionen zu schaffen. Nach einer Einführung in das Thema werden die wichtigsten Begriffe erklärt, Definitionen dargelegt, wie auch die Formen von Cloud Computing erläutert. In der zentralen betriebswirtschaftlich getriebenen Betrachtung von Cloud Computing wird näher auf die ökonomischen Faktoren, auf unterschiedliche betriebswirtschaftliche Theorien für Investitionsentscheidungen oder die Anwendbarkeit der neuen Institutionenökonomik im Cloud-Computing-Kontext näher eingegangen. Dem Schwerpunkt dieser Thesis, dem Bildungssektor, genauer gesagt den Universitäten und den dortigen Möglichkeiten eines Einsatzes von Cloud Computing, wurde durch durchgeführte Experteninterviews Rechnung getragen.

Abstract (English)

This thesis is concerned with the topic Cloud Computing, with emphasis on the education sector. The economic viewpoint of the topic is central, in order to create a decision basis for institutions as good as possible. After an introduction to the topic the most important terms are explained, definitions are stated and the different forms of Cloud Computing are explained. In the central business-driven view of Cloud Computing this thesis takes a closer look on the economic factors, on different economic theories to investment decisions, or the applicability of the new institutional economics in the context of Cloud Computing. The emphasis of this thesis, the education sector, more specifically said the universities and their possibilities of use of Cloud Computing, is supported by accomplished expert interviews.

Anhang III

Akademischer Lebenslauf

Persönliche Informationen:

Name: Lukas Edengruber

Geburtsort: Wien

Nationalität: Österreich

E-Mail: lukas.edengruber@gmail.com

Ausbildung:

01/2013 - 12/2014: Studium der Betriebswirtschaftslehre an der
Universität Wien

Schwerpunkt: Electronic Commerce und Industrial Management

Angestrebter Abschluss: Master of Science (MSc)

09/2008 - 01/2013: Studium der Betriebswirtschaftslehre an der
Universität Wien

Schwerpunkt: Wirtschaftsrecht und Produktionsmanagement

Abschluss: Bachelor of Science (BSc)

Interessengebiete:

- Electronic Commerce
- E-Marketing
- Wirtschaftsrecht
- Informationstechnik