

Optimierung der IT Infrastruktur durch Migration in die Cloud

Masterarbeit

Eingereicht von: **Mario Herold, BA**

Matrikelnummer: 51841022

im Fachhochschul-Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik
der Ferdinand Porsche FernFH GmbH

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Arts in Business

Betreuung und Beurteilung: Mag. Thomas Neuroth-Pfeiffer

Zweitgutachten: Dr. Alexander Fleischer

Wien, 01.2024

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Inhalte, die direkt oder indirekt aus fremden Quellen entnommen sind, sind durch entsprechende Quellenangaben gekennzeichnet.
2. dass ich diese Masterarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit zur Beurteilung vorgelegt oder veröffentlicht habe.
3. dass die vorliegende Fassung der Arbeit mit der eingereichten elektronischen Version in allen Teilen übereinstimmt.

Wien, 08.01.2024

Unterschrift

Kurzzusammenfassung: Optimierung der IT Infrastruktur durch Migration in die Cloud

IT Infrastrukturkomponenten unterliegen einem Lebenszyklus und müssen regelmäßig erneuert werden um von Herstellern unterstützt zu bleiben. Die Erneuerung und der Betrieb von IT Infrastruktur ist aufwendig und bindet Ressourcen wie Budget und Personal, was viele Unternehmen vor eine Herausforderung stellt. Cloud Computing verspricht hier Abhilfe, da sich durch eine Cloudmigration lokale Infrastruktur reduzieren soll, was sich positiv auf Betriebsaufwand und Kosten auswirken soll. Daraus entstand die Frage „Welche lokalen IT Infrastrukturkomponenten können in welches Cloud Service Modell (anhand konkreter Beispiele von Microsoft Service Modellen) migriert werden um Kosten, Verfügbarkeit, Betriebsaufwand und Aktualität von Klein- und Mittelunternehmen aus der Sparte Information und Consulting zu optimieren?“ Ziel war es daher Cloudmigrationsmodelle zu entwickeln, um das optimale Cloud Service Modell bestimmen und damit Kosten, Betriebsaufwand, Verfügbarkeit und Aktualität evaluieren zu können. Anhand eines Fallbeispiels wurde mittels Gesamtkostenrechnung und einer Nutzwertanalyse die Cloudlösung einer Hardwarelösung gegenübergestellt und beurteilt. Dazu wurden die Forschungsmethoden Literaturrecherche, Fallstudie und Modellierung verwendet. Das Ergebnis des Fallbeispiels zeigt, dass sich mit Hilfe der entwickelten Migrationsmodelle die Cloud Service Modelle bestimmen lassen, die Gesamtkosten der Cloudlösung im Betrachtungszeitraum von fünf Jahren günstiger sind, und diese auch den besseren Nutzwert aufweisen, was zum Fazit führt, dass sich die betrachteten Faktoren optimieren lassen.

Schlagwörter:

Cloudmigration, IT Infrastruktur, Cloud Service Modell, Cloud Computing, TCO, Nutzwertanalyse

Abstract: Optimization of IT infrastructure through migration to the cloud

IT infrastructure components are subject to a lifecycle and must be regularly renewed to remain supported by vendors. The renewal and operation of IT infrastructure is costly and ties up resources such as budget and personnel, which poses a challenge for many companies. Cloud computing promises a remedy here, as cloud migration should reduce local infrastructure, which should have a positive effect on operating expenses and costs. So, the question arose " Which local IT infrastructure components can be migrated to which cloud service model (using concrete examples of Microsoft service models) to optimize costs, availability, operating expenses and up-to-dateness of small and medium-sized companies in the information and consulting sector? " The aim was therefore to develop cloud migration models to determine the optimal cloud service model and thus evaluate costs, operating expenses, availability and up-to-dateness. Based on a case study, the cloud solution was compared and evaluated against the hardware solution using total cost accounting and a benefit analysis. The research methods of literature research, case study and modeling were used for this purpose. The result of the case study shows that the cloud service models can be determined, total costs of the cloud solution are lower over a five-year period and that the cloud solution also has a better benefit value, which leads to the conclusion that the factors under consideration can be optimized.

Keywords:

Cloud migration, IT infrastructure, cloud service model, cloud computing, TCO, benefit analysis

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Problemstellung	6
1.2	Motivation.....	7
1.3	Ziel.....	7
1.4	Abgrenzung.....	8
1.5	Forschungsfrage	9
1.6	Hypothese	9
1.7	Relevanz der Arbeit	9
1.8	Aufbau der Arbeit.....	10
2	Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik	11
2.1	IT Infrastruktur	11
2.1.1	Ebene der baulichen Einrichtungen.....	12
2.1.2	Hardwareebene	13
2.1.3	Systemsoftware Ebene	14
2.1.4	Anwendungssoftware Ebene.....	15
2.1.5	Virtuelle Maschinen	15
2.1.6	Microsoft IT Infrastruktur	15
2.2	Cloud Computing	20
2.3	IT Asset Management.....	22
2.4	Migrationsstrategien	23
2.5	Total Cost of Ownership (TCO).....	25

2.6	Nutzwertanalyse	27
3	Vergleichbare wissenschaftliche Arbeiten	28
3.1	Cloud Services in kleinen und mittleren Unternehmen.....	28
3.2	Strategien und Prozeduren für eine Cloudmigration	31
3.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beim Einsatz von Cloud Computing.....	33
4	Methodische Vorgangsweise.....	35
4.1	Literaturrecherche	35
4.2	Fallstudie	36
4.3	Modellierung.....	37
5	Vorgehensmodelle.....	38
5.1	Allgemeines Vorgehen (Gesamtvorgehen)	38
5.2	Spezifische Migrationsmodelle.....	41
5.2.1	Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell	42
5.2.2	Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell	45
5.2.3	Web Server Cloudmigrationsmodell	47
5.2.4	Microsoft File Server Cloudmigrationsmodell	50
5.2.5	Microsoft SharePoint Server Cloudmigrationsmodell.....	53
5.2.6	Microsoft Exchange Server Cloudmigrationsmodell.....	55
5.2.7	Microsoft Print Server Cloudmigrationsmodell	59
5.2.8	Antivirus/ Antispam Cloudmigrationsmodell	62
5.2.9	Microsoft Remote Desktop Services Cloudmigrationsmodell	64
5.2.10	Microsoft Windows Server Updates Services Cloudmigrationsmodell	66
5.2.11	Microsoft Domain Controller Cloudmigrationsmodell.....	67

5.2.12	Microsoft Domain Name System Cloudmigrationsmodell	69
5.2.13	Microsoft Dynamic Host Configuration Protocol Cloudmigrationsmodell...	71
5.2.14	Backup und Restore Cloudmigrationsmodell.....	73
5.2.15	Hypervisor Migrationsmodell	74
5.2.16	Internetverbindungsmigrationsmodell.....	75
6	Fallstudie	78
6.1	Anwendung des Allgemeinen Vorgehensmodells	80
6.2	Anwendung der spezifischen Migrationsmodelle	81
6.2.1	BMD	81
6.2.2	Database Service.....	81
6.2.3	Web Service	82
6.2.4	ELBA.....	82
6.2.5	File Service	83
6.2.6	Mail Service.....	84
6.2.7	Antispam Service	85
6.2.8	Antivirus Service	85
6.2.9	Chat Service	85
6.2.10	Print Service.....	85
6.2.11	Scan Service	86
6.2.12	Remote Desktop Service.....	86
6.2.13	Windows Update Services	87
6.2.14	Directory Service.....	87
6.2.15	Domain Name Service	87

6.2.16	Dynamic Host Configuration Protocol Service	88
6.2.17	Backup und Restore Service	88
6.2.18	Hypervisor Service.....	89
6.2.19	Internetverbindung	89
7	Ergebnisse.....	89
7.1	Cloudmigrationsergebnisse	90
7.2	Total Cost of Ownership (TCO).....	91
7.3	Nutzwertanalyse	93
7.4	Fazit	95
8	Zusammenfassung und Ausblick	96
8.1	Zusammenfassung	96
8.2	Ausblick.....	98
9	Literaturverzeichnis.....	100
10	Abbildungsverzeichnis.....	106
11	Tabellenverzeichnis	108
12	Abkürzungsverzeichnis	108
	Anhang A.....	1
	Anhang B.....	4

1 Einleitung

Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung ist die Verwendung von Informationstechnologie für Unternehmen nicht mehr zu vernachlässigen. Nach dem Digital Economy and Society Index (DESI) der EU aus dem Jahr 2023 nutzen bereits 67,30% von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in Österreich zumindest ein Basislevel an Digitalisierung. Der Index fasst aus den Bereichen Humankapital, digitale Infrastruktur, Digitalisierung von Unternehmen und digitale Verwaltungsservices Metriken zusammen und misst somit die digitale Leistungsfähigkeit von EU-Staaten. Unternehmen haben dabei die Wahl, ob sie die dazu notwendige IT Infrastruktur, wie z.B. Computer, Netzwerkkomponenten oder Anwendungen selbst betreiben, oder von einem Dienstleister teilweise oder zur Gänze betreiben lassen (Kurbel & Datsenka, 2019). Doch die betriebene IT Infrastruktur unterliegt auch einem Lebenszyklus, d.h. dass Hard- und Software sich „abnutzen“ und von den Herstellern nach einer gewissen Zeit nicht mehr unterstützt werden. Dies hat zur Folge, dass vermehrt Fehler auftreten können, die Performance darunter leidet, Funktionen nicht mehr erweitert werden, die Sicherheit von nicht upgedateten Systemen herabgesetzt wird und sich auch der Betriebsaufwand erhöht. Daher ist es wichtig, dass betroffene Hard- und Softwarekomponenten auch rechtzeitig erneuert werden. Dazu stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung wie z.B. bei Eigenbetrieb von Hard- und Software, diese durch neuere Komponenten zu ersetzen, oder diese Komponenten durch eine Migration in eine Cloud abzulösen. Beim Cloud Computing ist es möglich einen gemeinsam genutzten Pool aus Rechenressourcen wie z.B. für Server, Netzwerke, Speicher, Anwendungen und Dienste über das Internet zu nutzen (Mell & Grance, 2011). Dadurch verringert sich der lokale Hardwareanteil was Investitionskosten, Serverraumkosten, Hardwarewartungen und Ausfälle reduzieren soll. Die Nutzung von Cloud Services soll weiters sicherstellen, dass die genutzten Services und Systeme immer am aktuellen Stand der Technik sind. Moderne Cloud Services sollen darüber hinaus über einfache Weboberflächen eine vereinfachte Administration über alle registrierten Services bieten (Haselmann, 2012). Fragen, die sich daraus ergeben sind, wie und welche Systeme lassen sich in eine Cloud migrieren und welche Möglichkeiten sind dann in der Cloud gegeben? Bringt eine solche Migration auch wirtschaftliche und Nutzensvorteile?

1.1 Problemstellung

Viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stehen vor der Herausforderung mit geringen Ressourcen, wie Personal und Budget, die Verfügbarkeit, die Administrierbarkeit und den Stand der Technik der lokalen IT Infrastruktur von Unternehmen aufrecht zu erhalten. Die Studie von Kaseya Limited (2021) zeigt, dass 34% der befragten Unternehmen nicht genug IT Budget oder Ressourcen zur Verfügung haben um notwendige IT-Initiativen umsetzen zu können. Zudem besagt die Studie, dass 24% der befragten Unternehmen veraltete Systeme im Einsatz haben, welche das Wachstum und die Innovation der Unternehmen behindern. Dabei ist der Top Budgetposten das Updaten und Erneuern von Infrastrukturkomponenten, welche bereits ihren Lebenszyklus überschritten haben. Diese gilt es aber regelmäßig zu erneuern um die Probleme wie in der Einleitung erwähnt verhindern zu können.

Eine mögliche Herangehensweise kann die Inanspruchnahme von Cloud Services sein, welche genau für solche Herausforderungen eine Lösung in Aussicht stellen, da lokal benutzte Hardware durch entsprechende Cloud Services abgelöst werden kann. Die Verantwortung für den Hardware- oder Softwarelebenszyklus wird auf den Cloudanbieter übertragen. Da es jedoch auch verschiedene Cloud Service Modelle gibt, welche unterschiedliche Kosten, Betriebsaufwand, Verfügbarkeit und Aktualität bedeuten, stellt sich auch die Frage wie bestimmt werden kann welche IT Infrastrukturkomponenten in die Cloud überführt werden können und in welches Modell.

Bei näherer Betrachtung und Recherche wurde folgendes festgestellt:

- Es werden in der Literatur nur pauschale Aussagen darüber getroffen, dass in den meisten Fällen eine Migration in die Cloud Kostenvorteile und auch eine Senkung des Betriebsaufwandes mit sich bringt.
- Cloud ist nicht gleich Cloud. Es gib verschiedene Cloud Service Modelle, welche für unterschiedliche Anwendungszwecke in Bezug auf Funktionalität, Kosten und Betriebsaufwand optimiert sind.
- Es wurde in der gefundenen und analysierten Literatur kein detailliertes, strukturiertes und methodisches Vorgehen gefunden, wonach bestimmt werden kann ob Komponenten in die Cloud migrierbar sind und vor allem in welches Cloud Service Modell.

Diese Bestimmung des Cloud Service Modells wäre aber von hoher Wichtigkeit um Faktoren wie Kosten, Betriebsaufwand, Verfügbarkeit und Aktualität vorab evaluieren zu können, um einen möglichst realistischen Vergleich mit einer Alternativlösung

durchführen zu können. Nur so kann jedes Unternehmen für sich feststellen welche Alternativlösung für sie die beste ist.

1.2 Motivation

Durch die berufliche Tätigkeit als IT Solution Architekt und Team Lead bei einem IT Dienstleister im Bereich IT Infrastruktur Projekte und IT Infrastruktur Betrieb ist das Thema der IT Infrastruktur Erneuerung im Zuge des IT Infrastruktur Lebenszyklus ein ständig wiederkehrendes. Da für die betreuten Kunden der wirtschaftliche Aspekt in solchen Projekten einen großen Stellenwert hat, müssen hier laufend Alternativlösungen analysiert und betrachtet werden. Da es auch für den Dienstleister immer schwieriger wird bei wachsendem Kundenstamm mit geringen Ressourcen wie Budget und Personal die IT Infrastruktur der Kunden zu betreuen, ist der Autor in seiner Tätigkeit motiviert und gefordert mögliche Lösungen dafür zu finden. Der Autor hat es sich daher zum Ziel gesetzt, Vorgangsweisen bzw. Modelle zu entwickeln welche bei der Planung einer möglichen Cloudmigration helfen sollen.

1.3 Ziel

Das Arbeitsziel ist es, technische Vorgehensmodelle zu entwickeln, um zu bestimmen welche IT Infrastrukturkomponenten eines Unternehmens in welcher Ausprägung in welches Cloud Service Modell migriert werden können damit die entstehenden Kosten, die Verfügbarkeit, der Betriebsaufwand und Aktualität evaluiert werden kann. Mithilfe dieser Daten kann dann ein Vergleich mit der eingesetzten lokalen IT Infrastruktur und Applikationslandschaft eines Unternehmens erfolgen. Diese Entscheidungshilfe soll Klein- und Mittelunternehmen dabei unterstützen schnell und einfach bewerten zu können, ob sich eine Migration in eine Cloud lohnt.

Die Anwendbarkeit des technischen Vorgehensmodells wird anhand eines konkreten Fallbeispiels evaluiert. Bei dem konkreten ausgewählten KMU aus der Sparte Information und Consulting werden die IT Infrastrukturkomponenten wie Server, Applikationen und Services identifiziert und anhand der Modelle analysiert, welche dieser Komponenten in welches Microsoft Cloud Service Modell überführt werden können. Weiters wird bestimmt ob und in welchem Ausmaß sich dadurch die Kosten, der betriebliche Aufwand, die Verfügbarkeit und die Aktualität der Komponenten im Vergleich zu einer lokalen Lösung optimieren lassen.

Microsoft wird an dieser Stelle als Cloud Anbieter gewählt, da Microsoft mit einem Marktanteil von 22% einer der führenden Cloud Anbieter weltweit ist (Richter, 2023). Aus der Studie von Kaseya Limited (2021) geht hervor, dass 65% der befragten Unternehmen Cloud Services unterschiedlicher Ausprägung einsetzen, wovon 77% davon Microsoft Cloud Services einsetzen. Darüber hinaus setzt das Unternehmen aus dem Fallbeispiel überwiegend Microsoft Produkte ein und hat seine Strategie dahingehend ausgerichtet.

Das Ergebnis soll dem untersuchten Unternehmen dabei helfen eine Entscheidung zu treffen ob und welche IT Infrastrukturkomponenten in die Cloud überführt werden sollen. Es soll weiters auch anderen Unternehmen, die von diesem Problem betroffen sind, dabei helfen, diese Analyse auf ihre eigenen Komponenten anzuwenden, um diese gegebenenfalls auch in ein Cloud Service Modell überführen zu können um damit Kosten, Betriebsaufwand und die Verfügbarkeit zu optimieren.

1.4 Abgrenzung

Die vorliegende Arbeit behandelt Technologien welche vorwiegend im Unternehmen des Autors sowie in dessen betreuten Kundenunternehmen Einsatz finden. Diese Unternehmen sind kleine und mittlere Unternehmen. Daher sind die aus der Arbeit stammenden Erkenntnisse auch auf diese Unternehmensgrößen beschränkt. Die Technologien, die zum Einsatz kommen sind überwiegend von marktführenden Herstellern wie Microsoft, VMware, Cisco, Lenovo und IBM. Für die Entwicklung der Vorgehensmodelle wurden nur die Serversysteme, im speziellen die Microsoft Kernsysteme, sowie die Kernapplikationen für die Businessprozesse betrachtet. Aufgrund des Umfanges der betrachteten IT Infrastruktur des Fallbeispiels wurden die Komponenten Storages, Netzwerkkomponenten, USV, Drucker, Scanner und Clientsoftware nicht bzw. nur am Rande betrachtet. Ebenfalls nicht betrachtet wurden rechtliche Aspekte oder eine erweiterte Risikoanalyse des Cloudcomputings. Diese wurden durch den Kunden selbst durchgeführt und stehen dem Autor nicht zur Verfügung. Dem Autor stehen ebenfalls keine Angaben zur Unternehmensstrategie, den Zielen oder zu Umsätzen zur Verfügung. Rechtliche Themen oder Strategie Themen wurden schon ausführlich in den vergleichbaren Arbeiten behandelt, welche bei Interesse herangezogen werden können. Die erarbeiteten Migrationsmodelle beziehen sich demnach auch auf die Technologien wie sie in den Kundenunternehmen des Autors Einsatz finden. Da diese überwiegend von Microsoft Technologien geprägt sind und diese auch eine sehr hohe Marktverbreitung aufweisen wird für die Cloudmigrationsmodelle auch ausschließlich die Microsoft Cloud als Ziel betrachtet. Die Migrationsmodelle behandeln

demnach ein mögliches Vorgehen um eine Applikation, ein Service oder einen Server in die Microsoft Cloud zu migrieren. Neue Hardware wird in den Modellen nicht betrachtet und ist für die Beantwortung der Forschungsfrage nicht von Relevanz. Die Ergebnisse aus den Modellen stellen einen ersten Anhaltspunkt für das optimale Cloud Service Modell dar. Eine genaue über diese Arbeit hinausgehende technische Analyse der Systeme ist aber dennoch zu empfehlen, da aufgrund des Umfangs nicht alle Einzelheiten und Abhängigkeiten betrachtet werden können, was ggf. zu anderen Ergebnissen führen kann. Die angegebenen Details zu Features und Limitierungen in den einzelnen Migrationsmodellen zu Technologien, sind Ausschnitte aus sehr umfangreichen Listen des Herstellers. Hier wurden die für das Fallbeispiel und ähnlichen Projekten wichtigsten genannt. Für genauere Ergebnisse ist es dennoch empfohlen auch bei der Hersteller Dokumentation nachzurecherchieren, da diese mehr Details enthalten und die Information in dieser Arbeit vom Zeitpunkt des Schreibens stammt. Die Informationen zu den Technologien auf den Herstellerseiten werden regelmäßig upgedatet. Bei Betrachtung der Total Cost of Ownership (TCO) und Nutzwertanalyse wurden nur für den Vergleich relevante Komponenten für die Berechnung herangezogen.

1.5 Forschungsfrage

Welche lokalen IT Infrastrukturkomponenten können in welches Cloud Service Modell (anhand konkreter Beispiele von Microsoft Service Modellen) migriert werden um Kosten, Verfügbarkeit, Betriebsaufwand und Aktualität von Klein- und Mittelunternehmen aus der Sparte Information und Consulting zu optimieren?

1.6 Hypothese

Durch eine Migration lokaler IT Infrastrukturkomponenten in die jeweils bestimmten Cloud Service Modelle, lassen sich Faktoren wie Kosten, Verfügbarkeit, Betriebsaufwand und Aktualität optimieren.

1.7 Relevanz der Arbeit

Die entwickelten Migrationsmodelle lassen sich auf viele weitere kleine und mittlere Unternehmen anwenden. Da das Unternehmen des Autors als IT-Dienstleister viele IT Infrastrukturen unterschiedlicher Unternehmen betreibt, kann aus Erfahrung gesagt werden, dass sich die IT Infrastruktur und Applikationslandschaft dieser Unternehmen sehr ähnelt. Es kommen dabei überwiegend Microsoft Produkte zum Einsatz. Die hohe

Marktverbreitung von Microsoft Windows Betriebssystemen und Serverbetriebssystemen wird auch in zahlreichen Statistiken verdeutlicht (Fortune Business Insights, 2021). Die Migrationsmodelle decken ebenfalls die für eine Microsoft IT Infrastruktur notwendigen Kernsysteme ab wie in Kapitel 2.1 beschrieben. Da diese Kernsysteme in jeder Microsoft IT Infrastruktur notwendig sind, ist die Anwendbarkeit auch für jedes Unternehmen, welches eine solche Infrastruktur einsetzt, gegeben. Voraussetzung ist jedoch die Zielbetrachtung einer Microsoft Cloud. Hier kann aufgrund des Umfangs nicht jeder Cloudanbieter betrachtet werden. Die Microsoft Cloud wurde ebenfalls aufgrund der Synergien mit den lokal eingesetzten Microsoft Produkten und der hohen Marktverbreitung, wie in der Kaseya Studie (2021) ersichtlich, gewählt.

1.8 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in die Kapitel Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik, Vergleichbare wissenschaftliche Arbeiten, Methodische Vorgangsweise, Vorgehensmodelle, Fallstudie, Ergebnisse, sowie Zusammenfassung und Ausblick.

Das Kapitel 2, Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik, vermittelt die wissenschaftlichen Grundlagen für das Verständnis des empirischen Teils der Arbeit und behandelt den aktuellen Stand der Technik. Behandelte Themen bzw. Technologien in diesem Kapitel sind IT Infrastrukturen, Cloud Computing, IT Asset Management, Migrationsstrategien, Total Cost of Ownership (TCO) und Nutzwertanalyse.

Das Kapitel 3, Vergleichbare wissenschaftliche Arbeiten, zeigt drei Arbeiten zum Thema Cloudmigration, auf welche aufgebaut wird.

Das Kapitel 4, Methodische Vorgangsweisen, erklärt die verwendeten Methoden in dieser Arbeit. Verwendet wurden die Literaturrecherche, die Fallstudie und die Modellierung.

Das Kapitel 5, Vorgehensmodelle, behandelt detailliert die entwickelten ausgearbeiteten Migrationsmodelle von IT Infrastrukturkomponenten in die Cloud. Vorgestellt wird ein Modell für das allgemeine Vorgehen für eine erfolgreiche Migration, sowie spezifische Modelle für unterschiedliche Server, deren Applikationen und Services.

Das Kapitel 6, Fallstudie, beschreibt ein Fallbeispiel und zeigt die Anwendung der ausgearbeiteten Modelle an diesem.

Das Kapitel 7, Ergebnisse, fasst die Ergebnisse aus den Modellen zusammen, zeigt die Ergebnisse der Total Cost of Ownership Kalkulation, die Ergebnisse aus der Nutzwertanalyse und vermittelt das Fazit daraus.

Das Kapitel 8, Zusammenfassung und Ausblick, fasst die Arbeit auf das wesentlichste zusammen und gibt einen Ausblick darüber an welchen Punkten mit weiterführenden Arbeiten angeknüpft werden könnte.

2 Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik

Dieses Kapitel beschreibt die wissenschaftlichen Grundlagen sowie den Stand der Technik für die weiterführenden Kapitel.

2.1 IT Infrastruktur

Bezüglich IT Infrastruktur gibt es verschiedene Definitionen, welche sich im Laufe der Jahre stets weiterentwickelt und ergänzt haben. Eine der früheren Definitionen für IT Infrastruktur wurde von McKay und Brockway im Artikel „Building IT infrastructure for the 1990s“ des Journals „Stage by stage“ im Jahr 1989 aufgestellt. Darin teilen sie die IT Infrastruktur in drei Schichten ein, siehe dazu Abbildung 1. In der untersten Schicht befinden sich die Komponenten der Informationstechnologie (IT) wie Server, Computer, Drucker, Router, Datenbanksoftware und Betriebssysteme. Die mittlere Schicht beinhaltet die menschliche IT Infrastruktur, also alles das was an menschlichem Wissen, Fähigkeiten, Standards, Richtlinien und Erfahrungen vorhanden ist um die untere Schicht an die oberste Schicht zu binden. Die oberste Schicht umfasst dann alle geteilten IT Dienste bzw. Services wie zum Beispiel geteilte Kundendatenbanken (Nyrhinen, 2008).

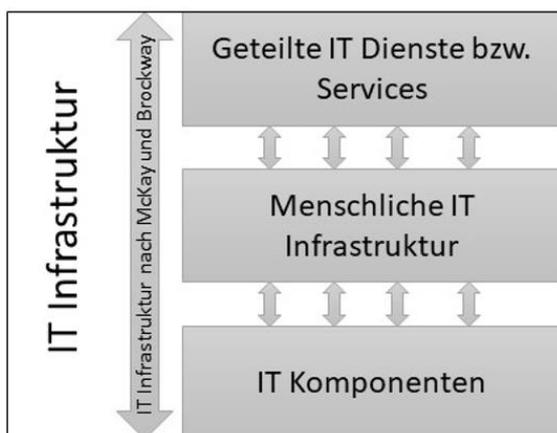


Abbildung 1 - IT Infrastruktur Schichtenmodell, eigene Darstellung

Nach dem Modell von Patig (2019) lässt sich die IT Infrastruktur in 2 Sichten und in mehrere Ebenen einteilen. Die Sichten sind die Technische Sicht und die Informationsmanagement Sicht. Zu den Ebenen zählen bauliche Einrichtungen, Hardware, Systemsoftware und Anwendungssoftware, siehe dazu auch Abbildung 2.

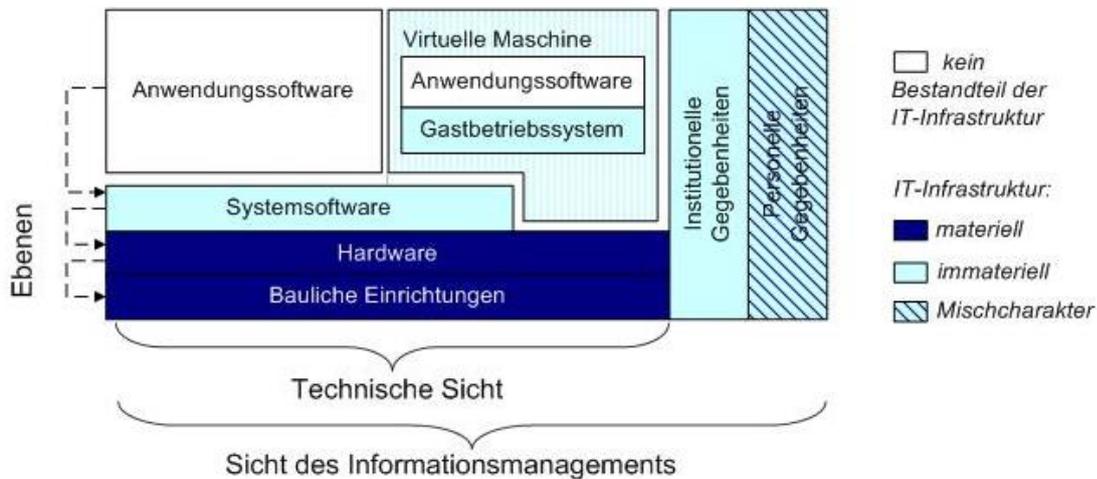


Abbildung 2 - Sichten und Ebenen der IT Infrastruktur (Patig, 2019)

Für die gegenständliche Arbeit ist im Speziellen die technische Sicht von Relevanz, daher wird nachfolgend auch nur auf diese näher eingegangen.

2.1.1 Ebene der baulichen Einrichtungen

Zur Ebene der baulichen Einrichtungen zählt das Rechenzentrum. In jenem wird eine IT Infrastruktur physisch betrieben. Das Rechenzentrum besteht dabei aus Räumen, Stromversorgung, Klimatisierung, Sicherheitssystemen und Anbindung an Datennetze. Für Rechenzentren gibt es ebenfalls verschiedene Standards und Zertifizierungen in Hinblick auf Verfügbarkeit und Sicherheit. Durch Redundanz von Servern, Stromversorgung, Klimatisierung, Anbindung an Datennetze, Rechenzentren selbst, lässt sich z.B. die Verfügbarkeit steigern. Hier lassen sich 4 Klassen mit unterschiedlichen Verfügbarkeitslevels unterscheiden, siehe Tabelle 1 (Wittges, 2019).

Tabelle 1 - Verfügbarkeitsklassen Rechenzentren

Klasse	Redundanz	Max. jährliche Ausfallzeit	Verfügbarkeit
Klasse I - Basic Data Center Site Infrastructure	N	28,8 Stunden	99,671%
Klasse II - Redundant Site Infrastructure Capacity Components	N+1	22 Stunden	99,749%
Klasse III - Concurrently Maintainable Site Infrastructure	N+1	1,6 Stunden	99,982%
Klasse IV - Fault Tolerant Site Infrastructure	2 x (N+1)	0,8 Stunden	99,995%

2.1.2 Hardwareebene

Zur Ebene der Hardware zählt die Rechentechnik. Dazu gehören:

- Computer wie z.B. Clients und Server,
- Storage Systeme wie z.B. Direct Attached Storages (DAS) oder Network Attached Storages (NAS),
- Netzwerktechnik wie z.B. Switches, Router oder Firewalls,
- Peripheriegeräte wie z.B. Tastatur, Maus, Bildschirm, Scanner oder Drucker und
- Geräte zum Hardwarebetrieb wie z.B. Racks oder unterbrechungsfreie Stromversorgung.

Server:

Server sind Teil von verteilten Anwendungssystemen bei dem der Server als Subsystem bestimmte Dienste oder Services, wie z.B. File-, Print- oder Web Services, über eine Schnittstelle an andere Subsysteme bereitstellt (Fettke, 2019). Die häufigsten eingesetzten Server verwenden leistungsfähige PC-Komponenten und werden meist in standardisierten Schränken, engl. Racks, verbaut, in welchen eine Vielzahl von Servern auf engem Raum untergebracht werden können (Hansen, Mendling & Neumann, 2015).

Clients:

Clients sind Teil von verteilten Anwendungssystemen bei dem ein Client als Subsystem bestimmte Dienste über eine Schnittstelle von Servern anfragt. Die Kommunikation zwischen Client und Server erfolgt nachrichtenorientiert, geregelt über Protokolle (Fettke, 2019). Es können verschiedene Clientarten unterschieden werden, wie Fat Clients, Thin Clients oder Zero Clients. Zu den gebräuchlichsten Geräten zählt der Fat Client, auf welchem sich auch die Applikationslogik befindet, sowie die Verarbeitung und Berechnung stattfindet. Zu den Fat Clients zählen z.B. PC Arbeitsplatzrechner. Thin Clients zeichnen sich dadurch aus, dass die Ausführung von Applikationen, die Verarbeitung und Berechnung, nicht am Endgerät erfolgt, sondern auf Servern, daher besitzen diese auch eine geringere Bauform und keinerlei bewegliche Teile wie Lüfter oder Festplatten. Zero Clients sind noch leistungsreduziertere Formen von Thin Clients. Auch diese besitzen keinerlei bewegliche Teile. Auch auf Prozessoren, Arbeitsspeicher, Grafikkarten oder ein Betriebssystem wird verzichtet. Auch hier werden alle Berechnungen und Verarbeitungen am Server ausgeführt (Göbel, 2015).

Storage:

Im Bereich Storage existieren verschiedene Storagetechnologien, optimiert für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche. Für die Anbindung an Storage Systeme kommen wiederum verschiedene Technologien zum Einsatz. Über ein Storage Area Network (SAN) ist es z.B. möglich, dass mehrere Server auf dasselbe Storage über eine eigene Verkabelung direkt zugreifen können. Der Zugriff ist in der Regel blockbasierend z.B. über das Fibre Channel Protokoll oder das iSCSI Protokoll. Das ermöglicht schnellstmöglichen Datenaustausch zwischen Server und Storage. Anwendungszwecke für solche Systeme sind z.B. Datenbanken oder virtuelle Maschinen. Eine weitere Technologie ist das Network Attached Storage (NAS). Anwendungszwecke für NAS Systeme sind z.B. File Server oder Backup Server. NAS Systeme sind in der Regel über Ethernet mit dem Netzwerk verbunden (Troppens, 2009).

Switches und Router:

Netzwerkswitche verbinden netzwerkfähige Geräte wie Clients oder Server untereinander. Wenn sich bei einer Netzwerkkommunikation Quelle und Ziel im selben Netzwerk befinden, kann die Zustellung der Netzwerkpakete direkt über die physikalische Schicht und Datenverbindungsschicht erfolgen. Wenn sich Quelle und Ziel nicht im selben Netzwerk befinden, so wird in der Regel ein sogenannter Router benötigt, welcher zwischen den Netzwerken vermittelt (Misra, 2017).

Firewalls:

Firewalls können als Hard- oder Software vorhanden sein und verbinden mindestens zwei Netze miteinander, z.B. das interne Netzwerk mit dem Internet. Dabei läuft der komplette Datenverkehr zwischen diesen Netzwerken über die Firewall. Diese analysiert dabei alle Datenpakete und trifft anhand von konfigurierten Regeln Entscheidungen über die Behandlung dieser. Aktionen welche typischerweise von der Firewall getroffen werden sind die Weiterleitung, die Umleitung, das Verwerfen oder das Modifizieren und Protokollieren von Datenpaketen (Sorge, Lo Iacono & Gruschka, 2013).

2.1.3 Systemsoftware Ebene

Zur Ebene der Systemsoftware gehören die Betriebssysteme. Die Systemsoftware sorgt für den Betrieb eines Computers und damit für seine grundlegenden Funktionen. Diese sind auf die jeweilige Computerplattform abgestimmt und für deren Funktion unbedingt notwendig. Auf Computerhardwareebene bzw. der Maschinenkonfiguration wird die Ausführung von Anwendungen gesteuert und überwacht.

In diesem Modell lässt sich ebenfalls die Middleware zur Systemsoftware zuordnen. Diese baut auf dem Betriebssystem auf und stellt die technische Infrastruktur für andere Komponenten zur Verfügung. Dazu zählen z.B. Datenverwaltungsprogramme, Web- und E-Mail Server oder Hypervisor Server (Hansen, Mendling & Neumann, 2015).

2.1.4 Anwendungssoftware Ebene

Zur Ebene der Anwendungssoftware zählen Anwendungen, welche vor allem Lösungen für fachliche Probleme bieten. Dabei lassen sich Anwendungen für betriebliche Zwecke und generische Zwecke unterscheiden. Anwendungen für betriebliche Zwecke sind Programme zur Unterstützung von betriebswirtschaftlichen Themen wie z.B. für die Finanzbuchhaltung oder auch Branchenprogramme wie z.B. für die Lebensmittelfilialbetriebe (Hansen, Mendling & Neumann, 2015). Anwendungen, welche aus mehreren Komponenten für verschiedene Anwendungszwecke bestehen, werden auch Enterprise Resource Planning Systeme (ERP Systeme) bezeichnet. Diese Systeme unterstützen die Geschäftsprozesse oft in vielen Funktionsbereichen des Unternehmens wie z.B. im Finanz- und Rechnungswesen, im Personalmanagement, der Materialwirtschaft, der Produktion und dem Vertrieb (Roland, 2019). Zu den generischen Anwendungen gehören Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations-, oder E-Mail Clientprogramme sowie auch Webbrowser (Hansen, Mendling & Neumann, 2015).

2.1.5 Virtuelle Maschinen

Ein Sondermerkmal stellen virtuelle Maschinen (VM) in diesem Modell dar. Eine virtuelle Maschine ist eine virtuelle Version eines Gerätes, wie z.B. ein Server oder Client. Diese unterteilen sich wiederum in verschiedene Ebenen, d.h. in einer virtuellen Maschine lässt sich wiederum Systemsoftware und Anwendungssoftware ausführen (Le, Kumar, Nguyen, *et al.*, 2018).

2.1.6 Microsoft IT Infrastruktur

In Bezug auf die Microsoft IT Infrastruktur werden folgende Kernservices und Kernkomponenten benötigt, welche Microsoft auch als Kernnetzwerk bezeichnet, um die fundamentalen Funktionen für einen Betrieb dieser Infrastruktur zu ermöglichen, siehe dazu Abbildung 3 (Microsoft, 2023g).

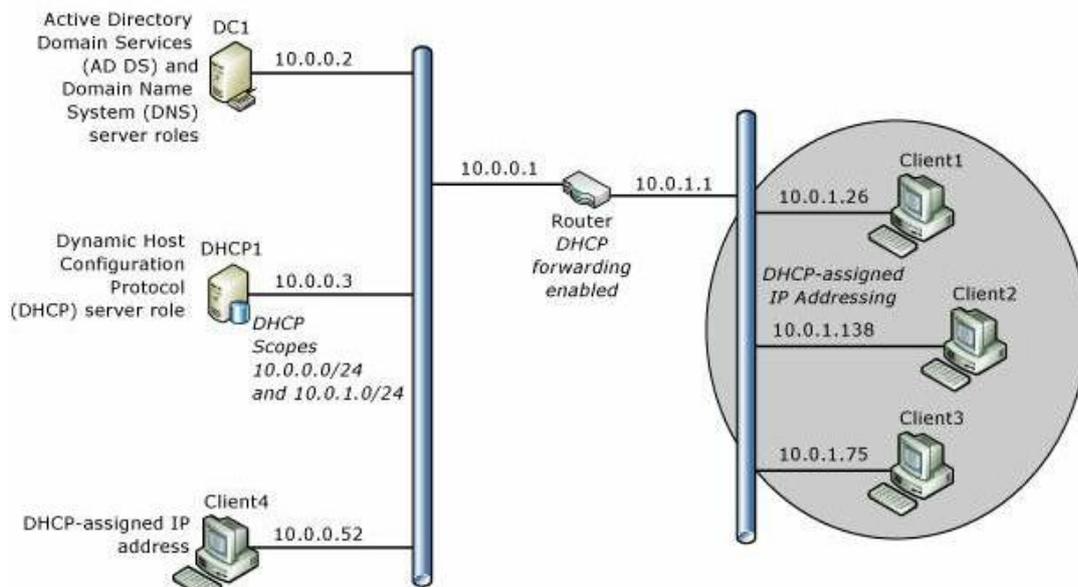


Abbildung 3 - Windows Server Kernnetzwerk (Microsoft, 2023g)

Die Kernservices sind:

- das Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP),
- das Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP),
- das Domain Name System (DNS) und
- das Directory Service bzw. Active Directory Domain Service (AD DS).

Das Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP) gilt als Kernprotokoll für Netzwerkverbindungen. Das Protokoll dient auch als Grundlage für Zugriff auf Internetservices über das World Wide Web oder auch auf File Transfer Protocol (FTP) Server.

Das Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) ermöglicht die automatische und dynamische IP Adresszuweisung zu Endgeräten. Netzwerkgeräte wie Computer oder Drucker müssen in einem TCP/IP Netzwerk jeweils eine eindeutige IP Adresse aufweisen. Die ebenfalls mitgegebene Subnetmaske identifiziert den Hostanteil und Netzanteil einer IP Adresse. Durch die Verwendung von DHCP Optionen können zusätzliche Informationen mitgegeben werden wie die IP Adresse von DNS Servern oder das Standardgateway.

Das Domain Name System (DNS) ist das Namensauflösungsservice für TCP/IP Netzwerke wie z.B. das Unternehmensnetzwerk oder das Internet, welches unterschiedlichen Akteuren wie Clients oder Applikationen erlaubt voll qualifizierte Domänen Namen (DNS Namen) in IP Adressen aufzulösen, da diese für die Netzwerkkommunikation verwendet werden.

Das Directory Service bzw. das Active Directory Domain Service (AD DS) bildet die hierarchische Struktur zum Speichern von Informationen zu Objekten im Netzwerk wie Benutzer, Gruppen oder Computer. Solche Informationen sind z.B. Namen, E-Mail-Adressen, Kennwörter oder Telefonnummern. Darüber hinaus ermöglicht es die Authentifizierung von Benutzern oder Computern beim Zugriff auf Netzwerkressourcen wie Applikationen, Datenbanken, Fileshares oder Drucker.

Zu den Kernkomponenten zählen:

- Router und Switches,
- Active Directory und DNS Server,
- DHCP Server und
- Client Computer.

Router und Switches sind Geräte, welche eine Netzwerkverbindung zwischen netzwerkfähigen Geräten wie Computern ermöglichen oder auch den Netzwerkdatenverkehr zwischen verschiedenen Netzwerken weiterleiten. Für eine DHCP-Weiterleitung in andere Subnetze kann z.B. ein Router konfiguriert werden.

Auf Active Directory Server, auch Domain Controller (DC) und DNS Server, werden die Services Active Directory Domain Services sowie Domain Name Services bereitgestellt.

Auf DHCP Server werden DHCP Services mit den notwendigen IP Adressbereichen und DHCP Optionen für automatische Netzwerkkonfiguration von Netzwerkgeräten wie Computer, bereitgestellt.

Client Computer sind mit einem Betriebssystem ausgestattet, wie z.B. mit einem Windows Clientbetriebssystem, welches als DHCP Client konfiguriert werden kann um somit automatisch IP Adressen von einem DHCP Server zu beziehen, um in einem Netzwerk kommunizieren zu können.

Zu den Kernkomponenten einer IT Infrastruktur kommen weitere wichtige Komponenten hinzu um Geschäftsprozesse unterstützen zu können, wie:

- Application Server,
- Database Server,
- Web Server,
- File Server,
- Print Server,
- Document Management System Server,

- Mail Server,
- Antivirus / Antispam Server,
- Remote Desktop Services (RDS) Server,
- Windows Server Update Services (WSUS) Server,
- Backup Server und
- Hypervisor Server.

Application Server verwalten den Zugang zu zentraler Anwendungssoftware wie z.B. zu einer gemeinsam genutzten Datenbank. Benutzer:innen welche Daten über eine Clientanwendung aus der Datenbank anfordern, werden vom Anwendungsserver verarbeitet und als Ergebnis an den/die Benutzer:in zurückgeliefert (Yadav & Singh, 2009). Beispiel hierfür kann eine Anwendung für einen spezifischen Zweck wie eine E-Banking Anwendung sein, oder auch eine ERP Anwendung, welche aus mehreren Komponenten für verschiedene Anwendungszwecke besteht. Diese Systeme unterstützen die Geschäftsprozesse oft in vielen Funktionsbereichen des Unternehmens wie z.B. im Finanz- und Rechnungswesen, im Personalmanagement, der Materialwirtschaft, der Produktion und dem Vertrieb (Roland, 2019).

Auf Database Server oder Datenbankserver befinden sich Daten in Form von SQL-Datenbanken. Clients können diese Daten über SQL-Anfragen abrufen und verarbeiten. Diese Server nutzen ein effizienteres Protokoll als z.B. File Server, da der Datenbankserver nur die angeforderten Daten innerhalb der Datenbank zurück liefert und nicht die ganzen Dateien. Ein Beispiel ist der Microsoft SQL Server (Yadav & Singh, 2009).

Web Server speichern und rufen Internet- und/oder Intranetdaten für Unternehmen ab. Web Server können verschiedene Dokumente und Daten hosten. Eine Webanwendung, wie ein Webbrowser, ermöglicht den Zugriff auf diese. Das dabei am häufigsten verwendete Protokoll ist das Hyper Text Transfer Protocol (http). Web Applikationsserver ergänzen die einfachen Web Server. Ein Beispiel hierfür ist Microsofts Internet Information Server (IIS) (Yadav & Singh, 2009).

File Server stellen verschiedene Ordner und Dateien über Freigaben über das Netzwerk bereit, welche über unterschiedliche Clientprozesse und Protokolle, wie das Server Message Block (SMB) Protokoll, angefordert werden können. Auf Windows Clients können diese z.B. als Netzlaufwerk „Abteilungsdaten (S:\)“ verbunden werden. Ein Beispiel hierfür ist der Microsoft Windows File Server (Yadav & Singh, 2009).

Print Server verwalten den Zugriff auf gemeinsam genutzte Ausgabegeräte wie Drucker. Ein Beispiel ist der Microsoft Print Server (Yadav & Singh, 2009).

Document Management Systeme verwalten alle Arten von Dokumenten über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg, von der Erstellung über unterschiedliche Versionsstände bis hin zur unveränderbaren Aufbewahrung (BITKOM, 2012). Ein Beispiel hierfür ist der Microsoft SharePoint Server.

Mail Server verwalten den elektronischen Postverkehr (E-Mails), die asynchrone Nachrichtenübermittlung und Kommunikation, zwischen Sender und Empfänger (Yadav & Singh, 2009). Ein Beispiel hierfür ist der Microsoft Exchange Server welcher E-Mail-, Kalender-, Kontakte- und Aufgabenfunktionen zur Verfügung stellt.

Antivirus oder Antispam Server stellen zentrale Verwaltungs-, Überwachungs- und Auswertungsfunktionalitäten von Antivirus Software oder Antispam Software auf Endgeräten zur Verfügung. Ein Beispiel für einen Antivirus Server ist der Microsoft Configuration Manager (Microsoft, 2023j).

Remote Desktop Services Server oder auch Terminal Server stellen zentral Anwendungen für Clients oder auch Terminals zur Ausführung bereit. Die Verarbeitung der Daten und die Ausführung der Anwendungen erfolgt dabei nicht auf lokalen Ressourcen der Clients, sondern auf dem Server im Rechenzentrum. Zum Client bzw. Terminal wird lediglich der entsprechende Bildschirminhalt übermittelt (Göbel, 2015). Beispiel hierfür ist der Microsoft Terminal Server bzw. die Microsoft Remote Desktop Services.

Ein WSUS Server ermöglicht die zentrale Verwaltung und Verteilung von Microsoft Updates zu Endgeräten (Microsoft, 2023am).

Backup Server ermöglichen das Sichern und Wiederherstellen von Daten, Files, Applikationen und Datenbanken. Ein Backup Server ist meistens ein Hardwareserver mit großer Speicherkapazität auf welchem eine Backup Server Anwendung zum Einsatz kommt mit welcher es möglich ist, zeitgesteuert Sicherungen von anderen Servern oder Computern durchzuführen. Im Falle eines Datenverlusts auf einem gesicherten Computer, können die Daten aus dem Backup wiederhergestellt werden (Rouse, 2012).

Der Hypervisor ist eine Middleware, in der Regel installiert auf einem Server, für den Zweck der Server Virtualisierung, welche zwischen den physikalischen Ressourcen des Servers und den virtuellen Maschinen, engl. Virtual Machines (VMs), des Servers sitzt. Damit ist es möglich mehrere VMs, auch Guests genannt, auf einem Server, auch Host

genannt, auszuführen, welche sich abstrahiert die physischen Ressourcen wie CPU, RAM, oder Disk, des Servers teilen (Le, Kumar, Nguyen, *et al.*, 2018).

2.2 Cloud Computing

Unter Cloud Computing wird ein Modell verstanden welches einen einfachen, allgegenwärtigen und bedarfsorientierten Zugang zu einem gemeinsam genutzten Pool aus Rechenressourcen wie z.B. Server, Netzwerke, Speicher, Anwendungen und Dienste, bereitstellt. Dieser Pool an Rechenressourcen von Hardware und Software wird hier als Cloudinfrastruktur bezeichnet. Die Cloudinfrastruktur besteht aus dem physischen Layer sowie dem Abstraktionslayer. Unter den physischen Layer fallen alle Hardware-ressourcen wie Server, Storage oder Netzwerkkomponenten welche notwendig sind Cloud Services bereitzustellen. Der Abstraktionslayer sitzt zwischen dem physischen Layer und den angebotenen Cloud Services und stellt die virtuellen Ressourcen dafür bereit.

Ein weiteres Merkmal von Cloud Computing ist es, dass diese Ressourcen mit einem geringen Verwaltungsaufwand, schnell und flexibel ohne Interaktion mit dem Dienstanbieter freigegeben und bereitgestellt werden können. Darüber hinaus lässt sich Cloud Computing in vier Bereitstellungsmodelle und drei grundsätzliche Service Modelle einteilen (Mell & Grance, 2011).

Folgende Bereitstellungsmodelle werden unterschieden (Ruparelia, 2016):

- Private Cloud
- Community Cloud
- Public Cloud
- Hybrid Cloud

Eine Private Cloud ist auf einzelne Unternehmen, Organisationen, Fachabteilungen oder auch Einzelpersonen beschränkt. Unternehmen können ihre eigene Private Cloud aufbauen und betreiben welche Services über das Wide Area Network (WAN) oder Local Area Network (LAN) bereitstellt. In manchen Anwendungsfällen wird diese auch über das Internet bereitgestellt, ist aber durch Zugriffsrestriktionen auf ausgesuchte Gruppen von Anwender:innen beschränkt. In der Praxis stellt eine Bereitstellung über das Internet hohe Anforderungen an die Sicherheit.

Eine erweiterte Version der Private Cloud ist die Community Cloud. Diese wird speziell für Communities bereitgestellt, welche gemeinsame Interessen verfolgen wie z.B. Datenschutz, Richtlinien, Compliance Bestimmungen oder Business Modelle. Community Clouds können ebenfalls geografische Regionen zum Gegenstand haben z.B. eine

Community Cloud der Europäischen Union oder eine nordamerikanische Cloud. Eine Community Cloud kann sich auch über Branchen erstrecken wie z.B. den Handel, die Papierindustrie, das Verlagswesen, Banken, oder die Gesundheitsbranche z.B. eine Worldwide Health Community Cloud. Teilnehmer können z.B. Regulierungsbehörden, Gesundheitsdienstleister, Ärzte und Verbraucher sein. Im Gegensatz zur Private Cloud werden Community Clouds über das Internet bereitgestellt.

Eine Public Cloud wird generell über das Internet bereitgestellt und soll daher für alle zugänglich sein, ob Unternehmen, Organisationen oder auch Verbraucher:innen. Daher ist dieses Modell auch jenes welches den meisten Menschen geläufig ist. Die Public Cloud bietet dabei über verschiedene Abstraktionsebenen hinweg Dienste bzw. Service Modelle an. Diese werden als Infrastructure-, Platform-, oder auch Software as a Service bezeichnet. Diese Cloud Service Modelle werden in der Regel über monatliche Bezahlmodelle angeboten. Beispiele dafür sind die Services Google Print, Google Docs, Microsoft Office 365, Amazon EC2 oder auch Amazon Cloud Player, sowie viele weitere (Ruparelia, 2016). Aber auch kostenlose Cloud Services für Privatpersonen werden über verschiedene Anbieter angeboten. Als Beispiele können Cloud Speicher für Privatpersonen genannt werden wie Microsoft OneDrive, Amazon Photos, Google Drive, Apple iCloud oder auch Dropbox (Papenfuß, 2023).

Eine Hybrid Cloud ist ein Mix aus zwei oder mehreren Cloud Bereitstellungsmodellen und weist daher eine eigene Charakteristik auf. Hierbei gibt es zahlreiche Varianten wie z.B. eine Hybrid Cloud bestehend aus drei verschiedenen Private Clouds oder eine Hybrid Cloud bestehend aus einer Public-, Private-, und Community Cloud. Es gibt zudem Varianten in dem auch Hybrid Clouds in einer Hybrid Cloud vorkommen. Auch der Abstraktionslevel der Cloud Services kann dabei aus verschiedenen Zusammensetzungen, z.B. Private Cloud mit IaaS Bereitstellung und Public Cloud mit PaaS Bereitstellung, bestehen. Ein Anwendungsfall wäre z.B. das Nutzen von Private Cloud Services für sensible Daten welche besonderen Datenschutz erfordern und das Nutzen von Public Cloud Services für die öffentliche Kommunikation mit Lieferanten (Ruparelia, 2016).

Folgende Cloud Service Modelle werden unterschieden:

- Infrastructure as a Service (IaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Software as a Service (SaaS)

IaaS beschreibt ein Modell, bei welchem es möglich ist, Rechenleistung, Storage, Netzwerke und andere fundamentale Rechenressourcen bereitzustellen auf denen Betriebssysteme und Anwendungen zum Einsatz kommen können. Ein Beispiel hierfür sind virtuelle Maschinen wie virtuelle Server oder Clients. Servicebezieher:innen haben dabei die volle Kontrolle über die virtuellen Instanzen, also die abstrahierten (virtuellen) Ressourcen und Maschinen, die Betriebssysteme und eingesetzte Anwendungen sowie teilweise begrenzte Kontrolle über virtuelle Netzwerkkomponenten wie virtuelle Netze oder Firewalls. Servicebezieher:innen haben aber keine Kontrolle über die zugrunde liegende Hardware der Cloud Infrastruktur (Mell & Grance, 2011).

PaaS bietet die Möglichkeit eigens entwickelte oder erworbene Applikationen, in der Regel entwickelt auf der Basis der vom Anbieter bereitgestellten Programmiersprachen, Bibliotheken, Diensten und Tools, auf der zugrundeliegenden Cloudinfrastruktur des Anbieters zu installieren. Servicebezieher:innen haben dabei die volle Kontrolle über die bereitgestellte(n) Applikation(en) und mögliche Einstellungen in der Hosting Umgebung wie virtuelle Rechenressourcen, aber nicht über die zugrundeliegende Cloudinfrastruktur wie Netzwerk, Server, Storage oder Betriebssysteme.

Bei SaaS werden direkt die Anwendungen des Anbieters genutzt, welche auf der Cloudinfrastruktur von diesem bereitgestellt werden. Der Zugriff darauf erfolgt in der Regel browserbasiert oder über Apps, Programme oder eine Programmierschnittstelle von verschiedenen Clients aus. Servicebezieher:innen haben hier in der Regel nur Kontrolle über begrenzte benutzerspezifische Anwendungseinstellungen, nicht aber über die komplette bereitgestellte Anwendung oder der zugrundeliegenden Cloudinfrastruktur.

2.3 IT Asset Management

IT Assets sind materielle und immaterielle Vermögenswerte bezogen auf die Informationstechnologie. Zu den materiellen IT Assets zählen z.B. alle Arten von Computer wie Server und Clients, Storage Devices, Netzwerkkomponenten, Peripheriegeräte wie Monitore, Tastaturen, Drucker, oder Scanner. Für viele Unternehmen zählen auch Telefonieanlagen, Telefone oder mobile Telefonie Geräte wie Smartphones dazu. Zu den immateriellen IT Assets zählen z.B. Software, Lizenzen, oder Wartungsverträge (Kamal & Petree, 2006). Ziel ist es völlige Transparenz und ein tiefes Verständnis über die eingesetzten IT Assets zu schaffen, hierzu werden u.a. auch Informationen zu jedem Asset gesammelt wie der Standort, Verwendungszweck, Kosten, Datum des Erwerbes, Datum Laufzeitende, Wichtigkeit für Geschäftstätigkeit bis hin zur

Detailerhebung einzelner Bestandteile von Hard- und Software (Mohan, 2013). IT Asset Management bezeichnet dann die Verwaltung all dieser Assets über den gesamten Lebenszyklus hinweg, das beinhaltet die Phasen Angebotserstellung, Beschaffung, Erwerb, Installation, Änderung, Erneuerung und die Entsorgung von IT Ressourcen. Aus wirtschaftlicher Betrachtung hat das IT Asset Management die Aufgabe durch die Aufzeichnung, das Nachverfolgen, Lenkung und Entscheidungsbildung über IT Assets die Kosten für das Unternehmen zu minimieren und die Investitionsrendite zu maximieren (Kamal & Petree, 2006).

2.4 Migrationsstrategien

2011 stellte das Unternehmen Gartner fünf Strategien bzw. Optionen für Migrationen von Applikationen in die Cloud vor, da es je nach Anforderungen oder Strategien unterschiedliche Ansätze für eine Infrastrukturmodernisierung gibt (Gartner, Inc, 2011). Diese sind:

- Rehost,
- Refactor,
- Revise,
- Rebuild und
- Replace.

Rehost ist die erneute Bereitstellung von Systemen oder Anwendungen in einer anderen Hardwareumgebung. Diese Methode kann eine schnelle Cloudmigrationslösung darstellen, da Systeme ohne Änderungen an ihrer Architektur in die Cloudinfrastruktur übertragen bzw. migriert werden können. Beispiel hierfür ist IaaS.

Refactor beschreibt die Ausführung von Anwendungen auf der Cloudinfrastruktur des Anbieters. Der Vorteil hier ist, dass Entwickler in der Regel vertraute Programmiersprachen, Frameworks und Container nutzen und wiederverwenden können, was aber auch zum Nachteil werden kann, da womöglich innovative Funktionen des Anbieters nicht genutzt werden können, da Entwickler:innen an ihre Frameworks gebunden sind. Beispiel hierfür ist PaaS.

Revise bedeutet die Überarbeitung, die Änderung oder Anpassung einer vorhandenen Codebasis von Anwendungen um diese auch in der Cloud als PaaS bereitstellen zu können. Somit wird es Unternehmen ermöglicht Anwendungen so zu optimieren, dass

diese die Cloudinfrastruktur des Anbieters nutzen können. Der Nachteil ist, dass diese Strategie womöglich den größten Migrationsaufwand aller fünf Strategien benötigt.

Rebuild beschreibt den Neuaufbau einer Anwendung auf PaaS Basis, d.h. das Verwerfen von Bestandscode einer Anwendung und das Redesign der Architektur. Der Vorteil ist, dass durch den Neuaufbau einer Anwendung innovative Funktionen der Cloudplattform des Anbieters zur Verfügung stehen wodurch die Produktivität von Entwickler:innen gesteigert werden können indem diese z.B. durch Tools mit Anwendungsvorlagen und Datenmodellen oder vorgefertigte Komponenten unterstützt werden. Ein Nachteil ist z.B., wenn der Anbieter einschneidende Änderungen an der Plattform oder den Kosten vornimmt.

Replace bedeutet bestehende Anwendungen durch kommerzielle Cloud Services des Cloudanbieters zu ersetzen. Der Vorteil ist, dass Investitionen in eine Neuentwicklung oder in Anpassungen entfallen. Zu den Nachteilen zählt die Bindung an einen bestimmten Anbieter und die Funktionsabhängigkeit. Beispiel hierfür ist SaaS.

Im Laufe der Zeit wurden diese Strategien von verschiedenen Unternehmen wie Microsoft, Amazon und anderen, überarbeitet und weiterentwickelt. Teilweise wurden noch weitere Strategien von Unternehmen hinzugefügt, sodass 6R, 7R oder auch 8R Strategien entstanden sind.

In Bezug auf die gegenständliche Arbeit hat sich aber folgende 6R Strategie von Rimkus (2019) als sinnvoll erwiesen, da diese Strategien auch das Ausscheiden bzw. Abschalten oder das Überspringen von Systemen beinhalten.

Zu diesen sechs Strategien zählen:

- Retire – Abschalten,
- Retain – Überspringen,
- Rehost – Übertragen,
- Replatform – Vereinfachen,
- Refactor – Neuentwickeln und
- Repurchase – Ersetzen.

Retire – Abschalten:

Vor einer Migration sollte erwogen werden, ob auch alle Systeme, Applikationen oder Services weitergeführt werden sollen, oder ob diese schon gar nicht mehr in Verwendung

sind oder keinen Mehrwert für das Unternehmen mehr bieten. Dann können diese ausgeschieden werden.

Retain – Überspringen:

Darunter fallen Systeme, Applikationen oder Services welche evtl. schon in der Ziel Cloud laufen oder auch jene, welche aus diversen Gründen derzeit nicht betrachtet werden dürfen.

Rehost – Übertragen:

Diese Strategie wird gewählt, wenn es erforderlich ist Systeme eins-zu-eins in die Cloud zu übertragen. In diversen Quellen wird hier auch von Lift and Shift gesprochen. Beispiel ist hierfür IaaS.

Replatform – Vereinfachen:

Diese Strategie ist zwischen Rehost – Übertragen und Refactor – Neuentwickeln einzuordnen. Systeme, Applikationen oder Services können hier modernisiert werden, indem sie ganz oder teilweise nach IaaS und/ oder PaaS migriert werden. Z.B. könnte die Datenbank eines Datenbankservers auf ein Database as a Service Modell übertragen werden.

Refactor – Neuentwickeln:

Beim Refactoring geht es darum eine Applikation oder ein Service komplett neu auf Basis von Cloud-nativen Funktionen zu entwickeln um auf einer PaaS und/oder IaaS Plattform betrieben werden zu können.

Repurchase – Ersetzen:

Bei dieser Strategie wird ein vorhandenes System, eine Applikation oder ein Service durch ein kommerzielles SaaS Produkt ersetzt. Es sollte immer überprüft werden ob auch andere Anwendungen durch die Einführung eines neuen Produktes zu ersetzen sind.

2.5 Total Cost of Ownership (TCO)

Das Total Cost of Ownership (TCO) Modell, welches 1987 von der Gartner Group vorgestellt wurde, ist ein Modell zur Ermittlung der Gesamtkosten eines Vermögensgegenstandes welche im Verlauf seines Lebenszyklus durch Beschaffung, Nutzung, Management und Entsorgung anfallen (Treber, Teipel & Schickert, 2004). Während sich die Gartner Group anfänglich auf Arbeitsplatzrechner in der Betrachtung mittels TCO fokussierte, wurde das Modell seitdem stetig weiterentwickelt und ist heute

auf die gesamte IT Infrastruktur anwendbar. Das Ziel ist es transparente Kostenstrukturen über den ganzen Lebenszyklus einer Investition zu schaffen, um eine breite Basis für eine Bewertung der Investition zu erhalten. Neben der Gartner Group haben sich auch andere bedeutende Unternehmen mit dieser Thematik befasst, wie z.B. Microsoft, Forrester Research, META Group oder auch Compaq. Auch diese entwickelten mit Einbezug der Gartner Group Gesamtkostenmodelle, teils unter anderen Namen, welche sich in einigen Bereichen voneinander unterschieden. Da in einigen Bereichen unterschiedliche Ansichten vertreten werden, gibt es auch kein standardisiertes Modell für eine solche Erhebung. Das TCO Modell der Gartner Group kann aber als eines der bekanntesten Modelle gesehen werden, welches relativ ausführlich in der Literatur behandelt wird. Daher wird in dieser Arbeit auch das TCO Modell v4.0 – Verteilte Systeme, von der Gartner Group näher vorgestellt und für den Praxis Teil der Arbeit verwendet (Wild & Herges, 2000).

Die Kosten im TCO Modell lassen sich in direkte und indirekte Kosten unterteilen (Treber, Teipel & Schickert, 2004).

Direkte Kosten:

Zu den direkten Kosten zählen Aufwendungen, welche die IT durch Bereitstellung von Leistungen gegenüber dem Unternehmen erbringt. Direkte Kosten lassen sich in der Regel in Form von Belegen, Rechnungen, Lohn- und Gehaltslisten gut bestimmen. Die direkten Kosten lassen sich dabei in die Kategorien Hard- und Software, Operations und Verwaltung einteilen.

Zur Kostenkategorie Hard- und Software zählen die Hard- und Softwarekosten, Abschreibungen und Leasinggebühren, Ersatzteile, Upgrades, Betriebsstoffe, Betriebssysteme, Anwendungssoftware, Datenbanksysteme, Workflow Systeme, Groupware Systeme, Systemmanagement Software, und Lizenzkosten.

Zu der Kostenkategorie Operations zählen Personalkosten für die Planung, Kontrolle und den Betrieb der IT Infrastruktur wie der technische Support, das Planungs- und Prozessmanagement, Datenbankmanagement und Service Desk.

Zur Kostenkategorie der Verwaltung zählen Personalkosten für unterstützende Prozesse, die außerhalb der IT erbracht werden wie Verwaltungs- und Finanzaufgaben, Schulung von IT-Mitarbeitern, Schulung von Endanwendern.

Indirekte Kosten:

Zu den indirekten Kosten zählen Kosten welche sich aus der Zeit ergeben die Anwender:innen verlieren wenn Teile der IT Infrastruktur nicht korrekt funktionieren um ihre Tätigkeiten ausführen zu können. Damit soll gemessen werden, wie effizient die IT gegenüber den Anwender:innen arbeitet. Je ineffizienter die von der IT erbrachten Leistungen sind, desto mehr Zeit ist für Wahrscheinlichkeiten einer Downtime von IT Systemen oder Zeit in denen sich Anwender:innen selbst helfen müssen einzuräumen. Das Messen und Bestimmen der indirekten Kosten ist in der Regel nur sehr schwer möglich da oft wenig Transparenz oder Aufzeichnungen darüber vorhanden sind. Für die Berechnung der verlorengegangenen Zeit kann z.B. der Stundenlohn der betroffenen Anwender:innen mit dieser multipliziert werden.

Die indirekten Kosten teilt die Gartner Group in End-User-Operations und Downtime ein. Zu den End-User-Operations zählen Schulungsmaßnahmen, Lernen im Arbeitsalltag, Self-Support, Datenverwaltung, Entwicklung von Software und Futzing (Nutzung der IT Infrastruktur für private Zwecke). Die Downtime lässt sich in geplante und ungeplante Downtime einteilen, in welcher Anwender:innen Teile oder die gesamte IT Infrastruktur nicht nutzen können und es so zu Produktivitätsverlusten kommt.

Neben dem positiven Aspekt, nämlich eine Gesamtkostenübersicht über den gesamten Lebenszyklus einer Investition zu erhalten, steht der negative Aspekt der reinen Kostenbetrachtung auf eine IT Infrastruktur. Aspekte, welche einen möglichen Wertzufluss oder Nutzen betrachten fehlen in diesem Modell.

2.6 Nutzwertanalyse

Nachdem Investitionen nicht ausschließlich monetär betrachtet werden sollten, da auch Nutzen bzw. Rückflüsse generiert werden können, welche nicht in Geldgrößen ausgedrückt werden können, kann die sogenannte Nutzwertanalyse angewandt werden. Die Investitionsalternativen werden hierbei anhand mehrerer Zielkriterien untersucht und nach einer subjektiven Beurteilung bewertet. Hierbei werden den Investitionsalternativen je nach Erfüllungsgrad der Zielkriterien nach einer vorab festgelegten Zielkriteriengewichtung, Punkte zugeordnet. Die Summe aller Punkte ergibt einen Gesamtwert, den Nutzwert, nach welchem die Investitionsalternativen dann gereiht werden können.

Im Konkreten wird eine Nutzwertanalyse wie folgt durchgeführt:

1. Bestimmung sinnvoller voneinander unabhängiger Ziel- bzw. Bewertungskriterien.

2. Festlegung von Gewichtungsfaktoren für die vorhin bestimmten Kriterien.
3. Bestimmung eines Punktbewertungsschemas, z.B. 0 bis 10, wobei 0 kein Erfüllungsgrad und 10 den vollen Erfüllungsgrad der Zielkriterien darstellt.
4. Expertenbewertung der Investitionsalternativen anhand der vorhin festgelegten Kriterien und Faktoren.
5. Berechnung der Nutzwerte und Ermittlung der Rangreihenfolge der Alternativen.

Die Nutzwertanalyse bietet somit eine ganze Reihe von Vorteilen wie z.B. die breite Anwendbarkeit, die Übersichtlichkeit bei komplexen Entscheidungen, die qualitative Beurteilung von Investitionen. Nachteile wären in der Subjektivität der Beurteiler zu sehen, der Festlegung von Bewertungskriterien und Gewichtungsfaktoren und Informationsverlusten wenn Alternativen besonders schlecht in einem Kriterium abschneiden (Röhrich, 2014).

3 Vergleichbare wissenschaftliche Arbeiten

In den nachfolgenden drei Arbeiten sind verschiedene allgemeine Modelle für Cloud Strategien und Cloudmigrationen angeführt. Alle Modelle bieten einen High-Level Überblick über notwendige Schritte für eine mögliche Migration in die Cloud. Sämtliche Arbeiten kommen zu dem Schluss, dass Cloud Computing Kosten und Betriebsaufwand verringert und dabei die Flexibilität steigert, dabei wird auf andere Quellen verwiesen. Es wird jedoch kein Beweis z.B. durch eine Kosten- Nutzenanalyse angetreten. An diese Arbeiten soll angeknüpft werden, um ein praxisnahes Modell zu entwickeln, wie bei einer Migration von lokalen Infrastrukturkomponenten wie Server, Applikationen oder Services in die Cloud vorgegangen werden kann um Kosten, Verfügbarkeit oder Betriebsaufwand ermitteln zu können.

3.1 Cloud Services in kleinen und mittleren Unternehmen

Haselmann (2012) beschäftigt sich in seiner Inauguraldissertation mit den Fragestellungen wie sich ein KMU eine unternehmensspezifische Cloud Strategie erarbeiten kann und welche Kosten- und Nutzeneffekte im Rahmen einer Analyse seiner Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden müssen. Dabei bedient sich Haselmann eines konstruktionswissenschaftlichen Ansatzes, bei dem auf Basis dieser Methode argumentative Analysemodelle und Hypothesen erarbeitet werden.

Weiters werden erarbeitete Artefakte durch Fallstudien evaluiert. Der Fokus seiner Arbeit liegt hier in der unternehmensinternen Cloud- und Sourcingstrategieentwicklung. Abbildung 4 zeigt die dazu entwickelte Cloud Strategie.

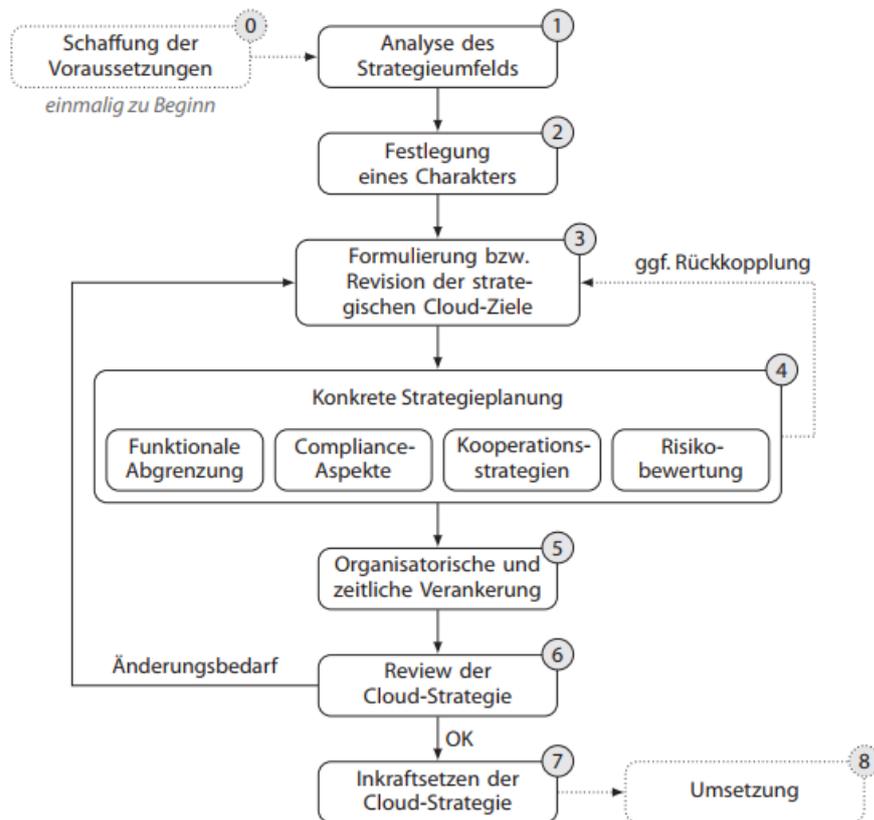


Abbildung 4 - Cloud Strategie (Haselmann, 2012)

Wie in Abbildung 4 ersichtlich, werden zuerst die Voraussetzungen geschaffen, um den strategischen Planungsprozess der Unternehmensstrategie zu starten.

Bei der Analyse des Strategieumfeldes müssen die wichtigen Unternehmensziele aus den übergeordneten Strategien für die Cloud Strategie identifiziert werden.

Zur Festlegung eines Charakters des Unternehmens sollte das Topmanagement das grundsätzliche Vorgehen eines Unternehmens charakterisieren, also ob z.B. eine aggressive Führerschaftsstrategie im Bereich Cloud Services angestrebt wird.

Im Anschluss sollte das Management zentrale Zielinhalte der Cloud Strategie aus dem Bereich Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit, Flexibilität, Qualität, Produktivität sowie Schutz und Sicherheit formulieren.

Bei der konkreten Strategieplanung werden aus den Formulierungen konkrete Strategien identifiziert, mit welchen die Ziele erreicht werden sollen.

Darauf folgt die organisatorische und zeitliche Verankerung, in welcher klare Verantwortlichkeiten definiert und die Planungsschritte mit einem zeitlichen Horizont versehen werden.

Nach dieser Zuweisung erfolgt ein Review-Workshop, in welchem der Entwurf der Cloud Strategie geprüft und ggf. zu früheren Schritten zurückgekehrt werden muss.

Nach positivem Review tritt dann die Cloud Strategie in Kraft und Maßnahmen zur Umsetzung werden getroffen.

Die Umsetzung der Cloud Strategie ist ein weiterer wichtiger Punkt in Haselmanns Arbeit. Hier führt er ein Cloud-Sourcing bzw. Cloudmigrationsmodell an, welches aus den Phasen:

- Erstellen der Cloud Strategie,
- Planen und Vorbereiten des Fremdbezugs von Cloud Services,
- Cloudanbieter Auswahl,
- Detailplanung und Vertragsgestaltung,
- Migration in die Cloud und
- Betrieb der Cloudlösung besteht.

Für die Planung welche IT Systeme für Cloud Services in Frage kommen bedient Haselmann sich einer strategischen Portfolioanalyse indem er IT Systeme in einer Matrix anhand der zwei Dimensionen „Auswirkung auf die Wertschöpfung“ und „Strategischer Wert“ einteilt, dargestellt in Abbildung 5. Anhand dieser Klassifizierung ergeben sich Kandidaten für ein empfohlenes Cloud-Sourcing.

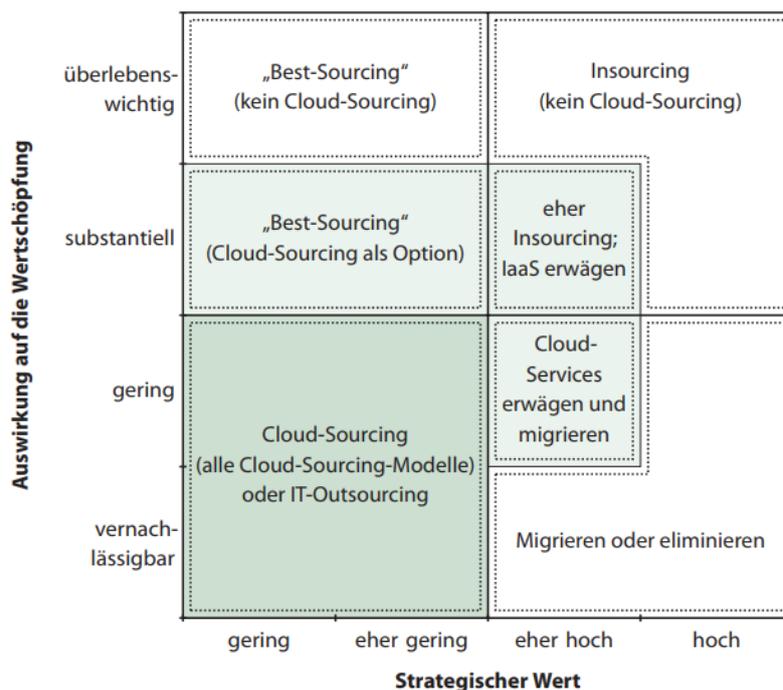


Abbildung 5 - Cloud-Sourcing Modell (Haselmann, 2012)

Im Anschluss werden diese noch in einer Nutzen-Risiko-Matrix analysiert. Hierbei werden die IT Systeme in den Dimensionen Nutzen, Risiko und Aufwand qualitativ bewertet. Die Nutzen-Risiko-Matrix unterstützt bei der Beurteilung der Attraktivität von Cloud-Sourcing Projekten.

In dem abschließenden Kapitel geht Haselmann noch auf die Wirtschaftlichkeit von Cloud-Sourcing Projekten ein. Hierin identifiziert er die verschiedenen Kostenarten von Cloud-Sourcing Projekten wie Vorbereitungskosten, Initialisierungskosten, Betriebskosten und Desinvestitionskosten und weiterer Kostenarten bei einer Migration bestehender IT Produkte. Darüber hinaus stellt er Hypothesen zu den wichtigen Einflussfaktoren und deren Zusammenhängen auf, die eine einfache Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Cloud-Sourcing Projekten ermöglichen. Für die Berechnung der Nutzeneffekte geht Haselmann kurz auf die ROI-Analyse ein und kommt zum Schluss, dass für eine detaillierte wirtschaftliche Betrachtung ein umfassender Business-Case erstellt werden muss.

In seiner Arbeit bleiben jedoch einige Aspekte von Cloud-Sourcing bzw. Cloudmigrationsprojekten ungeklärt. In seinem Vorgehensmodell werden nicht alle Phasen in ausreichender Detailstufe erläutert. Diese Phasen wären vor allem die Umsetzungs- und Betriebsphase. Haselmann behandelt hier keine technologischen Aspekte, wie eine Migration in die Cloud konkret geplant und umgesetzt werden kann. Er kommt zum Schluss, dass in weiterführenden Arbeiten diese Themen aufgegriffen werden könnten um spezifische Best-Practices oder einen „methodologischen Werkzeugkasten“ zu entwickeln, welcher dabei helfen sollte Cloud-Sourcing Projekte mit einem vollständigen Berechnungsmodell einfach und zielführend zu realisieren.

3.2 Strategien und Prozeduren für eine Cloudmigration

Ahmad, Naveed & Hoda (2018) beschäftigen sich in ihrer Arbeit mit Strategien und Verfahren für die Migration in eine Cloud Umgebung. Dabei wird über eine Literaturrecherche und anhand des aktuellen Stands der Technik ein fünf Phasen Modell erstellt, welches bei der Migration in die Cloud methodisch unterstützen soll, dargestellt in Abbildung 6.

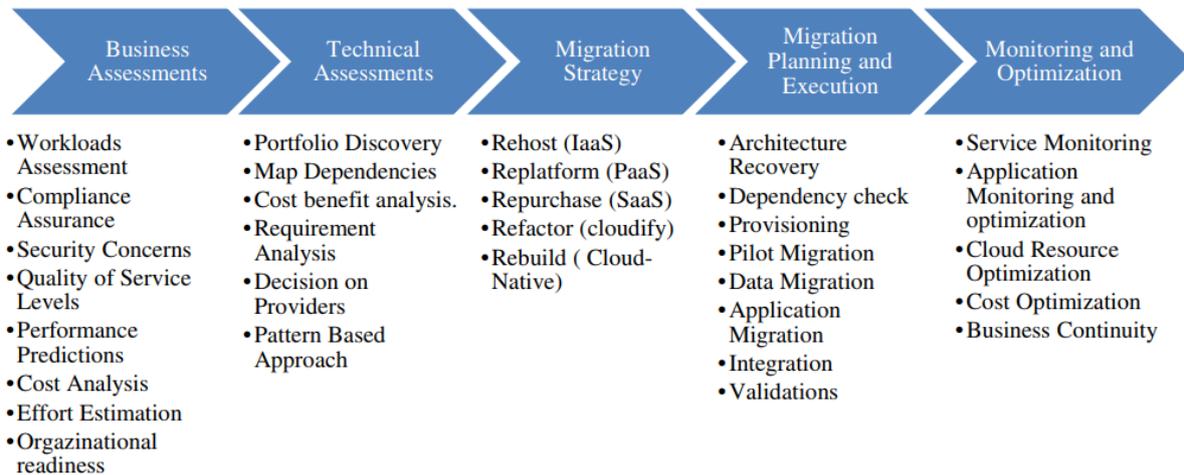


Abbildung 6 - Cloudmigrationsstrategie und Prozeduren (Ahmad, Naveed & Hoda, 2018)

Diese Phasen unterteilen sich in:

1. Business Assessments,
2. Technical Assessments,
3. Migration Strategy,
4. Migration Planning and Execution und
5. Monitoring and Optimization.

Jede dieser Phasen besteht wiederum aus verschiedenen Prozeduren, welche durchgeführt werden müssen für das Voranschreiten zur nächsten Phase.

In Phase 1, Business Assessments, soll ein Business Case erstellt werden. Phase 2, Technical Assessments, wird nicht näher im Paper erläutert, außer das Auflisten der Prozeduren. In Phase 3 wird die Migrationsstrategie nach der 6R Methode festgelegt. Diese Methode wird theoretisch anhand verschiedener Quellen näher erläutert. Im Anschluss startet Phase 4 mit der Migrationsplanung und Durchführung. Auch hier wird nicht näher darauf eingegangen. In der letzten Phase, Monitoring und Optimization wird darauf hingewiesen, dass nicht nur die IT Systeme migriert werden, sondern auch das Kostenmodell von CAPEX (Capital Expenditure) zu OPEX (Operating Expenses).

Zusammengefasst bietet das Paper eine gute High-Level Übersicht über die Phasen und Prozeduren, liefert aber keine konkreten Antworten darauf, wie ein technisches Vorgehen für eine Cloudmigration zu erfolgen hat oder wie Parameter wie Kosten, Verfügbarkeit oder Betriebsaufwand ermittelt werden können. Ahmad et al. (2018) kommen zum Schluss, dass weitere Betrachtungen notwendig sind, wie z.B. bei der Entwicklung von Frameworks oder Tools, welche bei der Migration in die Cloud in Modelle wie IaaS, PaaS und SaaS unterstützen, sowie beim Thema Kostenoptimierung.

3.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beim Einsatz von Cloud Computing

Da eine reine Kostenbetrachtung oder eine rein qualitative Vorgehensweise für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Cloud Computing Projekten zu einseitig anzusehen ist, stellen Lamberth und Weisbecker (2010) in ihrer Arbeit eine auf quantitative und qualitative Faktoren basierende Kosten-Nutzen Analyse für Cloud Computing vor. In der Arbeit wird eine Kostenaufschlüsselung nach TCO vorgestellt, sowie eine erweiterte Nutzwertanalyse-Matrix.

Für die erweiterte Nutzwertanalyse werden als erstes qualitative Zielkriterien festgelegt, welche sich aus den Kategorien:

- Übergeordnetes Kriterium,
- Direkt monetärer Nutzenbeitrag des Cloud-Dienstes,
- Indirekt monetär messbarer Nutzenbeitrag des Cloud-Dienstes,
- Intangibler (qualitativer) Nutzenbeitrag des Cloud-Dienstes und
- Risiken des Cloud-Dienstes (Qualitative Kosten) zusammensetzen.

Der zweite Bestandteil der erweiterten Nutzwertanalyse ist eine monetäre Betrachtung über den Net Present Value (NPV) oder den Return on Investment (ROI). Der dritte Bestandteil ist dann die Erhebung des TCO, welcher sich in direkte und indirekte Kosten aufteilt. Diese Daten werden dann in einem vorgestellten Modell zur Auswahl und Bewertung von Cloud Diensten verwendet, dargestellt in Abbildung 7.

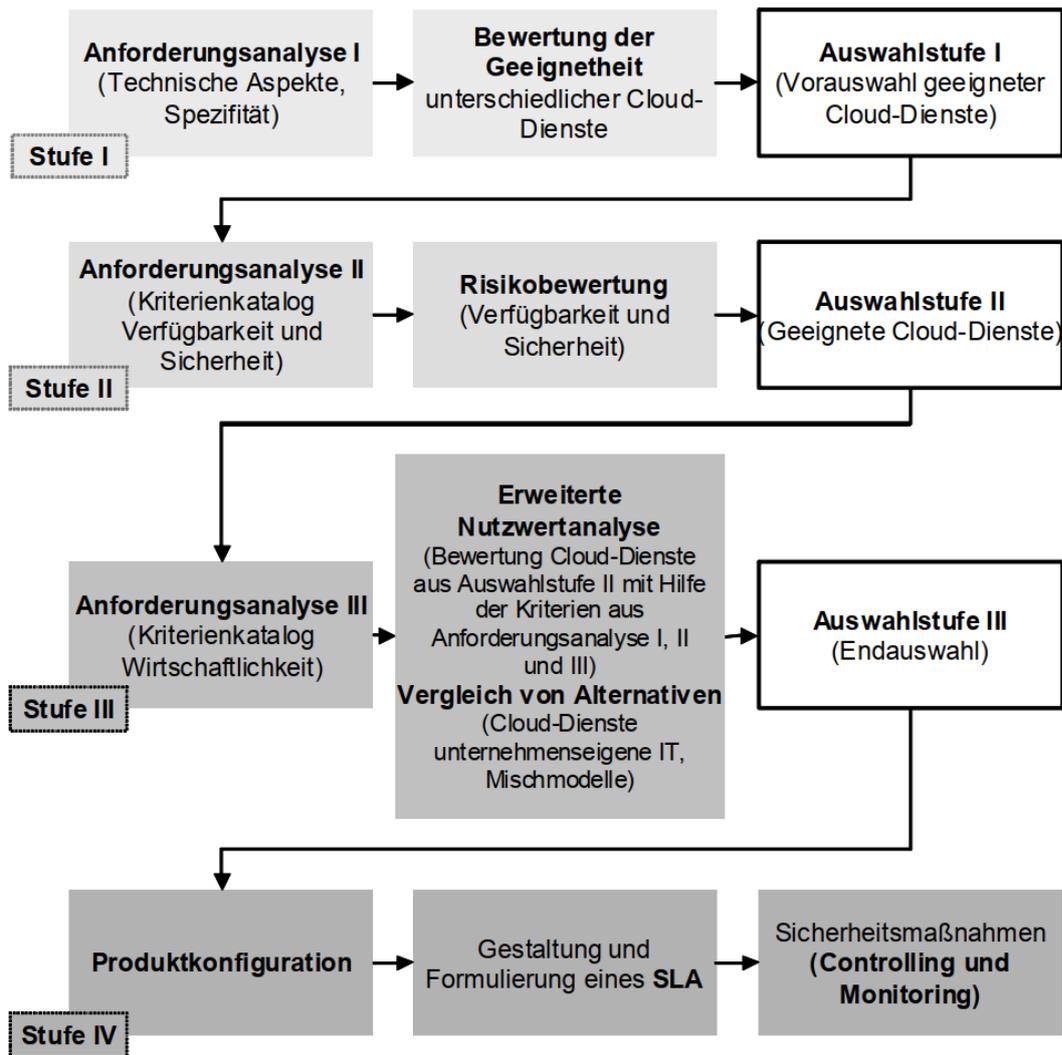


Abbildung 7 - Vorgehensmodell zur Auswahl und Bewertung von Cloud-Diensten (Lamberth & Weisbecker, 2010)

Dieses Modell stellt ein gutes Gesamtverfahren für die Auswahl und Bewertung von Cloud Diensten dar, wobei sich die Arbeit im Speziellen in der Stufe III auf die erweiterte Nutzwertanalyse konzentriert und diese detaillierter behandelt. Es wird hier nicht genauer auf die Themen der Stufe I, II oder IV eingegangen, wie auf das Thema Anforderungsanalyse oder die Bewertung der Eignung unterschiedlicher Cloud Dienste welche IT Systeme in welche Cloud Dienste migriert werden können. Diese Information ist aber wichtig, um die Kosten und weitere Faktoren wie Betriebsaufwand für eine Bewertung und einen Vergleich der Alternativen durchführen zu können.

Diese Arbeit behandelt somit den Kosten- und Nutzenaspekt für potenzielle Migrationsvorhaben in die Cloud.

4 Methodische Vorgangsweise

In diesem Kapitel werden die für diese Arbeit verwendete Methoden beschrieben. Dazu wurde sich der Literaturrecherche, der Fallstudie und der Modellierung bedient.

4.1 Literaturrecherche

Für die Beantwortung der Forschungsfrage werden zunächst mittels Literaturrecherche die notwendigen Grundlagen, mögliche Lösungen und der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik zum vorliegenden Thema recherchiert.

Nach Staudinger (2020) sollen durch die Literaturrecherche mögliche Lösungen oder Lösungsansätze zum vorliegenden Problem gefunden werden. Die Literaturrecherche dient ebenfalls dazu den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zum untersuchten Thema darzulegen. Die Leser:innen und Autor:innen sollen dadurch auf den empirischen Teil der Arbeit vorbereitet werden. Die Erkenntnisse der Literaturrecherche und die Daten der empirischen Untersuchung sollen Folgerungen und Erkenntnisse für die Überprüfung der Hypothese liefern.

Es wird hierzu anhand der Phasen nach Fettke (2006) vorgegangen. Die Phasen bestehen aus der Problemformulierung, der Literatursuche, der Literaturlauswertung, der Analyse und Interpretation sowie der Präsentation. Die einzelnen Phasen sind wie folgt definiert: Die Phase der Problemformulierung hat das Ziel die Fragestellung der Arbeit auszuformulieren, abzugrenzen und zu präzisieren. Dies wird in den Kapiteln 1.1, 1.2, 1.4 und 1.5 spezifiziert.

In der Phase der Literatursuche geht es darum die für die Fragestellung geeignete Literatur zu suchen. Die Suche nach wissenschaftlichen Studien wurde über ScienceDirect, Springerlink, Google Scholar, ProQuest, IEEE, ACM und ECONSTOR durchgeführt. Für die Beschreibung von Technologien in Kapitel 2, Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik, und die Entwicklung der Vorgehensmodelle aus Kapitel 5, wurde außerdem auf den Dokumentationsplattformen der jeweiligen vorkommenden Hersteller, welche in der vorliegenden Arbeit erwähnt werden, recherchiert.

Die Phase der Literaturlauswertung hat das Ziel die Literatur auf Relevanz in Bezug auf die Arbeit zu überprüfen. Hierzu wurde von den identifizierten Arbeiten aus der Literatursuche die Zusammenfassung und Einleitung studiert, um festzustellen, ob sich diese als Quelle für die gegenständliche Arbeit eignen.

In der Phase der Analyse und Interpretation geht es darum die Erkenntnisse aus der vorherigen Phase in Bezug auf die Problemformulierung zu bewerten. Dazu wurde die

zuvor ausgewählte Literatur genau studiert und es wurde untersucht wie die Erkenntnisse daraus zur Fragestellung und Problemstellung der gegenständlichen Arbeit beitragen können oder wo angeknüpft werden kann.

Die Phase der Präsentation hat das Ziel die Ergebnisse aufzubereiten und zu präsentieren. Dies wurde im Kapitel 7 durchgeführt.

4.2 Fallstudie

Diese lässt sich in einem weiten Spektrum sehr universell einsetzen. Fallstudien können grundsätzlich Antworten auf explorative, deskriptive, und/oder explanative Fragen liefern. Fallstudien lassen sich in Einzelfallstudien und in vergleichende Fallstudien einteilen. Bei den vergleichenden Fallstudien werden mehrere Fälle untersucht und miteinander verglichen. Die Einzelfallstudie konzentriert sich auf zumeist kritische, extreme, repräsentative, typische oder bisher nicht zugängliche Fälle oder solche, die über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Fallstudien sind an keine bestimmten Datenerhebungsmethoden gebunden, es werden jedoch häufig die Befragung, die Beobachtung und die Inhaltsanalyse dafür verwendet. Zur Befragung zählen persönliche Interviews, Telefoninterviews oder auch schriftliche Befragungen. Beobachtungen können verdeckt oder offen, informiert oder unwissentlich, stark strukturiert oder wenig strukturiert, direkt oder indirekt erfolgen. Die Inhaltsanalyse fasst verschiedene Dokumente wie Protokolle, Präsentationen, Reden, Verträge, Geschäftsberichte oder auch Internetseiten zusammen und analysiert diese. Abschließend erfolgt die Datenanalyse und die Fallstudienerstellung (Borchardt & Göthlich, 2009).

Anhand dieser Merkmale eignet sich die Fallstudie für folgendes Vorgehen besonders gut. Mittels einer Fallstudie wird die Analyse des anonymisierten Unternehmens aus der Sparte Information und Consulting in Bezug auf die eingesetzte IT Infrastruktur durchgeführt. Folgende Punkte sollen dabei mittels Befragung, Beobachtung und Inhaltsanalyse aus Ticketsystemdaten und IT Assetmanagement, erhoben werden:

- im Einsatz befindliche Applikationen und Services
- im Einsatz befindliche IT Infrastrukturkomponenten wie Server, Clients oder Netzwerkkomponenten
- Aktualität und Versionsstand der Hard- und Software
- technische Anforderungen der Applikationen und Services
- Abhängigkeiten von Applikationen und Infrastrukturkomponenten zu anderen Applikationen und Infrastrukturkomponenten
- Lebenszyklus der Applikationen und IT Infrastrukturkomponenten

- IT-Betriebsaufwand
- IT-Betriebskosten

Im Anschluss sollen dann die in dieser Arbeit entwickelten Vorgehens- bzw. Migrationsmodelle angewandt werden und deren Anwendbarkeit zeigen.

Das Ergebnis soll dann ein Überblick sein, welche Systeme in die Cloud migriert werden können und ebenfalls in welches spezifische Cloud Service Modell.

Dadurch lassen sich dann durch Schätzungen und Recherche der Servicedokumentation des Herstellers die jährlichen Cloud Kosten, der potenzielle Betriebsaufwand, die Serviceverfügbarkeiten und der Lebenszyklus bestimmen.

Es werden außerdem Angebote für eine mögliche Hard- und Softwareerneuerung eingeholt, um diese Alternative mit der Cloudalternative vergleichen zu können.

Mit diesen Daten lassen sich anschließend folgende Punkte ermitteln:

- Gesamtkosten (TCO) für Hard- und Softwareerneuerung der lokalen Infrastruktur
- Gesamtkosten (TCO) für Alternativbetrieb der Komponenten in der Cloud
- Nutzwertanalyse für Hard- und Softwareerneuerung der lokalen Infrastruktur
- Nutzwertanalyse für Alternativbetrieb der Komponenten in der Cloud

Nach Ermittlung aller notwendigen Parameter werden diese miteinander verglichen, interpretiert und bewertet. Die Fragestellung soll damit beantwortet werden.

4.3 Modellierung

Modellierungsverfahren sind konstruktive Verfahren, welche induktiv oder deduktiv vereinfachte Darstellungen der Realität abbilden. In der Wirtschaftsinformatik existieren zahlreiche Varianten, vor allem aber formale und konzeptionelle Modelle. Zu den konzeptionellen Modellen zählt zum Beispiel die Referenzmodellierung, welche das Ziel hat, die Abbildung einer geplanten und optimierten Realität zu erstellen. Bei der Referenzmodellierung ist das Vorgehen, die Modellierung und Analyse bzw. Umsetzung reglementiert, während die generische Modellierung nur ein Verfahren der Realitätsabbildung darstellt, d.h. sie kann nur als Methodenkomponekte weitergeführt werden (Wilde & Hess, 2006).

In dieser Arbeit werden Fluss- oder Ablaufdiagramme verwendet, um die Migrationsmodelle abzubilden. Diese veranschaulichen eine Ausführungsreihenfolge von Tätigkeiten bzw. Aktionen, d.h. sie beschreiben in welcher Reihenfolge Handlungen von Akteuren ausgeführt werden sollen. Aufgrund der universellen Anwendung von Fluss-

oder Ablaufdiagrammen haben sich zahlreiche Varianten entwickelt, die verschiedene Sachverhalte des jeweiligen Anwendungsbereichs berücksichtigen (Fleischmann, Oppl, Schmidt, *et al.*, 2018). Die Symbole welche hier Anwendung finden sind in der ISO 5807:1985 festgelegt.

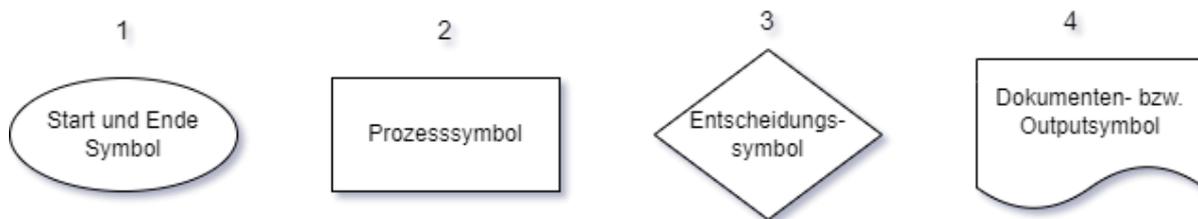


Abbildung 8 - Flussdiagrammsymbole

Abbildung 8 zeigt die vier verwendeten Symbole eines Flussdiagramms aus dieser Arbeit. Das Start und Ende Symbol (1), das Prozesssymbol (2) das alle Arten eines Prozesses wie z.B. die Durchführung einer bestimmten Tätigkeit abbildet, das Entscheidungssymbol (3) mit weiterführenden Pfaden und das Dokumenten- bzw. Outputsymbol (4), welches für Daten oder Medien steht wie z.B. ausgedruckte/ niedergeschriebene Daten oder ein Dokument. Es repräsentiert die Ergebnisse aus den erstellten Modellen dieser Arbeit.

5 Vorgehensmodelle

Für die Beantwortung der Frage welche Systeme in welches Cloud Service Modell migriert werden können, wurden verschiedene Vorgehensmodelle mit Hilfe der Literaturrecherche und unter Einbeziehung von Erfahrungswerten verschiedener durchgeführter Cloudmigrationsprojekte des Autors entwickelt. Durch diese soll eine Schätzung abgegeben werden können welche Systeme in welche Cloud Service Modelle (IaaS, PaaS, SaaS) überführt werden können um anschließend Kosten- und Betriebsaufwand evaluieren zu können. Die Vorgehensmodelle gliedern sich in Allgemeines Vorgehen (Gesamtverfahren) und in spezifische Migrationsmodelle welche Migrationsmöglichkeiten verschiedener Technologien in die Cloud behandeln.

5.1 Allgemeines Vorgehen (Gesamtverfahren)

In Abbildung 9 ist der Gesamtvorgang für eine IT Infrastruktur Migration in die Cloud als Flussdiagramm abgebildet. Dieses gliedert sich in die Bereiche Inventarisierung der IT Assets vornehmen, Inventardaten aufbereiten, Migrationsstrategie nach der 6R Methode, Anwendung der spezifischen Migrationsmodelle, Kosten und Nutzevaluierung, Auswertung und Vergleich der Investitionsalternativen.

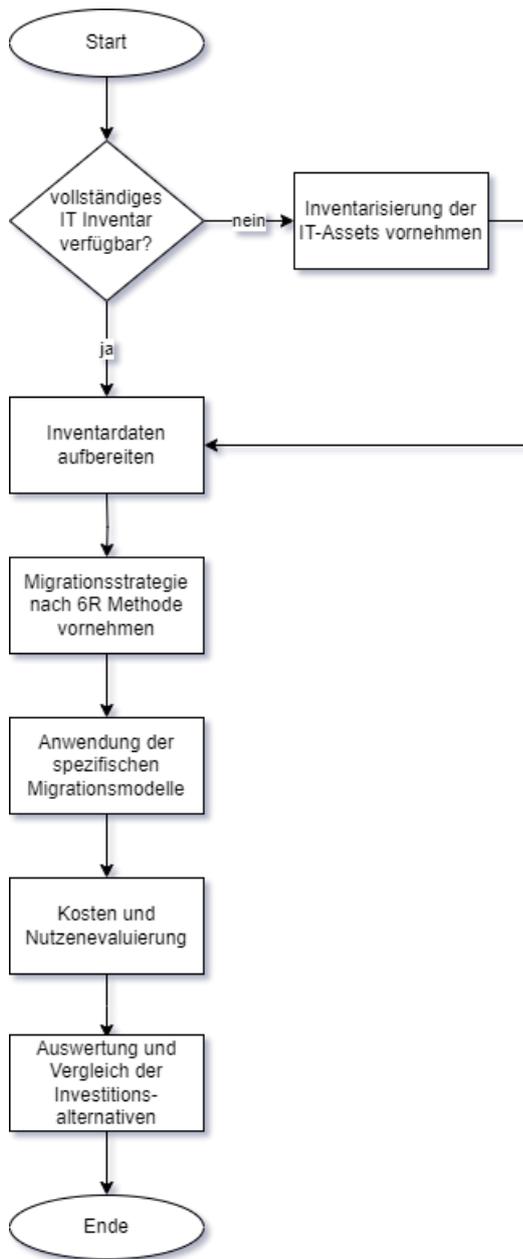


Abbildung 9 - Allgemeines Vorgehensmodell IT Infrastrukturerneuerung

Nachstehend werden die einzelnen Schritte näher erläutert.

Inventarisierung der IT Assets vornehmen:

Als Grundlage für die Erhebung der erforderlichen Erneuerungskomponenten, im weiteren Schritt auch zur Kosten- und Nutzenerhebung sowie für den Investitionsvergleich ist eine vollständige IT Asset Liste erforderlich. Sollte diese nicht vorhanden oder unvollständig sein, muss diese erhoben werden.

Inventardaten aufbereiten:

Um die weitere Planung effektiv durchführen zu können ist es sinnvoll die IT Assets strukturiert aufzubereiten. Eine Einteilung in Server, Clients, Applikationen und Services, Storage, Netzwerk, Firewall, Drucker und Scanner, Peripheriegeräte bietet eine gute Übersicht über alle Komponenten. Weiters sollten technische Abhängigkeiten und Anforderungen der einzelnen zu migrierenden Applikationen und Services dargestellt werden, um die spezifischen Migrationsmodelle anwenden zu können.

Migrationsstrategie nach 6R Methode:

Nach der Aufbereitung der IT Assets, kann grob eine Migrationsstrategie nach der 6R Methode pro Applikation bzw. Service gewählt werden. In vielen Fällen ergibt sich die Strategie jedoch nach genauere Analyse der verschiedenen technischen Abhängigkeiten und Möglichkeiten der betrachteten Applikationen und Services und Anwendung der spezifischen Migrationsmodelle. Vorab kann und sollte jedenfalls der Punkt Retire - Abschalten und Retain - Überspringen gegen jede Applikation und jedes Service betrachtet werden. Alles, was vorab schon ausgeschieden werden kann, muss nicht weiter bei der Migration mit betrachtet werden.

Anwendung der spezifischen Migrationsmodelle:

Es wurden Migrationsmodelle für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle bzw. Technologien ausgearbeitet. Die Anwendung dieser Modelle soll dabei unterstützen die richtige Zieltechnologie (IaaS, PaaS, SaaS) für die Cloud zu wählen, um im Anschluss auch die Kosten bestimmen zu können. Details zu den einzelnen Migrationsmodellen sind im Kapitel 5.2 Spezifische Migrationsmodelle nachzulesen.

Kosten und Nutzevaluierung:

Auf Basis der Anforderungen für die Migration der Server auf neue Hardware oder in die Cloud werden in diesem Schritt die Kosten für die jeweiligen Investitionsalternativen evaluiert. Für den Kostenvergleich der verschiedenen Alternativen wird in dieser Arbeit die TCO Methode verwendet, Details zur Anwendung siehe dazu Kapitel 2.5. Um die Betrachtung nicht nur auf Kosten einzuschränken wird auch eine Nutzwertanalyse der Investitionsalternativen durchgeführt. Für die Evaluierung der Cloudkosten werden die Ergebnisse aus den Migrationsmodellen verwendet. Mittels einem von Microsoft bereitgestellten Onlinepreiskalkulator, dem Azure Pricing Calculator, können dann die Kosten ermittelt werden, indem die Ergebnisse aus den Migrationsmodellen übertragen werden. Für die Evaluierung der Hardwareinvestitionskosten werden Kostenvoranschläge von den Distributoren eingeholt.

Auswertung und Vergleich der Investitionsalternativen:

In diesem Schritt werden die ermittelten Kosten und der Nutzen der Investitionsalternativen gegenübergestellt und verglichen. Anhand einer gewichteten Punktevergabe und Ermittlung des Nutzwertes kann dann die optimale Alternative gewählt werden.

5.2 Spezifische Migrationsmodelle

Die spezifischen Migrationsmodelle dienen dazu das optimale Cloud Service Modell (IaaS, PaaS, SaaS) für die zu migrierende Komponente zu finden. Welche spezifischen Migrationsmodelle benötigt werden ist vom Migrationsvorhaben und der vorliegenden IT Infrastruktur abhängig. Generell ist folgende Reihenfolge zur Anwendung empfohlen:

1. Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell
2. Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell
3. Web Server Cloudmigrationsmodell
4. Microsoft File Server Cloudmigrationsmodell
5. Microsoft SharePoint Server Cloudmigrationsmodell
6. Microsoft Exchange Server Cloudmigrationsmodell
7. Microsoft Print Server Cloudmigrationsmodell
8. Antivirus/ Antispam Cloudmigrationsmodell
9. Microsoft Remote Desktop Services Cloudmigrationsmodell
10. Microsoft Windows Server Update Services Cloudmigrationsmodell
11. Microsoft Domain Controller Cloudmigrationsmodell
12. Microsoft Dynamic Name System Cloudmigrationsmodell
13. Microsoft Dynamic Host Configuration Cloudmigrationsmodell
14. Backup und Restore Cloudmigrationsmodell
15. Hypervisor Migrationsmodell
16. Internetverbindungsmigrationsmodell

Allgemeines zur Anwendung:

Die Modelle müssen pro Applikation und Service einmal durchlaufen werden, auch wenn eine Applikation oder ein Service redundant vorhanden sein sollte. Zum Beispiel, sind zwei DNS Server im Einsatz so ist das Microsoft Dynamic Name System Cloudmigrationsmodell zweimal zu durchlaufen. Sind beispielsweise mehrere Datenbanken für unterschiedliche Applikationen auf einem SQL Server installiert, so muss das Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell für jede Datenbank einmal durchlaufen werden. Sollte das Ergebnis aus einem Durchlauf ergeben, dass der Server

zur Gänze als virtuelle Maschine nach Azure zu migrieren ist, dann könnte es vorteilhaft sein, alle Applikationen und Services auf diesem Server zu belassen, unabhängig von deren Durchlaufergebnis. Als Grundlage dafür werden die Daten aus dem IT Asset Management benötigt. Zusammengefasst werden die Informationen zu allen Servern und den darauf laufenden Betriebssystemen, Applikationen und Services benötigt, sowie die Abhängigkeiten von Systemen zu anderen und deren technischen und geschäftlichen Anforderungen. Darüber hinaus werden Informationen zum Netzwerk, wie benötigte Bandbreiten, Protokolle und Internetverbindung, benötigt.

Mit den Erkenntnissen der Anwendung der Modelle sollte ein weiterer Durchgang durchgeführt werden, da sich Erkenntnisse aus den unterschiedlichen Modellen auf andere Ergebnisse auswirken können und ggf. bei einigen Modellen ein anderer Pfad eingeschlagen werden muss.

5.2.1 Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 10, wird für mögliche Applikationsmigrationen in die Cloud angewendet oder auch für Systeme, welche durch kein spezifisches Migrationsmodell abgedeckt sind. Es dient dazu abzuklären, ob die zu migrierende Applikation bereits als SaaS Version verfügbar ist und diese den Anforderungen, technisch sowie geschäftlich, entspricht oder, sofern SaaS keine Option ist, ob diese modernisiert werden kann und als PaaS betrieben werden kann. Sofern dies auch keine Möglichkeit ist, soll geprüft werden, ob die Applikation auf virtuelle Server in der Microsoft Cloud (IaaS) betrieben werden kann. Sollte es sich um SaaS oder PaaS Lösungen handeln, die nicht von Microsoft stammen, kann es von Vorteil sein, auch das Microsoft Portfolio auf Lösungen dazu zu prüfen, da sich durch die Lizenzpakete oft Kostenvorteile ergeben.

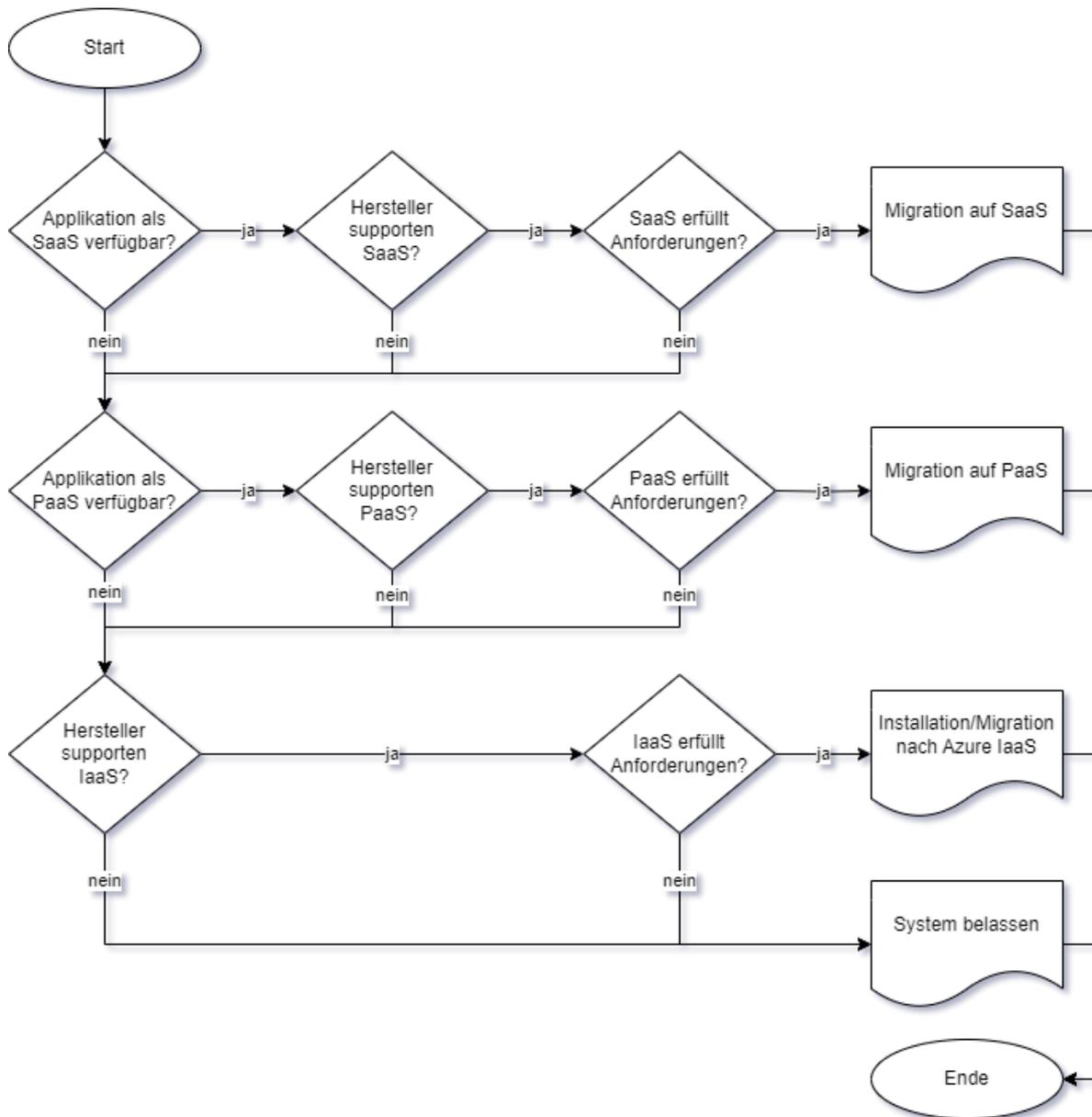


Abbildung 10 - Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Applikation als SaaS verfügbar?
Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob diese bereits als SaaS Lösung verfügbar ist.
2. Hersteller supporten SaaS?
Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob eine Migration auf die SaaS Lösung möglich und supportet ist.

3. SaaS erfüllt Anforderungen?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob die SaaS Lösung den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt.

4. Applikation als PaaS verfügbar?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob dieser bereits eine PaaS Lösung anbietet oder ob es möglich wäre, selbst Komponenten des Applikationsverbundes auf eine PaaS zu migrieren.

5. Hersteller supporten PaaS?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden ob dieser eine Migration auf PaaS supportet. Es könnte sein, dass dies technisch ohne weiteres möglich wäre, der Hersteller jedoch keinen Support dafür gewährleistet.

6. PaaS erfüllt Anforderungen?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob die PaaS Lösung den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt.

7. Hersteller supporten IaaS?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden ob dieser eine Migration auf IaaS supportet. Es könnte sein, dass dies technisch ohne weiteres möglich wäre, der Hersteller jedoch keinen Support dafür gewährleistet.

8. IaaS erfüllt Anforderungen?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob die IaaS Lösung den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt.

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration auf SaaS.

Dokumentation des Ergebnisses. Die betroffene Applikation wird in ein SaaS Modell migriert.

2. Migration auf PaaS.

Dokumentation des Ergebnisses. Die betroffene Applikation wird in ein PaaS Modell migriert.

3. Migration auf IaaS.

Dokumentation des Ergebnisses. Die betroffene Applikation wird in ein IaaS Modell migriert.

5.2.2 Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 11, wird für eine mögliche Migration von SQL-Datenbanken bzw. von Microsoft SQL Server in die Cloud verwendet. Sollte der Datenbankserver mehrere Datenbanken hosten, so sollte das Modell pro Datenbank durchlaufen werden. Ziel ist es zu evaluieren, ob die Datenbank(en) in einem PaaS oder IaaS Modell in der Cloud betrieben werden können. Bei Vorhandensein von mehreren Datenbanken für unterschiedliche Applikationen und unterschiedlichen Ergebnissen pro Durchlauf, sollte darauf geachtet werden ob in einem Ergebnis der Durchläufe der Datenbankserver virtualisiert in der Cloud laufen muss (IaaS). In diesem Fall könnte es kosteneffizienter sein auch die anderen Datenbanken auf dem System zu belassen, unabhängig von deren Ergebnis. Eine Trennung der Datenbanken hätte wiederum den Vorteil, dass Wartungen des Servers nicht alle Datenbanken betreffen. Die Vor- und Nachteile sollten von Fall zu Fall genau betrachtet werden. Die drei Zielmigrationen aus dem Modell gliedern sich in Azure SQL DB (PaaS), Azure SQL Managed Instance (PaaS) und virtueller SQL Server in Azure (IaaS). Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit ist die Azure SQL DB Lösung jene mit den geringsten Kosten und dem geringsten Betriebsaufwand, gefolgt von der Azure SQL Managed Instance und dem virtuellen SQL Server. Azure SQL ist ein serverloses verwaltetes Datenbankservice in der Cloud welches viele Features einer nativen SQL Server Installation supportet. Azure SQL Managed Instance ist eine vollständig verwaltete SQL Instanz in der Cloud, welche nahezu 100% der Features einer nativen SQL Server Installation supportet. Für 100% Kompatibilität kann ein vollständiger SQL Server in der Cloud als virtuelle Maschine installiert werden (Microsoft, 2023aj).

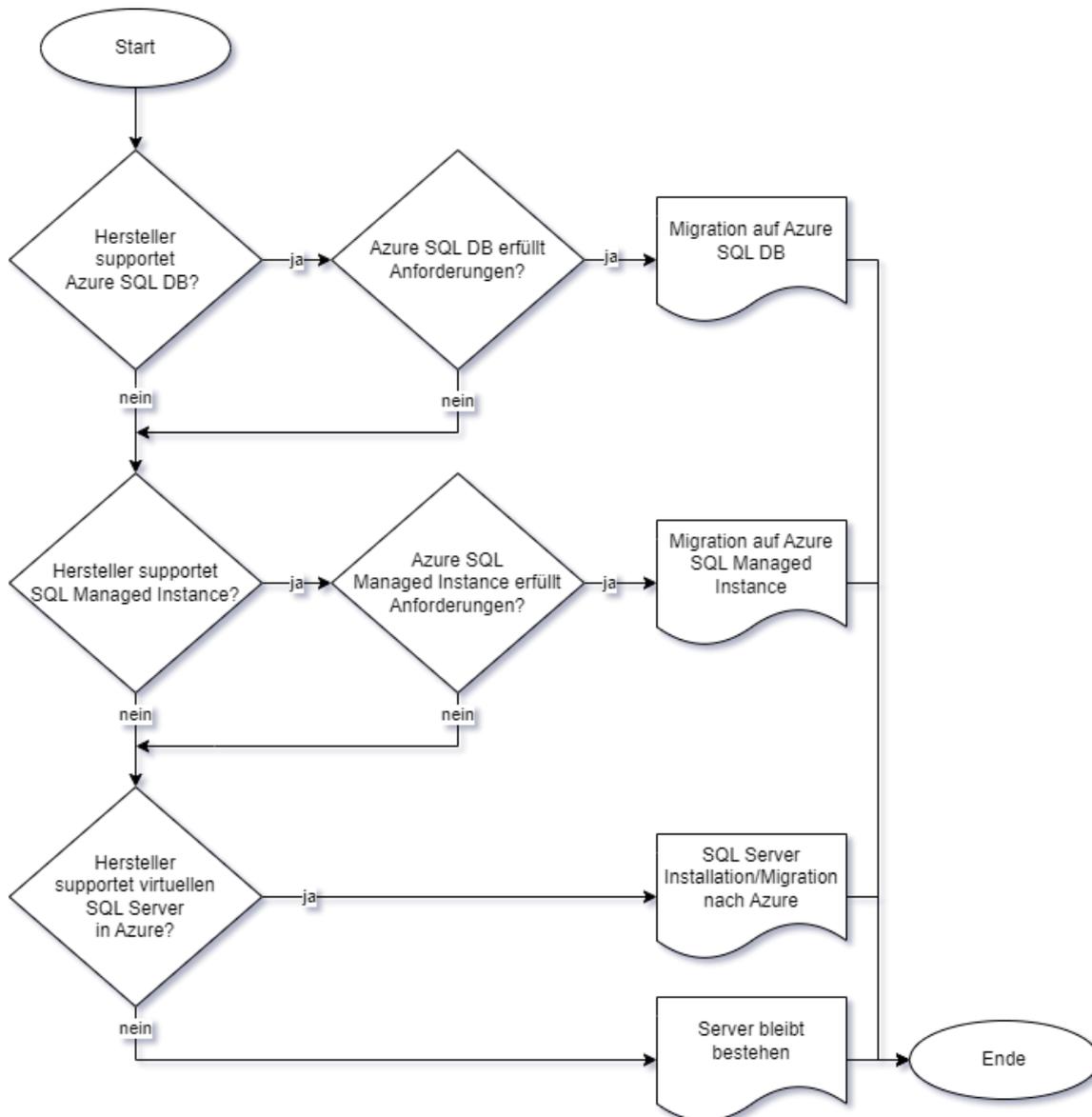


Abbildung 11 – Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Hersteller supportet Azure SQL DB?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden ob dieser eine Migration auf Azure SQL DB supportet. Es könnte sein, dass dies technisch ohne weiteres möglich wäre, der Hersteller jedoch keinen Support dafür gewährleistet.

2. Azure SQL DB erfüllt Anforderungen?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob die Azure SQL DB den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen

Bestandsystemen erfüllt. Genauere Information können direkt bei Microsoft (2023m) abgerufen werden.

3. Hersteller supportet Azure SQL Managed Instance?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden ob dieser eine Migration auf Azure SQL Managed Instance supportet. Es könnte sein, dass dies technisch ohne weiteres möglich wäre, der Hersteller jedoch keinen Support dafür gewährleistet.

4. Azure SQL Managed Instance erfüllt Anforderungen?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob die Azure SQL Managed Instance den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt. Genauere Information können direkt bei Microsoft (2023m) abgerufen werden.

5. Hersteller supportet virtuellen SQL Server in Azure?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden ob dieser eine Migration nach Azure supportet. Es könnte sein, dass dies technisch ohne weiteres möglich wäre, der Hersteller jedoch keinen Support dafür gewährleisten würde.

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration auf Azure SQL DB.

Dokumentation des Ergebnisses. Die betroffene Datenbank wird nach Azure SQL DB migriert (PaaS Lösung).

2. Migration auf Azure SQL Managed Instance.

Dokumentation des Ergebnisses. Die betroffene Datenbank wird nach Azure SQL Managed Instance migriert (PaaS Lösung).

3. SQL Server Installation/Migration nach Azure.

Dokumentation des Ergebnisses. Die betroffene Datenbank wird samt Server als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

5.2.3 Web Server Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 12, wird für eine mögliche Migration von Webseiten bzw. WebApps in die Cloud verwendet. Sollte der Web Server mehrere Webseiten hosten, sollte das Modell pro Webseite durchlaufen werden. Ziel ist es das passende Cloud Modell in Azure zu finden. Bei unterschiedlichen Ergebnissen pro Durchlauf, sollte darauf geachtet werden, ob in einem Ergebnis eines Durchlaufs der Server virtualisiert in der Cloud laufen muss. In diesem Fall könnte es kosteneffizienter sein auch die anderen Webseiten auf dem System zu belassen, unabhängig von deren

Ergebnis. Eine Trennung der Webseiten hätte wiederum den Vorteil, dass bei Wartungen des Servers nicht alle Webseiten betroffen wären. Die Vor- und Nachteile sollten von Fall zu Fall genau betrachtet werden. Die Zielmigrationen aus dem Modell, gliedern sich in Azure Static WebApp (PaaS), Azure WebApp ohne inkludierter Datenbank (PaaS), Azure WebApp mit inkludierter Datenbank (PaaS) und Installation/ Migration Server nach Azure (IaaS). Zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit ist die Azure Static WebApp Lösung jene mit den geringsten Kosten und dem geringsten Betriebsaufwand (Microsoft, 2023ac), gefolgt von der Azure WebApp ohne inkludierter Datenbank, der Azure WebApp mit inkludierter Datenbank und dem virtuellen Server in Azure (Microsoft, 2023a).

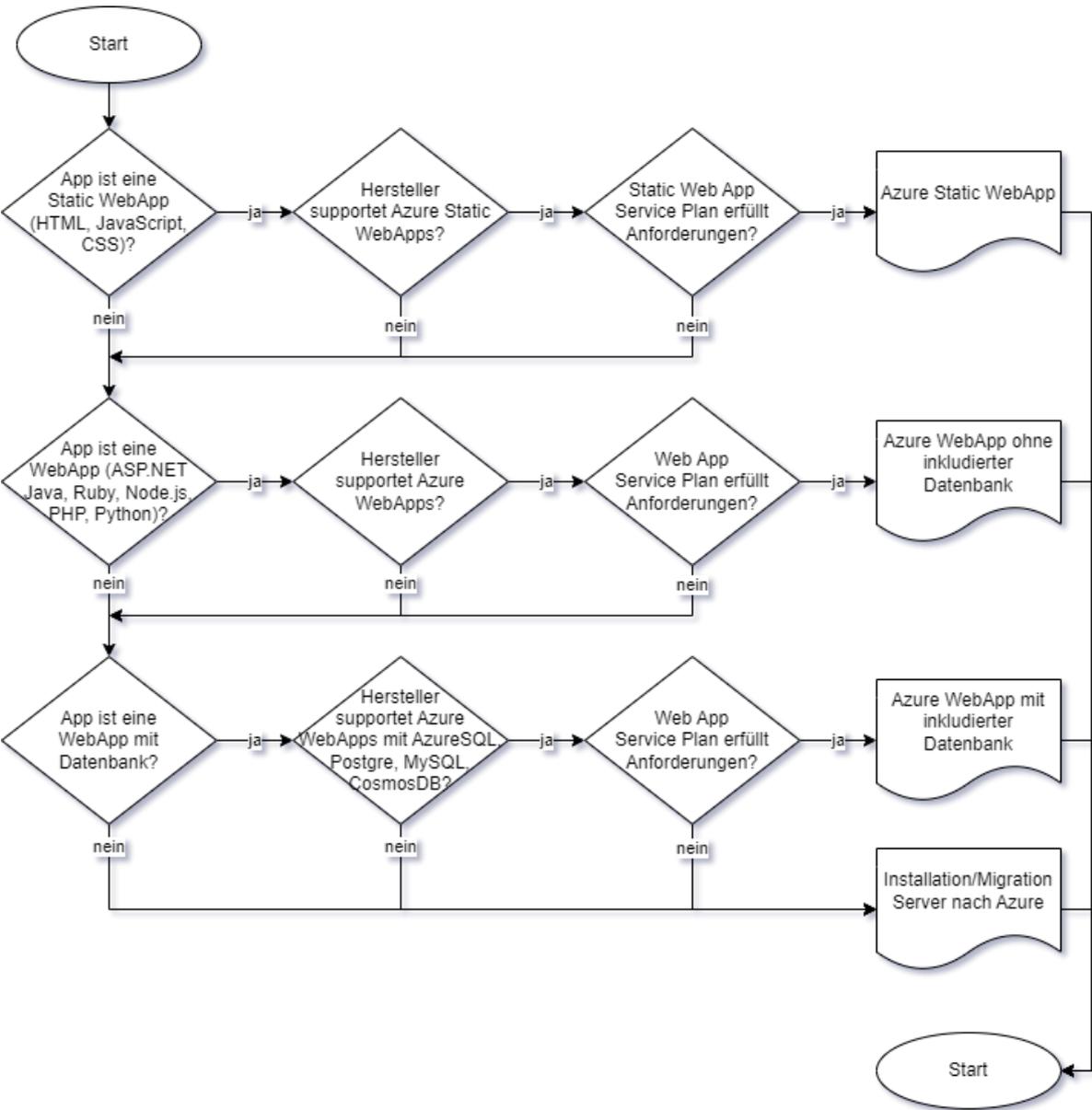


Abbildung 12 - Web Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. App ist eine Static WebApp (HTML, JavaScript, CSS)?
Ist die WebApp eine statische Webanwendung in HTML, CSS, oder JavaScript und mit Web-Frameworks wie Angular, React, Svelte, Vue oder Blazor erstellt, bei denen kein serverseitiges Rendering erforderlich ist (Microsoft, 2023ak)?
2. Hersteller supportet Azure Static WebApps?
Supportet der Hersteller der WebApp die Migration auf Azure Static WebApps?
3. Static WebApp Service Plan erfüllt Anforderungen?
Es gibt verschiedene WebApp Service Pläne, in welchen die WebApp erstellt werden kann. In diesen ist u.a. die max. zulässige Größe der WebApp definiert, die Anzahl der Custom Domains, Integration von GitHub oder Azure DevOps sowie auch die SLA-Bestimmungen, abzurufen bei Microsoft (2023e).
4. App ist eine WebApp (ASP.NET, Java, Ruby, Node.js, PHP, Python)
Ist die WebApp in einer Entwicklungssprache wie .NET, .NET Core, Java, Node.js, PHP oder Python erstellt und wird auf Windows- oder Linux-basierten Umgebungen ausgeführt (Microsoft, 2023b)?
5. Hersteller supportet Azure Static WebApps?
Supportet der Hersteller eine Migration auf Azure WebApps?
6. Azure WebApp Service Plan erfüllt Anforderungen?
Es gibt verschiedene Azure WebApp Service Pläne, in welchen die WebApps erstellt werden können. In diesen sind u.a. die Speichergröße, CPU Zeit, Anzahl der hostbaren WebApps sowie auch die SLA Bestimmungen zu finden (Microsoft, 2023f).
7. App ist eine WebApp mit Datenbank?
Handelt es sich um eine WebApp wie aus Punkt 4, jedoch mit dazu notwendiger Datenbank? Mögliche Datenbankauswahl: Azure SQL, PostgreSQL, MySQL, Cosmos DB API for MongoDB (Microsoft, 2023y).
8. Hersteller supportet Azure WebApps mit Datenbank?
Supportet der Hersteller eine Migration nach Azure WebApps mit Datenbank?

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration nach Azure Static WebApp.
Dokumentation des Ergebnisses. Die WebApp wird nach Azure Static WebApp migriert (PaaS Lösung).
2. Migration nach Azure WebApp ohne inkludierter Datenbank.

Dokumentation des Ergebnisses. Migration der WebApp nach Azure WebApp (PaaS Lösung).

3. Migration nach Azure WebApp mit inkludierter Datenbank.

Dokumentation des Ergebnisses. Die WebApp wird nach Azure WebApp inkl. Datenbank migriert (PaaS Lösung).

4. Installation/Migration Server nach Azure.

Dokumentation des Ergebnisses. Die WebApp wird samt Server als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

5.2.4 Microsoft File Server Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 13, wird für die Migration von File Server Daten in die Cloud angewandt. Dieses Modell zeigt verschiedene Startpunkte, welche alle unabhängig durchlaufen werden müssen, sollte der File Server für die dargestellten Anwendungsfälle genutzt werden.

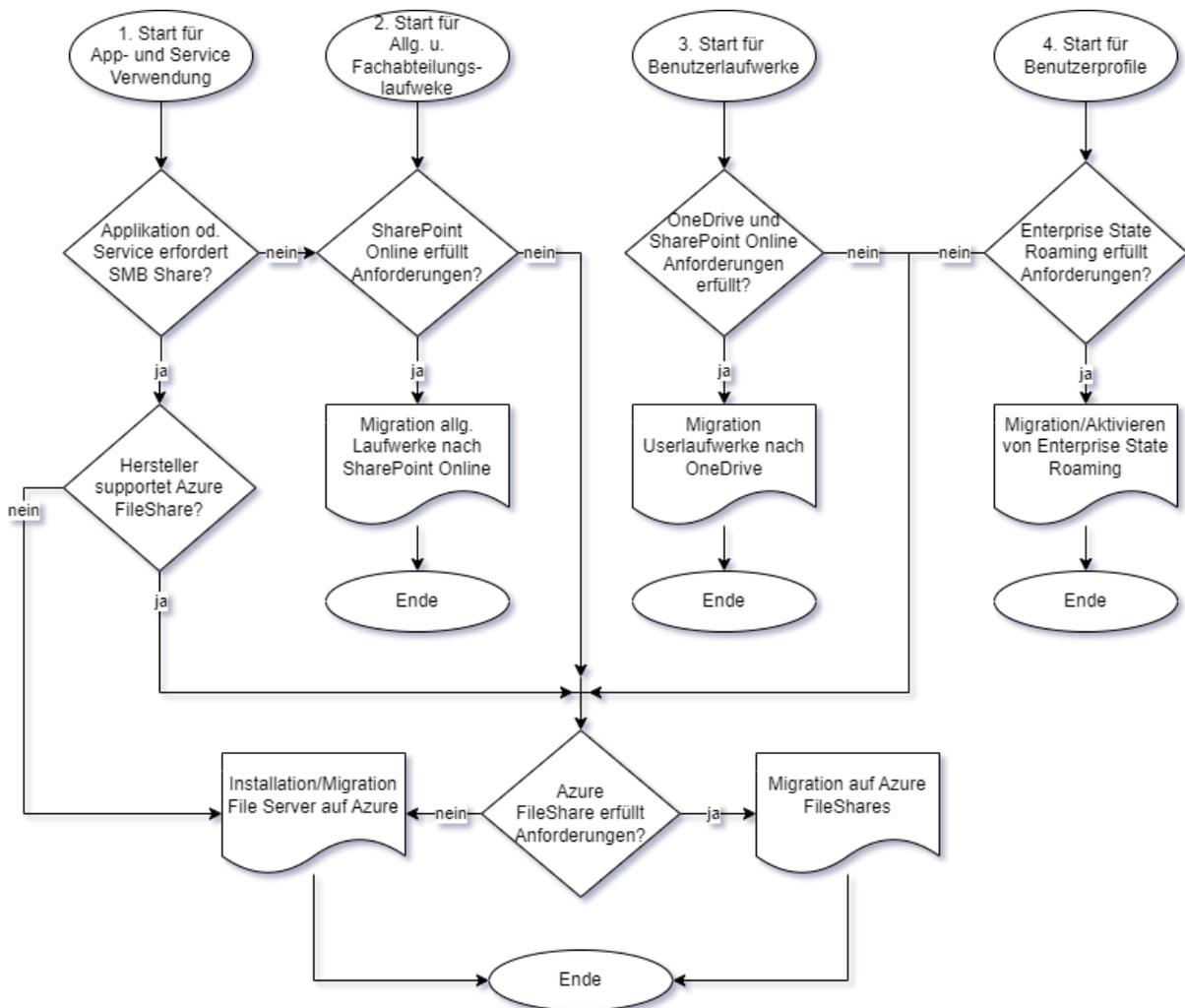


Abbildung 13 – Microsoft File Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Start für App- und Service Verwendung:

Dieser Pfad wird durchlaufen sollte es Anwendungen oder Services geben, welche auf den File Server Daten ablegen.

Entscheidungssymbole:

1. Applikation oder Service erfordert SMB Share?
Benötigt die Applikation oder das Service das SMB Protokoll um Daten zu transferieren?
2. Hersteller supportet Azure FileShare?
Unterstützt der Hersteller die Verwendung von Azure FileShares? Azure FileShares sind vollständig verwaltete Dateifreigaben in der Cloud, die über das SMB-Protokoll (Server Message Block), das NFS-Protokoll (Network File System) und die Azure Files REST API zugänglich sind (Microsoft, 2023ah).

Start für Allgemeine- und Fachabteilungslaufwerke:

Dieser Pfad wird durchlaufen, falls Laufwerke auf Clients verbunden werden wie z.B. Fachabteilungslaufwerke oder Laufwerke für allgemeine Verwendung.

Entscheidungssymbole:

1. SharePoint Online erfüllt Anforderungen?
Über Recherche soll herausgefunden werden, ob SharePoint Online den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt.

Folgendes kann nach SharePoint online migriert werden (Microsoft, 2023p):

- Dateigrößen unter 15 GB
- Dokumente
- Dateien und Ordnerstrukturen
- Dateilevel und Ordnerlevelberechtigungen
- Datei und Ordnermetadaten

Folgendes kann nicht migriert werden (Microsoft, 2023aa):

- versteckte Attribute auf Dateien und Ordner
- explizite Verbieter Rechte
- korrupte Dateien
- konvertierte integrierte URLs im Content

Start für Benutzerlaufwerke:

Dieser Pfad wird durchlaufen, falls Laufwerke für persönliche Daten auf Clients verbunden werden.

Entscheidungssymbole:

1. OneDrive und SharePoint Online Anforderungen erfüllt?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob SharePoint Online den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt. OneDrive unterstützt nur Ordnerumleitung von Desktop, Dokumente, Bilder, Screenshots, und Kamera Roll. Genauere Information können direkt bei Microsoft (2023aa, 2023x) abgerufen werden.

Start für Benutzerprofile:

Dieser Pfad wird durchlaufen sollten die Benutzer:innen servergespeicherte Benutzer:innenprofile nutzen.

Entscheidungssymbole:

1. Enterprise State Roaming erfüllt Anforderungen?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob Enterprise State Roaming den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt.

Folgende Bereiche werden von der Lösung synchronisiert (Microsoft, 2023i, 2023o):

- Windows Einstellungen
- Store App Daten
- Windows Themen
- Internet Explorer und Edge Einstellungen
- Passwörter
- andere Windows Einstellungen

Nicht zuordenbares Entscheidungssymbol:

1. Azure FileShare erfüllt Anforderungen?

Über Herstellerrecherche soll herausgefunden werden, ob Azure FileShare den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt. Wichtige technische Features sind SMB v2 bis v3.1,

Kerberos und NTLMv2, SMB Channel Encryption und SMB Multichannel, AD Domain Join and Discretionary Access Control Lists (DACLS). Limitierungen sind SMB Direct, Alternate Data streams, Extended Attributes, Hard- und Soft Links, Short File Names (Microsoft, 2023ab).

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration allgemeiner Laufwerke nach SharePoint Online.
Dokumentation der Ergebnisse. Daten aus den Laufwerken werden nach SharePoint Online migriert (SaaS Lösung).
2. Migration Benutzer:innenlaufwerke nach OneDrive.
Dokumentation des Ergebnisses. Daten aus den Laufwerken werden nach OneDrive migriert (SaaS Lösung).
3. Migrieren/Aktivieren von Enterprise State Roaming.
Dokumentation des Ergebnisses. Migration der Daten und Aktivieren des Enterprise State Roaming Features (SaaS Lösung).
4. Migration auf Azure FileShares.
Dokumentation des Ergebnisses. Migration der Daten nach Azure FileShares (PaaS Lösung).
5. Installation/ Migration File Server nach Azure.
Dokumentation des Ergebnisses. Migration des File Servers nach Azure (IaaS Lösung).

5.2.5 Microsoft SharePoint Server Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 14, wird für die Migration von Microsoft SharePoint Server in die Cloud angewandt.

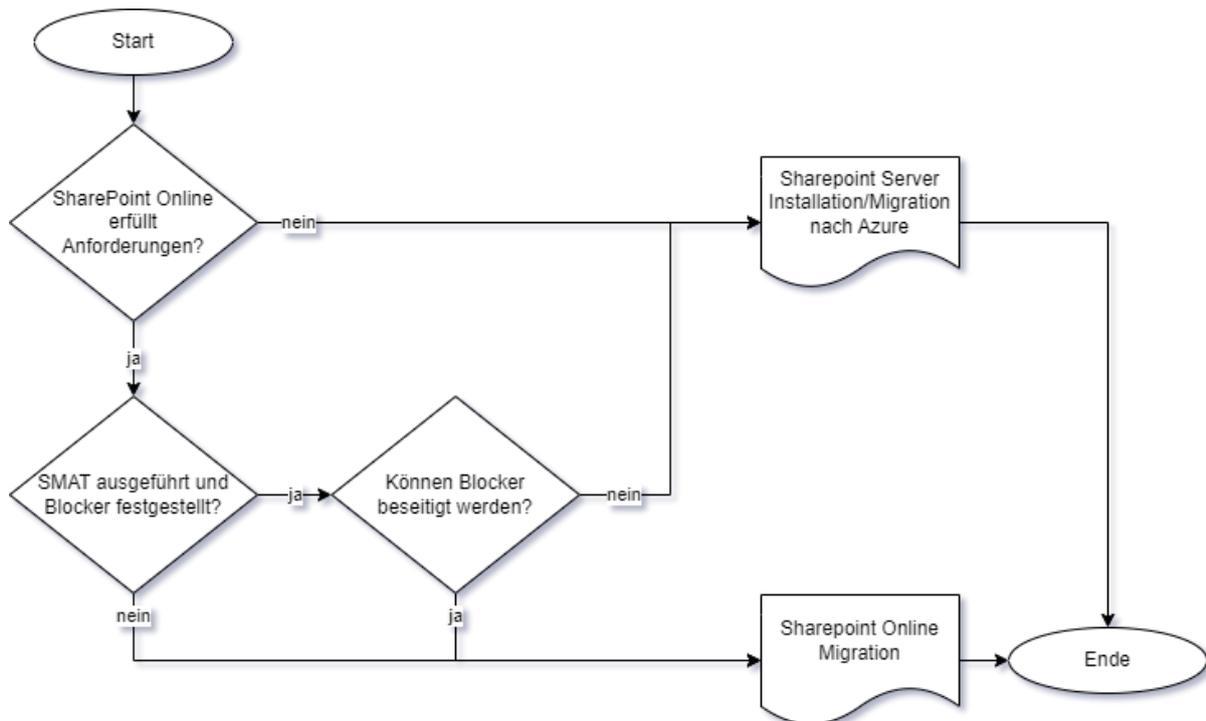


Abbildung 14 – Microsoft SharePoint Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. SharePoint Online erfüllt Anforderungen?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob SharePoint Online den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt. Genauere Information können direkt bei Microsoft (2023aa) abgerufen werden. Microsoft stellt unterstützend das SharePoint Migration Assessment Tool (SMAT) für eine Datenmigration bereit, welches ebenfalls zahlreiche Limitierungen prüft.

2. SMAT ausgeführt und Blocker festgestellt?

Wurde das SharePoint Migration Assessment Tool durchlaufen und die Ergebnisse ausgewertet? Das Tool analysiert, ob die Daten durch das Tool migriert werden können oder ob vorab Anpassungen vorgenommen werden müssen, damit die Migration gelingen kann. SharePoint in der Version kleiner als 2010 wird vom Tool nicht mehr unterstützt.

Das SPMT kann folgende Elemente migrieren (Microsoft, 2023v):

- Dateien, Ordner und Listen
- Berechtigungen

- Dateiversionen
 - verwaltete Metadaten und Taxonomie
 - Navigation und Symbole
 - Websitefeatures
 - SharePoint-Webparts
 - Seitenmigration
 - Webseitenbeschreibungen
 - Seiten
 - Microsoft Teams
3. Können Blocker beseitigt werden?
Können aufgezeigte Probleme aus dem SMAT Report behoben werden?

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. SharePoint Server Migration/Installation nach Azure.
Dokumentation des Ergebnisses. Der SharePoint Server wird nach Azure als virtuelle Maschine migriert (IaaS Lösung).
2. ShrePoint Online Migration.
Dokumentation des Ergebnisses. Migration der Daten nach SharePoint Online (SaaS Lösung).

5.2.6 Microsoft Exchange Server Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 15, wird für die Migration von Microsoft Exchange Server in die Cloud verwendet.

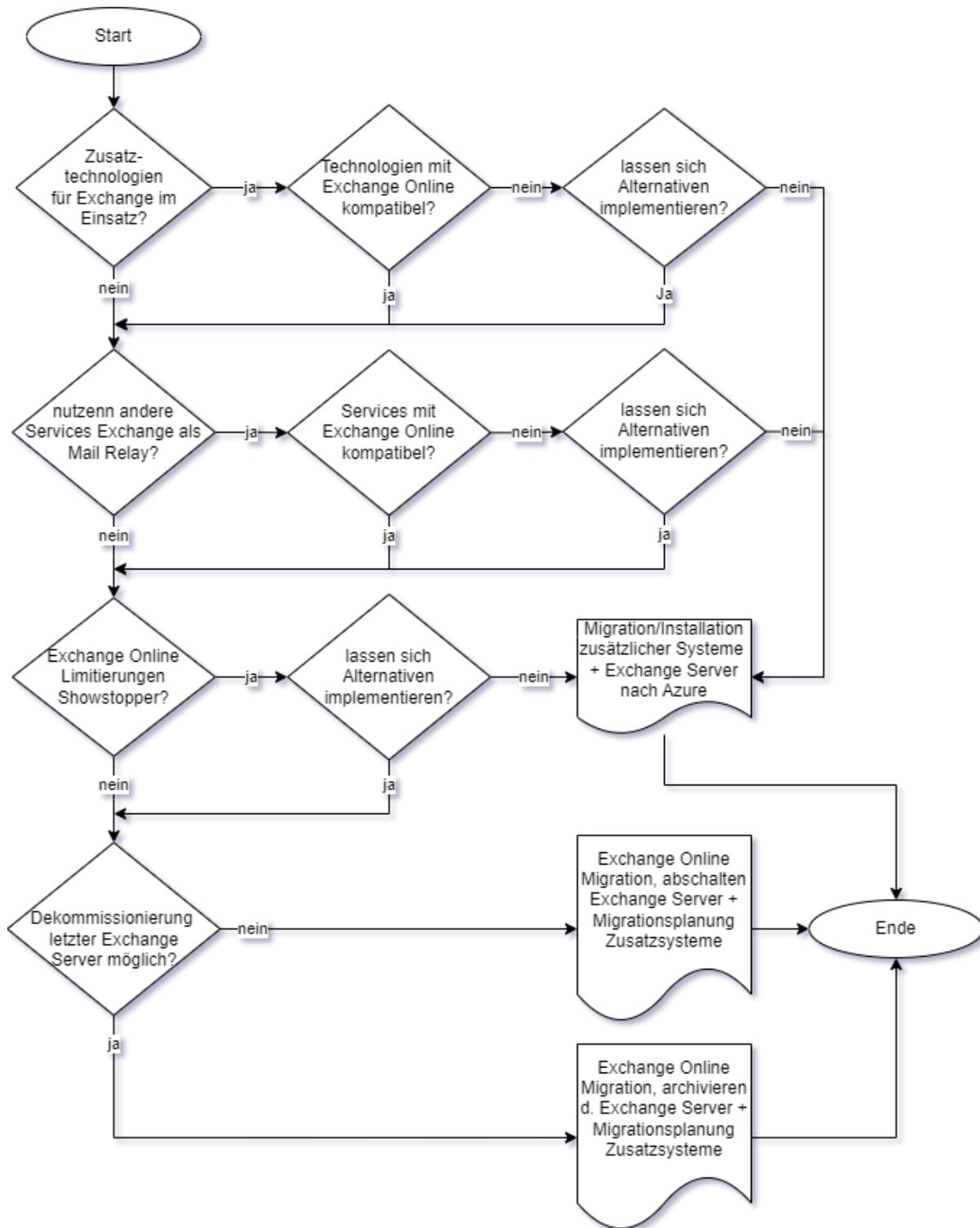


Abbildung 15 - Microsoft Exchange Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Zusatztechnologien für Exchange im Einsatz?
Evaluierung ob Zusatztechnologien zum Einsatz kommen wie z.B. Antispam Lösungen, E-Mail-Signatur Lösungen oder Lösungen zur digitalen Mailsignierung und Verschlüsselung.
2. Technologien mit Exchange Online kompatibel?
Evaluierung ob diese Technologien mit Exchange Online kompatibel sind. Wenn ja sollte das Generische- und Applikationsservermodell für diese durchlaufen werden.
3. Lassen sich Alternativen implementieren?
Recherche ob alternative Lösungen in der Cloud bereits zu Verfügung stehen wie z.B. Exchange Online Protection als Antispam Lösung.
4. Nutzen andere Services Exchange als Mail Relay?
Prüfen ob andere Applikationen od. Services den Exchange Server für den Mailversand nutzen.
5. Services mit Exchange Online kompatibel?
Prüfen, ob diese mit Exchange Online kompatibel sind. Folgende Funktionen für den Mailversand sind zum Stand der Schreibens verfügbar (Microsoft, 2023q):
 - SMTP Client Submission
 - Direct send
 - SMTP relay
6. Lassen sich Alternativen implementieren?
Sofern die drei Möglichkeiten aus Punkt 5 nicht verfügbar sind, lassen sich Alternativen konfigurieren, z.B. von Scan to Mail zu Scan to File oder Workarounds über andere Mail Relay Tools?
7. Exchange Online Limitierungen sind Showstopper?
Folgende Kategorien müssen überprüft werden, welche auch abhängig vom Lizenzplan sind (Microsoft, 2023k):
 - Adressbuchbeschränkungen
 - Kapazitätswarnungen
 - Verteilergruppengrenzwerte
 - Grenzwerte für Exchange ActiveSync
 - Aufbewahrungsgrenzwerte
 - Journal-, Transport- und Posteingangsregelgrenzen

- Mailboxfolder Grenzwerte
- Speicherbegrenzungen für Postfächer
- Nachrichtengrenzwerte
- Moderationsgrenzwerte
- Empfangs- und Sendegrenzwerte
- Reporting- and Nachrichtenverfolgungsgrenzwerte
- Aufbewahrungsgrenzwerte

Lizenzabhängige Beschränkungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 - Exchange Online Beschränkungen

Funktion	M365 Business Premium Lizenzplan	M365 Enterprise E3/E5 Lizenzplan
Benutzer:in Mailbox Größenlimit	50 GB	100 GB
Nachrichtengrößenlimit Outlook	150 MB	150 MB
Nachrichtengrößenlimit Webzugriff	112 MB	112 MB
Nachrichtengrößenlimit Outlook Mobile	33 MB	33 MB
Aufbewahrungszeitraum entfernter Elemente aus gelöschten Elementen	14-30 Tage	14-30 Tage

8. Lassen sich Alternativen implementieren?

Sofern Grenzwerte überschritten werden sollten Alternativen evaluiert werden. Ist z.B. eine Mailbox über dem max. erlaubten Mailboxlimit, so kann als Lösung die Aktivierung der Mailarchivierung in Betracht gezogen werden. Damit werden Mails nach einer definierten Zeit in eine Mailarchivbox verschoben, auf welche ebenfalls jederzeit zugegriffen werden kann.

9. Dekommissionierung letzter Exchange Server möglich?

Evaluierung, ob die Voraussetzungen gegeben sind, den letzten Exchange Server zu dekommissionieren. Das sind folgende (Microsoft, 2023r):

- Alle Postfächer und öffentlichen Ordner wurden migriert.
- Active Directory wird für die Empfängerverwaltung verwendet.
- Das lokale Exchange Admin Center wird nicht benötigt.
- Windows Powershell kann für die Verwaltung verwendet werden.
- Es ist keine Überwachung oder Protokollierung der Empfängerverwaltungsaktivitäten notwendig.
- Es wird nur ein Exchange Server für die Empfängerverwaltung verwendet.

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration/ Installation zusätzlicher Systeme + Exchange Server nach Azure.
Dokumentation des Ergebnisses. Alle relevanten Systeme inkl. der Exchange Server werden als virtuelle Maschinen nach Azure migriert (IaaS Lösung).
2. Exchange Online Migration, abschalten Exchange Server + Migrationsplanung Zusatzsysteme.
Dokumentation des Ergebnisses. Der Exchange Server kann heruntergefahren werden, muss bei Bedarf aber wieder aktivierbar sein (IaaS), die Exchange Objekte wie Mailboxen, werden nach Exchange Online migriert (SaaS Lösung). Migrationsplanung für Zusatzsysteme muss durchgeführt werden, Anwendung des Generischen- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell. Bei Antispam/ Antivirus Lösungen Anwendung des Antivirus/ Antispam Cloudmigrationsmodells.
3. Exchange Online Migration, archivieren Exchange Server + Migrationsplanung Zusatzsysteme.
Dokumentation des Ergebnisses. Der Exchange Server kann nach einem erstellten Backup gelöscht werden, die Exchange Objekte wie Mailboxen, werden nach Exchange Online migriert (SaaS Lösung). Migrationsplanung für Zusatzsysteme muss durchgeführt werden, Anwendung des Generischen- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell. Bei Antispam/ Antivirus Lösungen Anwendung des Antivirus/ Antispam Cloudmigrationsmodells.

5.2.7 Microsoft Print Server Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 16, wird für die Migration von Microsoft Print Servern in die Cloud angewandt.

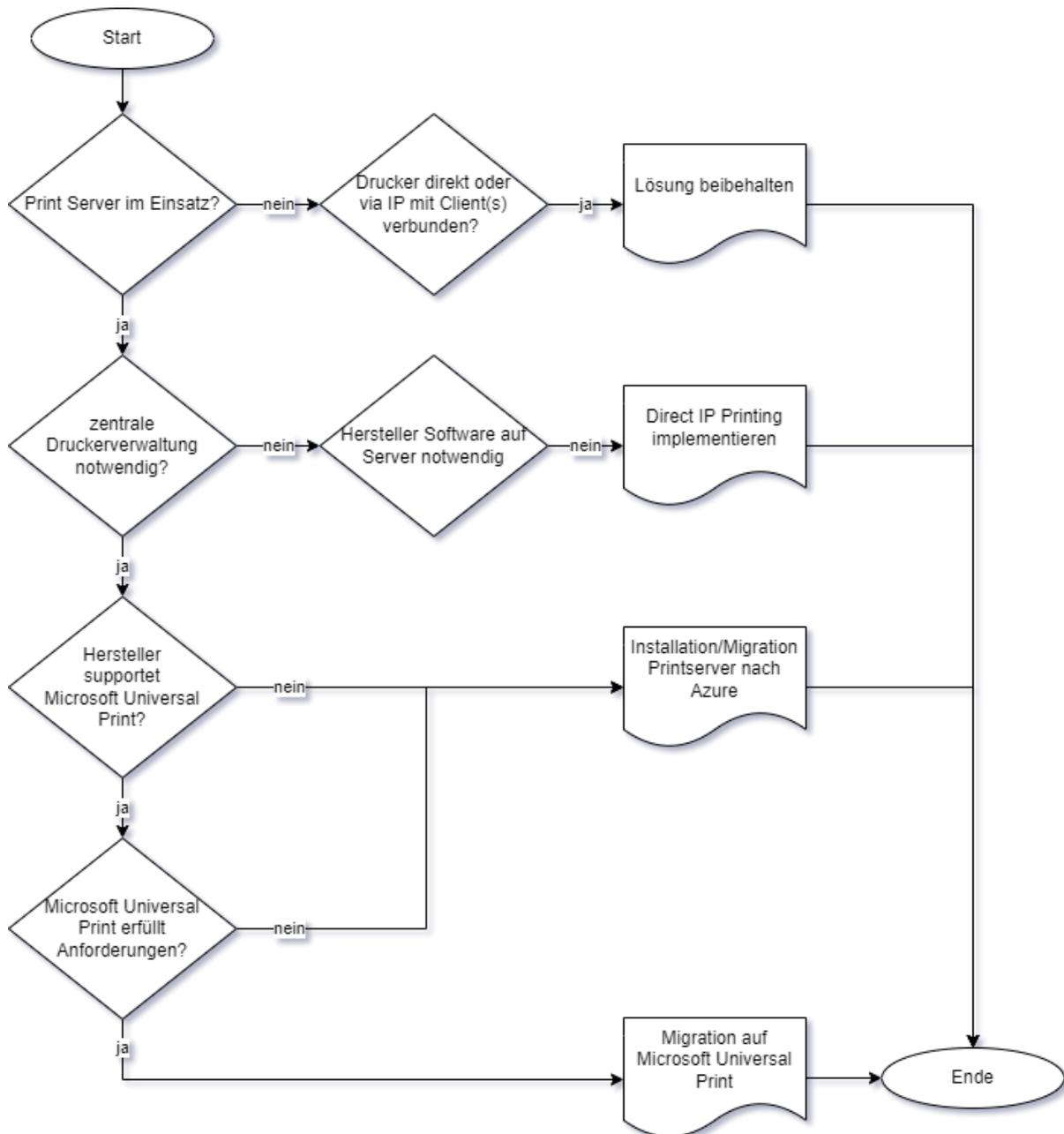


Abbildung 16 - Microsoft Print Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Print Server im Einsatz?

Evaluierung, ob ein Print Server für die Verwaltung der Drucker in Verwendung ist.

2. Drucker direkt oder via IP mit Clients verbunden?

Wurden die Drucker direkt via IP Adresse oder z.B. auch USB mit den Clients verbunden und erfolgt dabei keine Verbindung über einen Print Server?

3. Zentrale Druckerverwaltung notwendig?

Ist die zentrale Druckerverwaltung notwendig oder auch eine Lösung via direkter Anbindung zu den Druckern vorstellbar? Die Lösungen weisen dabei unterschiedliche Vorteile auf (Gage, 2023):

Vorteile der Direktanbindung über IP gegenüber Verbindung über Print Server sind:

- die bessere Effizienz und Druckerperformance,
- die gute Endbenutzerkontrolle und
- kein "Single Point of Failure".

Vorteile bei Verbindung über Print Server gegenüber Direktanbindung über IP sind:

- die zentrale Druckerverwaltung,
- die automatischen Treiberupdates und
- bessere Kontrolle, Skalierbarkeit und Reporting.

4. Herstellersoftware auf Server notwendig?

Ist eine Druckerherstellersoftware erforderlich um z.B. die gedruckten Seiten zu reporten für Druck Abo Modelle?

5. Hersteller supportet Microsoft Universal Print?

Herstellerrecherche ob dieser die Lösung supportet. Universal Print ist eine auf Microsoft Azure laufende Cloudlösung (SaaS) zur Verwaltung von Druckern. Somit ist kein lokaler Print Server erforderlich. Die Druckermodelle müssen von der Lösung jedoch unterstützt werden. Nicht unterstützte Drucker können über eine Connector Software kompatibel gemacht werden, welche aber lokal auf einem Server installiert werden müsste. Diese Option wird hier ausgeklammert, da es das Ziel ist die Systeme durch Cloud Service Modelle abzulösen (Microsoft, 2023a). Hersteller, welche laut Microsoft unterstützte Druckermodelle im Angebot haben: Brother, Canon, Epson, FujiFilm, HP, Konica Minolta, Kyocera, Lexmark, Ricoh, Sharp, Toshiba, Triumph-Adler und Xerox.

6. Microsoft Universal Print erfüllt Anforderungen?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob Microsoft Universal Print den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandssystemen erfüllt. Unterstützte Features sind grundlegende Druckerfunktionen, Dokumentenkonvertierung, Universal Print-Connectorsoftware und Powershell-Skripterstellung für universelles Drucken (Microsoft, 2023af).

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Lösung beibehalten.

Dokumentation des Ergebnisses. An der Lösung wird nichts verändert. Die Drucker sind direkt mit den Clients verbunden.

2. Direct IP Printing implementieren.

Dokumentation des Ergebnisses. Drucker werden direkt via IP auf Clients verbunden.

3. Installation/ Migration Print Server nach Azure.

Dokumentation des Ergebnisses. Der Print Server wird als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

4. Migration auf Microsoft Universal Print.

Dokumentation des Ergebnisses. Die Drucker werden auf das Microsoft Universal Print Service migriert und mit den Clients verbunden (SaaS Lösung).

5.2.8 Antivirus/ Antispam Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 17, wird für die Migration von Antivirus/ Antispam Lösungen in die Cloud angewandt.

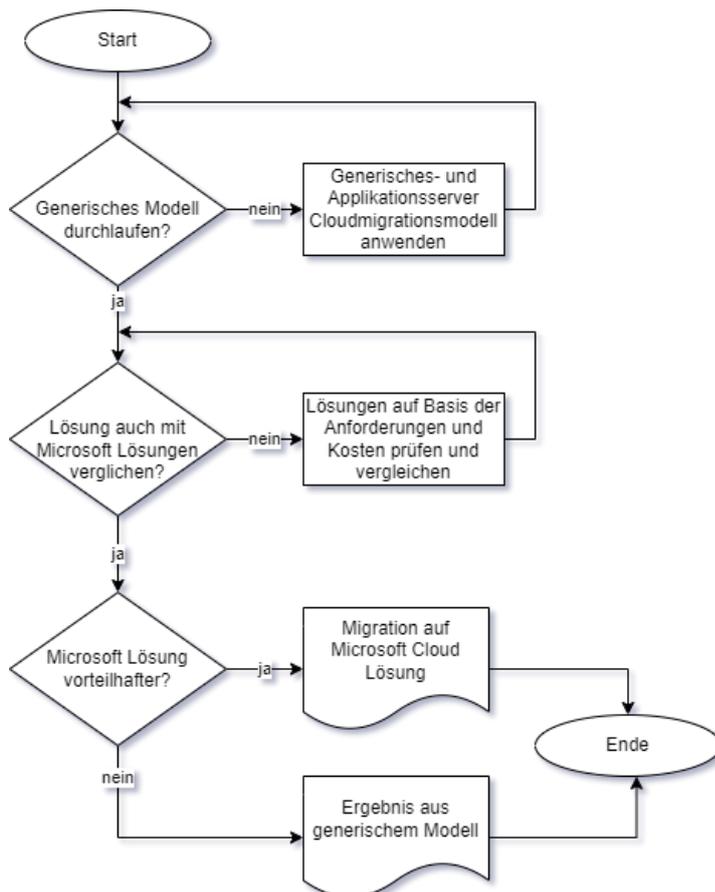


Abbildung 17 - Antivirus/Antispam Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Generisches Modell durchlaufen?

Für die Lösungen kann das Generische- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell angewandt werden.

2. Lösung auch mit Microsoft Lösungen verglichen?

Da Microsoft eine Antivirus sowie Antispam Lösung in der Cloud anbietet, sollte an dieser Stelle auch ein Vergleich durchgeführt werden, ob es hier Vorteile geben würde, auf die Microsoft Lösungen zu wechseln sofern andere im Einsatz sind.

Microsoft bietet mit dem Microsoft Defender eine umfassende Cloudverwaltung für die hauseigene Antivirus Lösung an (Microsoft, 2023u).

Betriebssystemanforderungen sind:

- Microsoft Windows 7 bis Windows 11,
- Windows Server 2008 R2 bis Windows Server 2022,
- macOS,
- Linux,
- Android und
- iOS.

Features für Microsoft Defender for Business sind:

- Antispamschutz,
- Schutz vor Antischadsoftware,
- Schutz der nächsten Generation,
- Verringerung der Angriffsfläche,
- Endpunkterkennung und -antwort,
- Automatische Untersuchung und Reaktion,
- Verwaltung von Sicherheitsrisiken,
- Zentralisierte Berichterstellung,
- APIs (für die Integration in benutzerdefinierte Apps oder Berichterstellungslösungen) und
- Integration in Microsoft 365 Lighthouse.

Für die Antispam Lösung bietet Microsoft Exchange Online Protection als cloudbasiertes Service an.

Exchange Online Protection Features sind (Microsoft, 2023l):

- Anti-Malware-Richtlinien,
- Antispamrichtlinien,
- IP-Sperrlisten,
- Antiphishingrichtlinien,
- Antispoofingschutz,
- Block- und Zulassungslisten von Absender und Domänen,
- die Nachrichtenquarantäne,
- die Nachrichtenablaufverfolgung,
- Verhinderung von Datenverlust für E-Mails und
- die zentrale Verwaltung.

Einige Limitierungen sind:

- die Größenbeschränkung für Nachrichten von 150 MB,
- der Grenzwert für blockierte/ erlaubte Absender pro Richtlinie,
- der Grenzwert für IP-Sperrlisten von 1273 und
- die Aufbewahrungsdauer in der Spam Quarantäne für 30 Tage.

3. Microsoft Lösung vorteilhafter?

Wäre die Microsoft Lösung gegenüber der anderen Lösung vorteilhafter?

Prozesssymbole:

1. Generische- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell anwenden.
2. Lösungen auf Anforderungen und Kosten prüfen und vergleichen.

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration auf Microsoft Cloud Lösung.

Dokumentation des Ergebnisses. Als Antivirus und/ oder Antispam Lösung wird die Lösung von Microsoft verwendet. Settings sollten bei Bedarf übernommen/ migriert werden (SaaS Lösung).

2. Ergebnis aus Generischem- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell.
Dokumentation des Ergebnisses. Die Lösung aus diesem Modell wird verwendet.

5.2.9 Microsoft Remote Desktop Services Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 18, wird für die Migration von Microsoft Terminal Server oder Remote Desktop Services (RDS) Server in die Cloud angewandt.

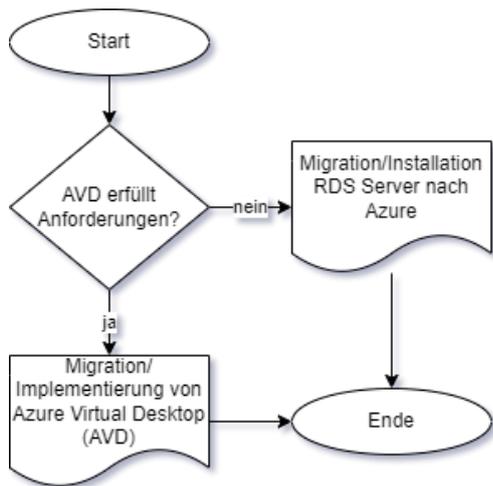


Abbildung 18 - Microsoft Remote Desktop Services Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. AVD (Azure Virtual Desktop) erfüllt Anforderungen?

Über Recherche soll herausgefunden werden, ob AVD den geschäftlichen sowie technischen Anforderungen, wie Funktionsumfang, rechtliche Aspekte, SLAs, Interaktion, Abhängigkeiten oder Schnittstellen zu anderen Bestandsystemen erfüllt. Ein wichtiges derzeit nur in Azure existierendes Feature ist Windows 10 oder Windows 11 als Multisession Host einzusetzen, was es ermöglicht mehrere gleichzeitige Verbindungen zu einem Client Betriebssystem aufzubauen (Microsoft, 2023w).

Wichtige Einschränkungen sind:

- keine 32-bit Betriebssysteme als Host,
- keine LTSC Version von Windows und
- keine virtual Maschine Scale Sets.

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration/Installation RDS Server nach Azure

Dokumentation des Ergebnisses. Der RDS Server wird als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

2. Migration/ Implementierung von Azure Virtual Desktop (AVD)

Dokumentation des Ergebnisses. Azure Virtual Desktop wird als Lösung implementiert. Die Verwaltung und Zugangspunkt für Clients ist eine SaaS Lösung. Der RDS Server kann bei Bedarf als virtuelle Maschine migriert und

angepasst werden oder es kann eine neue virtuelle Maschine mit den gewünschten Applikationen erstellt werden (IaaS Lösung).

5.2.10 Microsoft Windows Server Updates Services Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 19, wird für die Migration von Microsoft Windows Server Update Services (WSUS) in die Cloud angewandt.

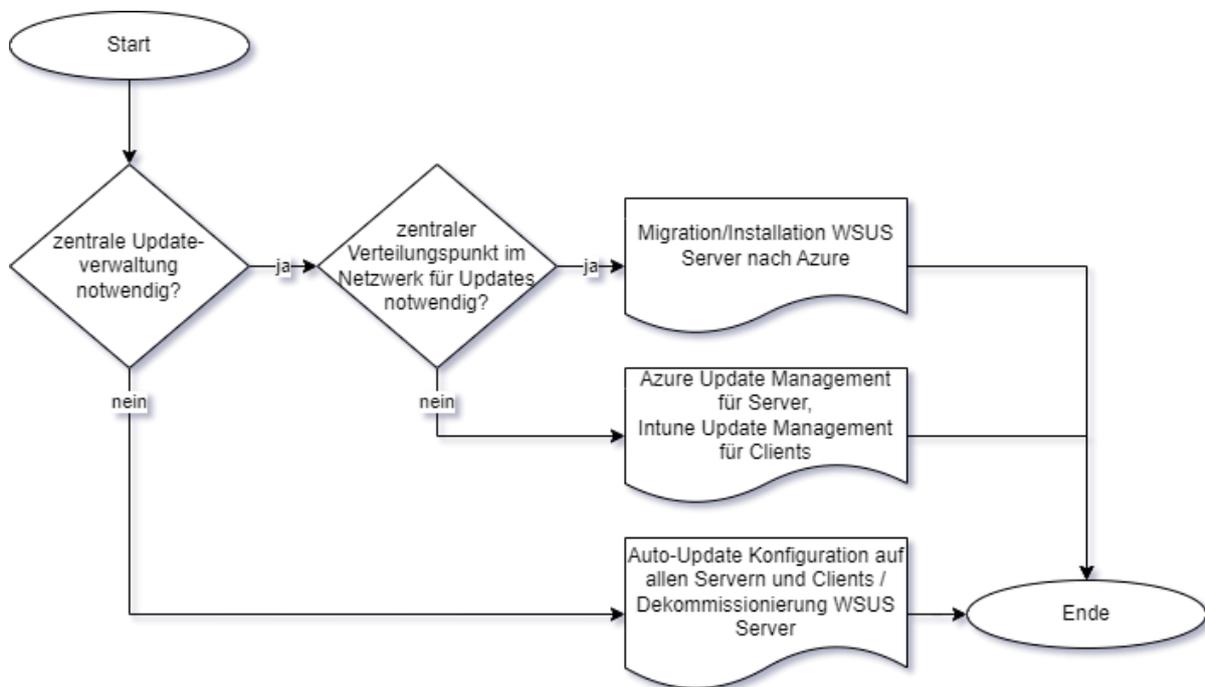


Abbildung 19 - Microsoft WSUS Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Zentrale Updateverwaltung notwendig?

Ist eine zentrale Verwaltung der Windows Updates erforderlich oder erwünscht, um z.B. zentral Updates für alle Server oder Clients freigeben zu können?

2. Zentraler Verteilungspunkt im Netzwerk für Updates notwendig?

Ist ein zentraler Verteilungspunkt im Netzwerk für die Updates notwendig, um z.B. Internetbandbreite zu sparen oder das Updateverhalten genauer zu steuern?

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration/Installation WSUS Server nach Azure

Dokumentation des Ergebnisses. Der WSUS Server wird nach Azure migriert und läuft dort als virtuelle Maschine (IaaS Lösung).

2. Azure Update Management für Server, Intune Update Management für Clients. Dokumentation des Ergebnisses. Der WSUS Server kann dekommissioniert werden. Für die Verwaltung der Server wird das Cloud Service Azure Update Management verwendet. Für die Updateverwaltung der Clients das Cloud Service Microsoft Intune (SaaS Lösung).
3. Auto-Update Konfiguration auf allen Servern und Clients, Dekommissionierung WSUS Server. Dokumentation des Ergebnisses. In den Windows Einstellungen wird die Auto-Update Funktion eingeschaltet. Dies kann manuell oder z.B. auch via Group Policy Objects erfolgen.

5.2.11 Microsoft Domain Controller Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 20, wird für die Migration von Microsoft Domain Controller mit Active Directory Domain Services in die Cloud angewandt. Das Modell sollte erst angewendet werden, wenn für alle anderen Server, im speziellen für alle Applikations- und Datenbankserver, die spezifischen Modelle durchlaufen wurden. Das Modell sollte pro Domain Controller durchlaufen werden.

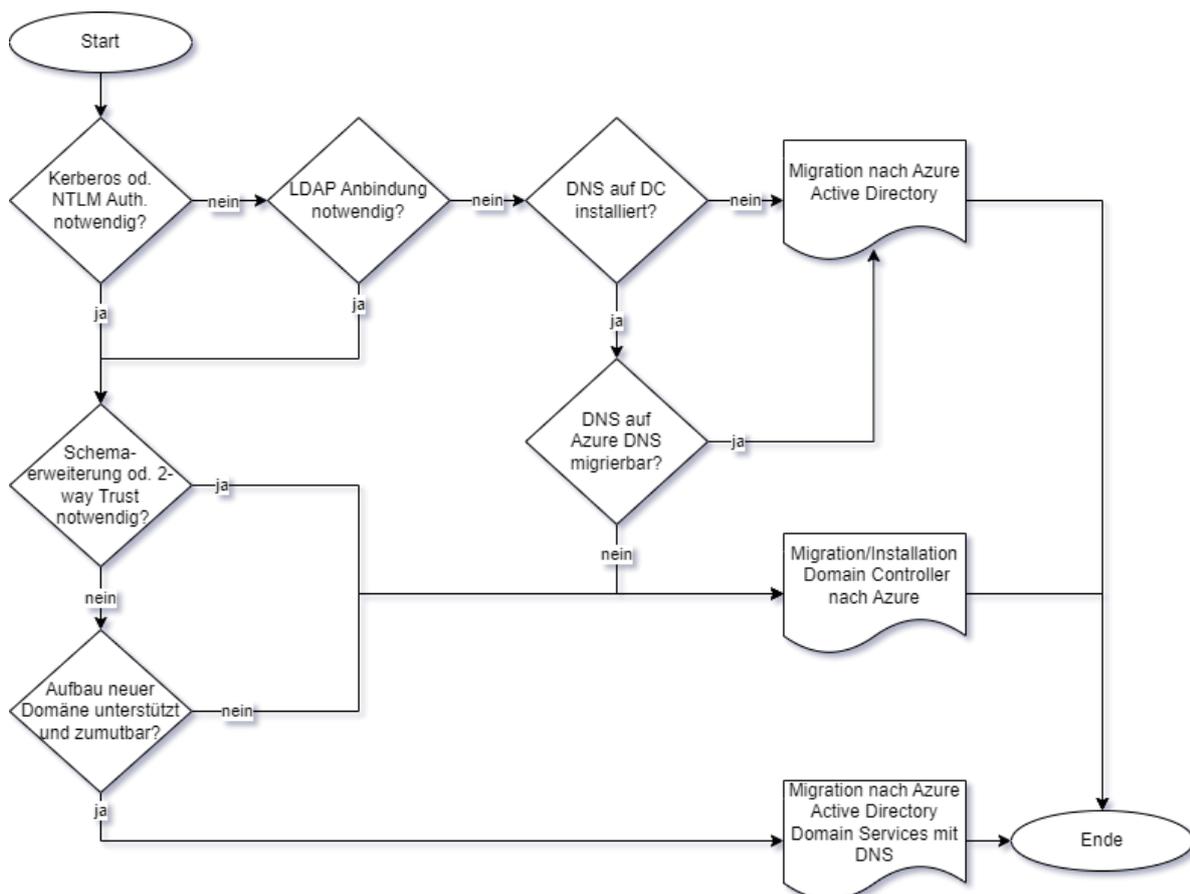


Abbildung 20 - Microsoft Domain Controller Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Kerberos oder NTLM Authentifizierung notwendig?

Hier muss evaluiert werden ob Applikationen oder Services, auch künftige die in Planung sind, die Kerberos oder NTLM Authentifizierung verwenden und benötigen.

2. LDAP Anbindung notwendig?

Hier muss evaluiert werden ob Applikationen oder Services eine LDAP Anbindung benötigen, z.B. für die Benutzer:innenverwaltung.

3. DNS auf DC installiert?

In diesem Schritt wird geprüft ob auch DNS auf einem Domain Controller installiert ist.

4. DNS auf Azure DNS migrierbar?

Lässt sich DNS auf Azure DNS migrieren? Hierzu das Domain Name System Cloudmigrationsmodell ab dem Punkt „Azure DNS erfüllt Anforderungen?“ anwenden.

5. Schemaerweiterung oder 2-way Trust notwendig?

Besteht bereits ein 2-way Trust zu einer anderen Domäne oder ist ein Trust oder auch eine Schemaerweiterung künftig notwendig?

6. Aufbau neuer Domäne unterstützt und zumutbar?

Ist der Aufbau einer neuen Domäne unterstützt und zumutbar? Dieser Schritt müsste sorgfältig überlegt werden da dieser mit erheblichen Aufwänden einhergehen könnte. Bereits in die Bestandsdomäne beigetretene Geräte müssten dort entfernt werden und einer neuen Domäne beitreten (Microsoft, 2023ae).

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration nach Azure Active Directory.

Dokumentation des Ergebnisses. Alle lokalen notwendigen Active Directory Objekte müssen nach Azure Active Directory migriert werden. Das lokale Active Directory samt Domain Controller kann dekommissioniert werden (SaaS Lösung).

2. Migration nach Azure Active Directory Domain Services mit DNS.

Dokumentation des Ergebnisses. Azure Active Directory Domain Services (Azure ADDS) wird aktiviert, was die Erstellung einer neuen Domäne bedingt. Geräte, welche einen Domänenbeitritt benötigen, müssen der neuen Domäne beitreten (SaaS Lösung) (Microsoft, 2023ae).

3. Migration/Installation Domain Controller nach Azure.

Dokumentation des Ergebnisses. Der Domain Controller wird als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung). Wird dieses Ergebnis für einen Domain Controller erzielt, so sind Ergebnisse anderer Domain Controller nicht mehr relevant. Dieses Ergebnis ist für alle Domain Controller gültig.

5.2.12 Microsoft Domain Name System Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 21, wird für die Migration von Microsoft Domain Name System (DNS) Server in die Cloud angewandt. Das Modell sollte für jeden vorhandenen Microsoft DNS Server durchlaufen werden.

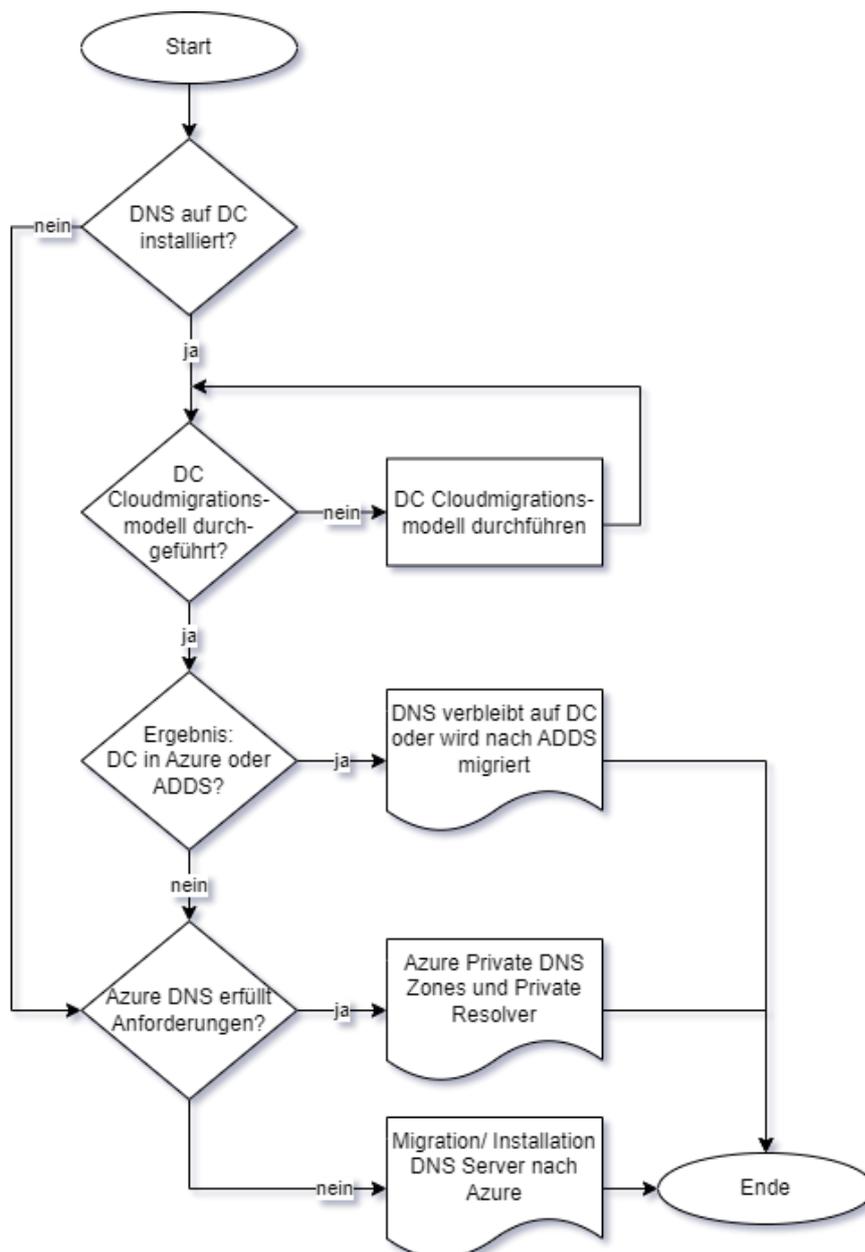


Abbildung 21 - Microsoft DNS Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. DNS auf DC installiert?

Evaluierung, ob die DNS Rolle auf einem Domain Controller installiert ist.

2. DC Cloudmigrationsmodell durchgeführt?

Wenn DNS auf einem DC installiert ist, muss das Domain Controller Cloudmigrationsmodell durchlaufen werden, sofern noch nicht passiert.

3. Ergebnis: DC in Azure oder Azure ADDS?

Prüfen, ob das Ergebnis aus dem Domain Controller Cloudmigrationsmodell Durchlauf ist, dass eine Migration nach Azure Active Directory Domain Services mit DNS oder eine Migration/ Installation des DCs nach Azure durchgeführt wird.

4. Azure DNS erfüllt Anforderungen?

Prüfen, ob Azure DNS die technischen Anforderungen, wie z.B. Applikationsanforderungen, an DNS erfüllt. Folgende Features werden von Azure DNS unterstützt (Microsoft, 2023ai):

- gängige DNS-Typen: A-, AAAA-, CNAME-, MX-, PTR-, SOA-, SRV- und TXT-Einträge
- Autoregistrierung virtueller Maschinen im virtuellen Netzwerk
- Forward DNS Auflösung über virtuelle Netzwerke hinweg
- Reverse DNS Auflösung innerhalb des virtuellen Netzwerkes
- Split-Horizon DNS
- die Bedingte Weiterleitung
- DNS Resolver für DNS Auflösung von lokal nach Azure und vice versa

Auf folgende Limitierungen ist zu achten (Microsoft, 2023f):

- nicht unterstützte Single-Label Private DNS Zonen
- nicht unterstützte Zonendelegierungen

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. DNS verbleibt auf DC oder wird nach Azure ADDS migriert.

Dokumentation des Ergebnisses. Übernehmen des Ergebnisses aus dem Domain Controller Cloudmigrationsmodells.

2. Azure Private DNS Zones und Private Resolver.

Dokumentation des Ergebnisses. Der DNS Server wird nach Azure Private DNS migriert und der Server dekommissioniert (SaaS Lösung).

3. Migration/Installation DNS Server nach Azure.

Dokumentation des Ergebnisses. Der DNS Server wird als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

5.2.13 Microsoft Dynamic Host Configuration Protocol Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 22, wird für die Migration von Microsoft DHCP Server in die Cloud angewandt.

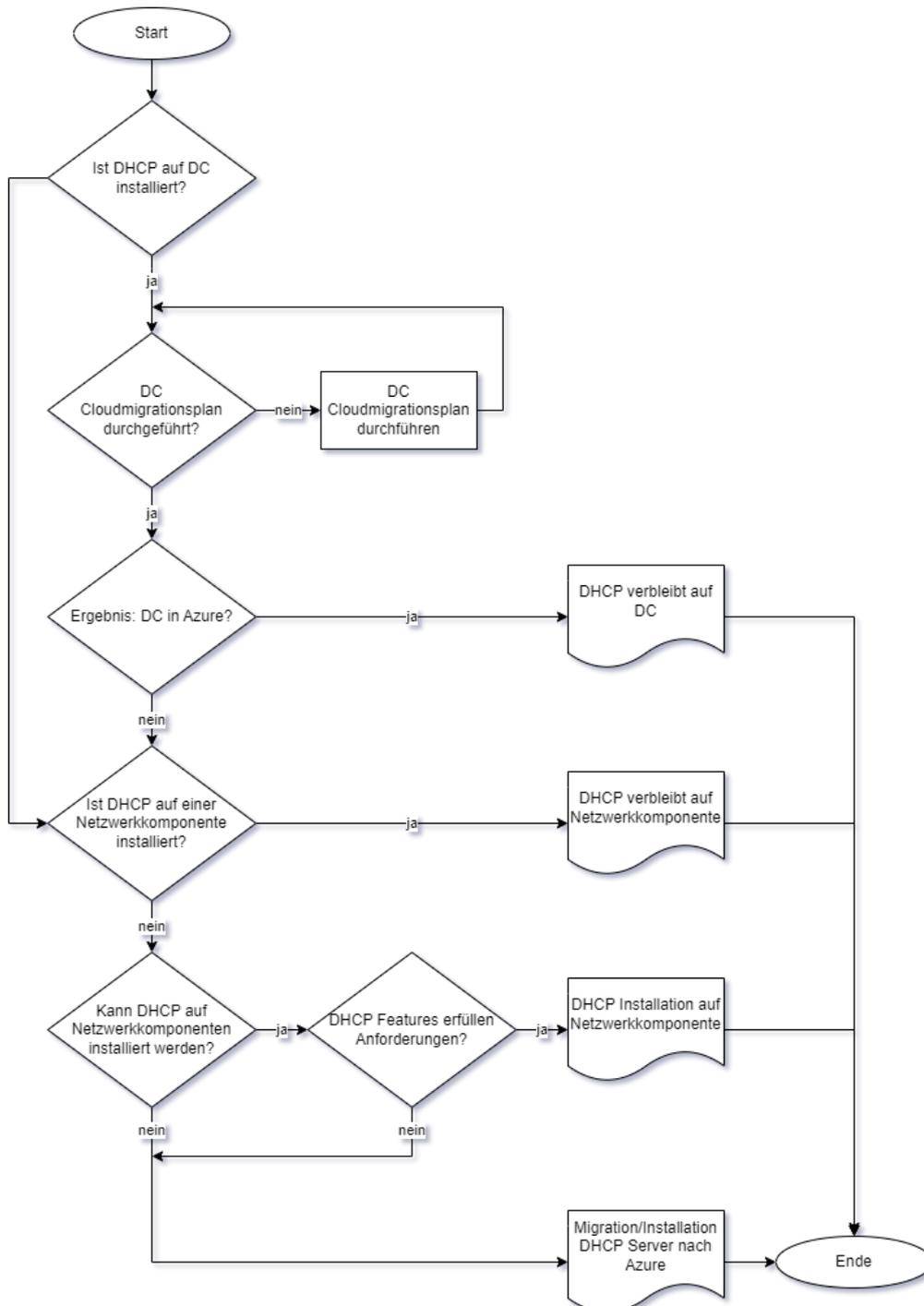


Abbildung 22 - Microsoft DHCP Server Cloudmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Ist DHCP auf einem DC installiert?
Prüfen, ob DHCP auf einem Domain Controller installiert ist.
2. DC Cloudmigrationsplan durchgeführt.
Prüfen, ob das Domain Controller Cloudmigrationsmodell durchgeführt wurde.
Wenn nein, Domain Controller Cloudmigrationsmodell durchführen.
3. Ergebnis: DC in Azure?
Lautet das Ergebnis aus dem DC Cloudmigrationsmodells, dass der DC nach Azure als virtuelle Maschine migriert wird?
4. Ist DHCP auf einer Netzwerkkomponente installiert?
Wird das DHCP Service auf einem Netzwerkgerät genutzt, wie z.B. über einen Switch, Router, Firewall o.ä.?
5. Kann DHCP auf Netzwerkkomponenten installiert werden?
Unterstützen vorhandene Netzwerkkomponenten wie Switches, Router oder Firewalls die DHCP Funktion?
Recherche beim Hersteller bzw. der Dokumentation, ob DHCP auf einer der Komponenten unterstützt wird.
6. DHCP Features erfüllen Anforderungen?
Unterstützt das DHCP Service auf den evaluierten Netzwerkgeräten die erforderlichen Funktionen?

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. DHCP verbleibt auf DC.
Dokumentation des Ergebnisses. DHCP verbleibt auf DC installiert und wird mit diesem als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).
2. DHCP verbleibt auf Netzwerkkomponente.
Dokumentation des Ergebnisses. DHCP verbleibt auf der Netzwerkkomponente.
3. DHCP Installation auf Netzwerkkomponente.
Dokumentation des Ergebnisses. DHCP Installation/ Migration auf Netzwerkkomponente und Deinstallation auf Bestandlösung.
4. Migration/Installation DHCP Server nach Azure.
Dokumentation des Ergebnisses. Der DHCP Server wird als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

5.2.14 Backup und Restore Cloudmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 23, wird für die Migration der Backup Lösung in die Cloud angewandt.

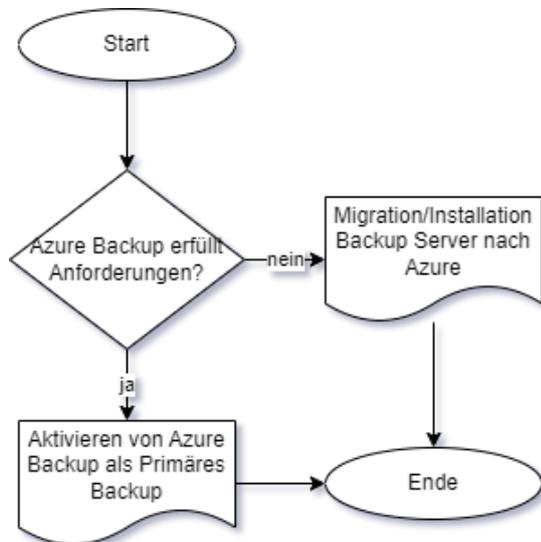


Abbildung 23 - Backup Cloud Migrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Azure Backup erfüllt die Anforderungen?

Evaluieren ob durch die Azure Backuplösung das Ziel wie gewünscht gesichert und auch wiederhergestellt werden kann?

Folgende Backup Typen werden in Azure Backup verwendet (Microsoft, 2023c):

- Full Backups für virtuelle Maschinen und SQL Datenbanken
- Incremental Backups für virtuelle Maschinen und SQL Datenbanken
- Differential Backups für SQL Datenbanken
- Transactionlog Backups für SQL Datenbanken

Folgende Features sind zu betrachten (Microsoft, 2023ad):

- tägliches Backup für virtuelle Maschinen
- applikationsfähiges Backup
- Restore der virtuellen Maschine oder einer Disk oder von Files
- Restore von Domain Controller
- zonen-redundantes Storage

Folgende Limits sind zu betrachten:

- Größe einzelner Datenträger max. 32 TB und max. 256 TB für alle Datenträger
- max. 9999 Recovery Points
- Aufbewahrungsmöglichkeiten täglich, wöchentlich, monatlich, jährlich

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Migration/Installation Backup Server nach Azure.

Dokumentation des Ergebnisses. Der Backup Server wird als virtuelle Maschine nach Azure migriert (IaaS Lösung).

2. Aktivieren von Azure Backup.

Dokumentation des Ergebnisses. Einrichten von Azure Backup für alle notwendigen Backupziele (SaaS Lösung).

5.2.15 Hypervisor Migrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 24, wird für die Migration der Hypervisor angewandt. Dieses Modell ist kein Cloudmigrationsmodell, stattdessen soll es Aufschluss darüber liefern, ob der oder die Hypervisor dekommissioniert oder weiterverwendet werden können.

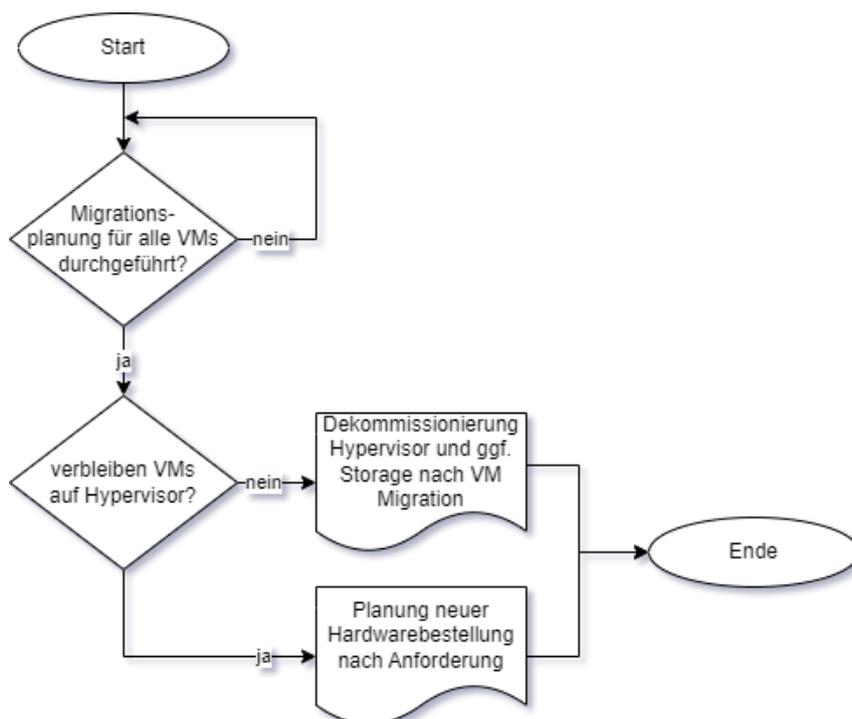


Abbildung 24 - Hypervisor Migrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Migrationsplanung für alle Applikationen und Services durchgeführt?
Wurden alle Applikationen und Services betrachtet und die jeweiligen Migrationsmodelle angewandt?
2. Verbleiben virtuelle Maschinen (VMs) auf den Hypervisoren?
Gab es Ergebnisse in denen Server zu den Applikationen oder Services nicht in die Cloud migriert werden können?

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Dekommissionierung Hypervisor und ggf. Storage nach VM Migration.
Dokumentation des Ergebnisses. Sollten keine virtuellen Maschinen auf dem Hypervisor verbleiben, muss die Dekommissionierung und Entsorgung der Hardware eingeplant werden.
2. Planung neuer Hardwarebestellung nach Anforderung.
Dokumentation des Ergebnisses. Sollten Server lokal verbleiben, so muss für diese die Beschaffung neuer Hardware angedacht werden und im Kostenvergleich berücksichtigt werden. Je nach System könnte auch nach einer Risiko- und Aufwandsabschätzung abgewogen werden die Bestandshardware zu belassen.

5.2.16 Internetverbindungsmigrationsmodell

Dieses Modell, dargestellt in Abbildung 25, wird für die Betrachtung der Internetanbindung angewandt. Dieses Modell ist kein Cloudmigrationsmodell, stattdessen soll es Aufschluss darüber geben, welche Anforderungen an die Internetverbindung gestellt werden.

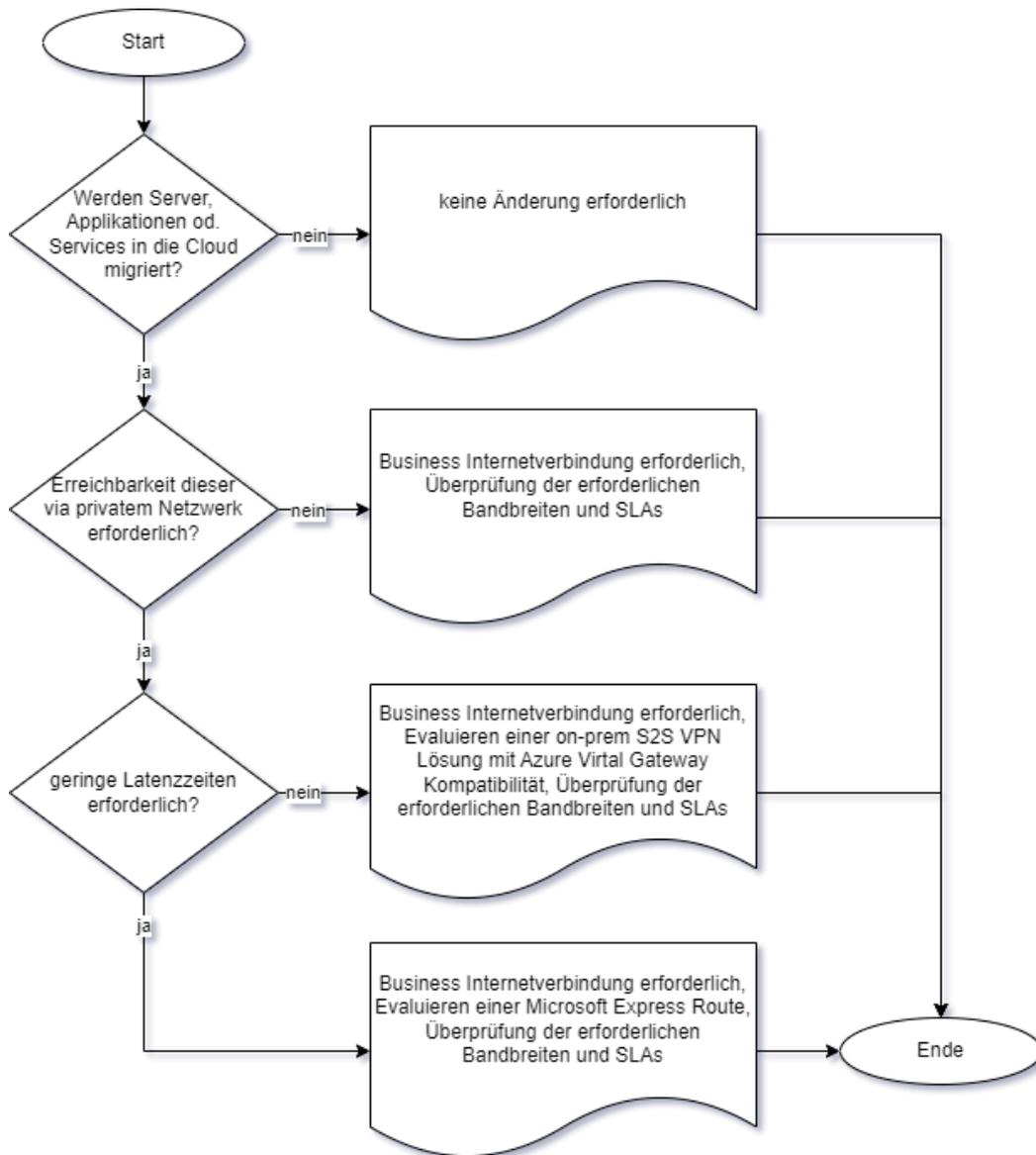


Abbildung 25 - Internetverbindungsmigrationsmodell

Erläuterung der einzelnen Schritte des Modells (nach keiner best. Reihenfolge):

Entscheidungssymbole:

1. Werden Server, Applikationen oder Services in die Cloud migriert?
Prüfen der Ergebnisse aus den Migrationsmodellen ob Cloudmigrationen stattfinden.
2. Erreichbarkeit dieser via privates Netzwerk erforderlich?
Benötigen die migrierten Applikationen und/ oder Services Verbindungen aus dem lokalen Standort in die Cloud über ein privates Netzwerk?
3. Geringe Latenzzeiten erforderlich?
Erfordern die eingesetzten Applikationen oder Services in der Cloud eine geringe Latenzzeit?

Dokumenten bzw. Output Symbole:

1. Keine Änderung erforderlich.

Dokumentation des Ergebnisses. Es wird nichts in die Cloud migriert, daher ist auch keine Betrachtung der Internetverbindung dazu erforderlich.

4. Business Internetverbindung erforderlich, Überprüfung der erforderlichen Bandbreiten und SLAs.

Dokumentation des Ergebnisses. Es ist eine Businessinternetverbindung erforderlich. Die notwendigen Bandbreiten und Latenzzeiten und SLAs des Providers sollten überprüft werden, ob diese den Anforderungen entsprechen (Microsoft, 2023f).

5. Business Internetverbindung erforderlich, Evaluieren einer lokalen S2S VPN Lösung mit Azure Virtual Gateway Kompatibilität, Überprüfung der erforderlichen Bandbreiten und SLAs.

Dokumentation des Ergebnisses. Es ist eine Businessinternetverbindung erforderlich. Die notwendigen Bandbreiten und Latenzzeiten und SLAs des Providers sollten überprüft werden, ob diese den Anforderungen entsprechen (Microsoft, 2023f). Für die Verbindung zu den Applikationen und Services wird außerdem der Aufbau einer S2S VPN Lösung benötigt, um via privatem Netzwerk darauf zugreifen zu können.

6. Business Internetverbindung erforderlich, Evaluieren einer Microsoft Express Route, Überprüfung der erforderlichen Bandbreiten und SLAs.

Dokumentation des Ergebnisses. Es ist eine Businessinternetverbindung erforderlich. Die notwendigen Bandbreiten und Latenzzeiten und SLAs des Providers sollten überprüft werden, ob diese den Anforderungen entsprechen (Microsoft, 2023f). Für die Verbindung zu den Applikationen und Services wird außerdem der Aufbau einer Express Route benötigt, um via privatem Netzwerk darauf zugreifen zu können. Diese Verbindung stellt niedrigere Latenzzeiten als eine VPN Lösung bereit.

6 Fallstudie

Als Fallstudie wird ein aktueller Anlassfall eines konkreten Unternehmens der Sparte Information und Consulting betrachtet, bei dem ein Großteil der IT Infrastruktur und der Applikationslandschaft erneuert bzw. upgedatet werden müsste, um vom Hersteller weiter unterstützt zu werden. Durch das Alter der Komponenten häufen sich auch Hardwareausfälle, welche den Geschäftsbetrieb negativ beeinflussen und zusätzliche Personalressourcen für die Behebung binden. Das regelmäßige Updaten der Applikationen und Betriebssysteme gestaltet sich als zeitaufwendig und komplex.

Beim betrachteten Unternehmen handelt es sich um ein Kleinunternehmen mit 30 Mitarbeiter:innen. Die Mitarbeiter:innen sind mit PC Arbeitsplätzen ausgestattet. Als Hauptanwendung zur Abwicklung der Geschäftsprozesse kommt ein ERP System zum Einsatz. Unterstützend sind verschiedene Microsoft Services in Verwendung wie Microsoft Exchange, Microsoft Teams und Microsoft Office. Die dabei notwendigen IT Infrastrukturkomponenten befinden sich am Firmenstandort des betrachteten Unternehmens, in einem separierten kleinen Serverraum. Der IT Betrieb ist vollständig an das Unternehmen des Autors ausgelagert. Das betrachtete Unternehmen stellt ausschließlich die Rolle des IT Leiters, welcher die Planung aller IT Agenden in Abstimmung mit dem IT Betreuer übernimmt, sowie die Überwachung der Einhaltung der definierten SLAs (Vertragsmanagement). Jegliche technischen Umsetzungen werden durch den IT Betreuer durchgeführt. Der Wartungszeitraum sowie die Abschreibungsdauer für die Hardwareserver, das Storage sowie die Netzwerkkomponenten beträgt fünf Jahre. In Abbildung 26 ist der schematische Netzplan der IT Infrastruktur des Unternehmens ersichtlich.

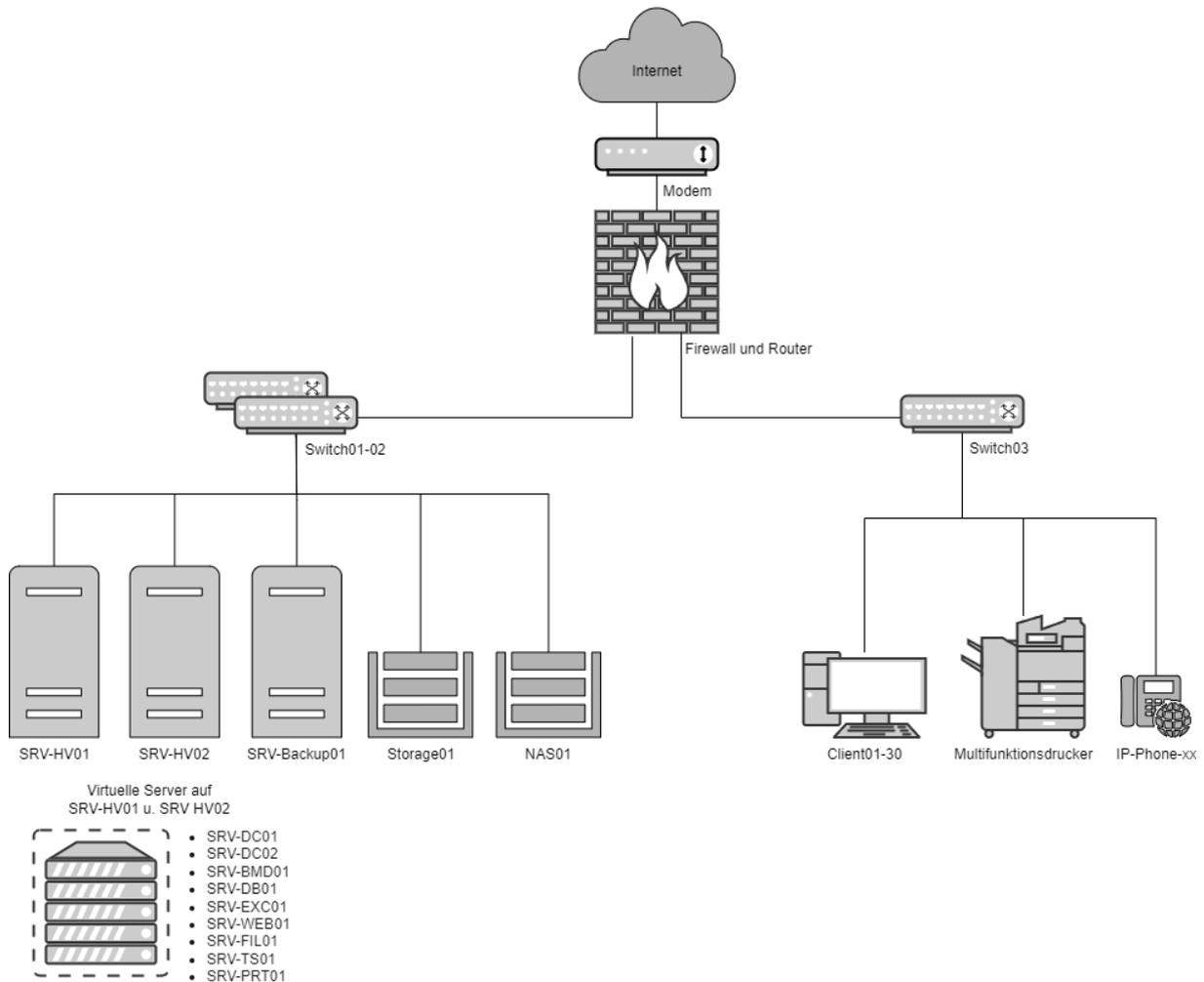


Abbildung 26 - Netzplan IT Infrastruktur

Die IT Infrastruktur besteht aus zwei physischen Hyper-V Server, SRV-HV01 und SRV-HV02 verbunden mit einem Storage, Storage01, einem physischen Backup Server, SRV-Backup01, einem NAS, 30 Clients, Client01 bis Client30, einem Multifunktionsdrucker, einer Telefonanlage, Netzwerkschwitches, Switch01 bis Switch03, Access Points, einer Firewall, und einem Modem. Auf den Hyper-V Servern laufen alle für die Geschäftsprozesse wichtigen Server und Services als virtuelle Maschinen. Das wären:

- SRV-DC01 – Active Directory, DNS und DHCP Service (DC),
- SRV-DC02 – Active Directory, DNS, DHCP und WSUS Service (DC),
- SRV-BMD01 – BMD ERP System (Application Server),
- SRV-DB01 – Database Service (Microsoft SQL Server) für BMD,
- SRV-EXC01 – Mail Service (Microsoft Exchange Server),
- SRV-WEB01 – Web Service / Intranet (Microsoft IIS Server),
- SRV-FIL01 – File Service (File Server User:innenlaufwerke, Abteilungslaufwerke),
- SRV-TS01 – Remote Desktop Service (RDS Server) für BMD, ELBA, Office und
- SRV-PRT01 – Print Service (Print Server).

Ein Auszug aus der Detailerhebung aller IT Assets ist im Anhang A nachzuschlagen und entstammt dem IT Asset Management des IT-Dienstleisters.

Da sich die Hardwarekomponenten (SRV-HV01, SRV-HV02, SRV-Backup, Storage01, Switch01-02) dem Ende ihres Lebenszyklus nähern und zur Gänze abgeschrieben werden, soll ein entsprechendes IT Erneuerungsprojekt gestartet werden. Auch die Systemsoftware (Server Betriebssysteme, E-Mail Server, SQL Server) soll erneuert werden da diese ebenfalls vor dem Laufzeitende steht. Im Projekt sollen alle Applikationsanforderungen unter Berücksichtigung des prognostizierten Unternehmenswachstums sowie zukünftiger Anforderungen und Änderungen für die nächsten fünf Jahre anhand der IT-Strategie analysiert werden. Darauf aufbauend sollen entsprechende Angebote für eine Hardwareerneuerung eingeholt werden. Zusätzlich soll auch eine Migration sämtlicher Serverkomponenten in die Cloud in ein passendes Modell (IaaS, PaaS, SaaS) evaluiert und angeboten werden.

Damit das passende Cloud Modell erhoben werden kann, um damit auch die genauen Kosten ermitteln zu können, wird das in dieser Arbeit erarbeitete Cloudmigrationsmodell angewandt.

6.1 Anwendung des Allgemeinen Vorgehensmodells

1. Vollständiges Inventar verfügbar?
Ja, IT Asset Liste des Dienstleisters.
2. Inventardaten aufbereiten:
Ja, Auszug daraus siehe Anhang A.
3. Migrationsstrategie nach 6R vornehmen
Siehe Kapitel 6.2.
4. Anwendung der spezifischen Cloudmigrationsmodelle
Siehe Kapitel 6.2.
5. Kosten und Nutzenevaluierung
Siehe Kapitel 7
6. Auswertung und Vergleich der Investitionsalternativen
Siehe Kapitel 7
7. Dokumentation und Bewertung des Ergebnisses
Siehe Kapitel 7.4

6.2 Anwendung der spezifischen Migrationsmodelle

Zur Anwendung der Modelle werden die IT Assets aus dem IT Asset Management des Dienstleisters herangezogen. Es werden alle erhobenen Applikationen bzw. Services betrachtet und die empfohlene Reihenfolge eingehalten.

6.2.1 BMD

Server: SRV-BMD01.

Laufende Applikationen/ Services: BMD - ERP-System.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Übertragen – Rehost.

Anwendung: Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell.

1. Applikationen als SaaS verfügbar?
Ja – Beantwortet über Herstellerbefragung.
2. Hersteller supporten SaaS?
Ja – Beantwortet über Herstellerbefragung.
3. SaaS erfüllt Anforderungen?
Nein – LDAP-Integration eingeschränkt, Telefonie Integration eingeschränkt.
4. Applikation als PaaS verfügbar?
Nein – Beantwortet über Herstellerbefragung.
5. Hersteller supporten IaaS?
Ja – Beantwortet über Herstellerbefragung.
6. IaaS erfüllt Anforderungen?
Ja – durch interne Evaluierung – vollständige Kontrolle über Server und abhängiger Systeme.

Ergebnis: Migration des Servers nach Azure als virtuelle Maschine (IaaS).

6.2.2 Database Service

Server: SRV-SQL01.

Laufende Applikationen/ Services: Database Services - MS SQL Datenbank für BMD.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Übertragen – Rehost.

Anwendung: Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell.

1. Hersteller supportet Azure SQL DB?
Nein - Beantwortet über Herstellerbefragung.

2. Hersteller supportet SQL Managed Instance?
Nein - Beantwortet über Herstellerbefragung.
3. Hersteller supportet virtuellen SQL Server in Azure?
Ja - Beantwortet über Herstellerbefragung.

Ergebnis: Migration des Servers nach Azure als virtuelle Maschine (IaaS).

6.2.3 Web Service

Server: SRV-WEB01.

Laufende Applikationen/ Services: Web Services - Intranet (Eigenentwicklung).

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Vereinfachen - Replatform

Anwendung: Web Server Cloudmigrationsmodell.

1. App ist eine Static WebApp (HTML, JavaScript, CSS)?
Ja – HTML, CSS.
2. Hersteller supportet Azure Static WebApps?
Ja.
3. Static WebApp Service Plan erfüllt Anforderungen?
Ja – Standard Plan.

Ergebnis: Migration des Intranets nach Azure Static WebApp (PaaS). Dekommissionieren des Web Servers.

6.2.4 ELBA

Server: SRV-TS01.

Laufende Applikationen/ Services: Remote Desktop Services, ELBA – Bankensoftware (Server und Clientsoftware), BMD, Microsoft Office.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Übertragen – Rehost.

Anwendung: Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell.

1. Applikationen als SaaS verfügbar?
Nein – Beantwortet über Herstellerbefragung.
2. Applikation als PaaS verfügbar?
Nein – Beantwortet über Herstellerbefragung.
3. Hersteller supporten IaaS?
Ja – Beantwortet über Herstellerbefragung.

4. IaaS erfüllt Anforderungen?

Ja – durch interne Evaluierung.

Ergebnis: Migration der Applikation auf eine virtuelle Maschine in Azure (IaaS). Siehe auch Ergebnis von Remote Desktop Services.

6.2.5 File Service

Server: SRV-FIL01.

Laufende Applikationen/ Services: File Service - Abteilungslaufwerk, Benutzerlaufwerk, Ordnerumleitung, Scanlaufwerk für gescannte Dokumente.

Migrationsstrategie: eine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Ersetzen – Repurchase.

Anwendung: Microsoft File Server Cloudmigrationsmodell.

1. Start für App- und Serviceverwendung.
2. Applikation oder Service erfordert SMB Share?

Ja – Scanner legt Dokumente auf Fileshare ab.

3. Hersteller supportet Azure FileShares?

Ja - Beantwortet über Herstellerbefragung.

4. Azure FileShare erfüllt Anforderungen?

Ja – SMB Mountpoint, Zugriff via Key od. Active Directory Account.

Ergebnis: Migration des Scanlaufwerks auf Azure FileShares, Dekommissionieren des lokalen File Servers sofern auch alle anderen Laufwerke in Cloud Services migriert werden können.

1. Start für Allgemeine- und Fachabteilungslaufwerke.
2. SharePoint Online erfüllt Anforderungen?

Ja – SharePoint Seiten sind als Laufwerke in Windows Explorer integrierbar, Rechtesystem auf Ordnerbasis ist übertragbar, SharePoint Online Limitierungen werden nicht überschritten.

Ergebnis: Migration des Abteilungslaufwerkes nach SharePoint Online (SaaS), Dekommissionieren des lokalen File Servers sofern auch alle anderen Laufwerke in Cloud Services migriert werden können.

1. Start für Benutzerlaufwerke
2. OneDrive und SharePoint Online Anforderungen werden erfüllt?

Ja – OneDrive ist als Laufwerk in Windows Explorer integrierbar, Rechtesystem auf Ordnerbasis ist übertragbar, SharePoint Online Limitierungen werden nicht überschritten, Desktop, Dokumente und Bilder können auf OneDrive umgeleitet werden.

Ergebnis: Migration der Benutzerlaufwerke nach OneDrive (SaaS), Dekommissionieren des lokalen File Servers sofern auch alle anderen Laufwerke in Cloud Services migriert werden können.

1. Start für Benutzerprofile

Nicht in Verwendung.

6.2.6 Mail Service

Server: SRV-EXC01.

Laufende Applikationen/ Services: Mail Service – Microsoft Exchange Server.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Ersetzen – Repurchase.

Anwendung: Microsoft Exchange Server Cloudmigrationsmodell.

1. Zusatztechnologien für Exchange im Einsatz?
Ja – Bitdefender GravityZone
2. Technologien mit Exchange Online kompatibel?
Ja.
3. Nutzen andere Services Exchange als Mail Relay?
Ja – Scan to Mail.
4. Services mit Exchange Online kompatibel?
Ja – SMTP Mail.
5. Exchange Online Limitierungen Showstopper?
Nein.
6. Dekommissionierung letzter Exchange Server möglich?
Ja – Administration via Powershell.

Ergebnis: Migration der Mailboxen und anderen Mailobjekten nach Exchange Online (SaaS), Archivieren/ Abschalten des letzten Exchange Servers, Migrationsplanung der Zusatzsysteme.

6.2.7 Antispam Service

Server: keine, da Cloud Service.

Laufende Applikationen/ Services: Antispam Service (Bitdefender Gravity Zone Mail Security) für Mailserver.

Migrationsstrategie: vorab festgelegt: Ersetzen – Repurchase.

Ergebnis: Bitdefender Gravity Zone Mail Security wird durch Exchange Online Protection, eine SaaS Lösung, welche im Lizenzmodell von Microsoft 365 Business Premium enthalten ist, ersetzt.

6.2.8 Antivirus Service

Server: keine, da Cloud Service.

Laufende Applikationen/ Services: Antivirus Service (Bitdefender Gravity Zone) für alle Server und Clients, Agent ist auf Endgeräten installiert, Verwaltung über Cloud.

Migrationsstrategie: vorab festgelegt: Ersetzen – Repurchase.

Ergebnis: Bitdefender Gravity wird durch Microsoft Defender (for Business), eine SaaS Lösung, welche im Lizenzmodell von Microsoft 365 Business Premium enthalten ist, ersetzt.

6.2.9 Chat Service

Server: keine, da Cloud Service.

Laufende Applikationen/ Services: Chat und Zusammenarbeit über Microsoft Teams.

Migrationsstrategie: vorab festgelegt: Überspringen – Retain.

Ergebnis: Lösung wird beibehalten, ist bereits eine SaaS Lösung.

6.2.10 Print Service

Server: SRV-PRT01.

Laufende Applikationen/ Services: Print Service. Printer via GPOs gemappt, zentrale Treiberinstallation.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Ersetzen – Repurchase.

Anwendung: Microsoft Print Server Cloudmigrationsmodell.

1. Printerver im Einsatz?

Ja.

2. Zentrales Printermanagement notwendig?
Ja – zentrale Installation der Printer.
3. Hersteller supportet Microsoft Universal Print?
Ja - Beantwortet über Herstellerbefragung.
4. Microsoft Universal Print erfüllt Anforderungen?
Ja – Erhebung interner Anforderungen, Klärung mit Hersteller.

Ergebnis: Migration des Print Service nach Microsoft Universal Print (SaaS), Dekommissionieren des lokalen Servers.

6.2.11 Scan Service

Server: Multifunktionsdrucker.

Laufende Applikationen/ Services: Scan to Mail, Scan to File.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Vereinfachen – Replatform.

Anwendung: Services wurden in den Cloudmigrationsmodellen Microsoft Exchange Server und Microsoft File Server mitbehandelt.

Ergebnis: Scan to Mail wird auf SMTP Mail Authentifizierung am Drucker umgestellt, Scan to File wird auf Azure FileShares am Drucker umgestellt.

6.2.12 Remote Desktop Service

Server: SRV-TS01.

Laufende Applikationen/ Services: Remote Desktop Service für Zugriff von extern auf darauf installierte Applikationen BMD, ELBA, Microsoft Office.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Vereinfachen – Replatform.

Anwendung: Microsoft Remote Desktop Services Cloudmigrationsmodell.

1. AVD erfüllt Anforderungen?
Ja – Windows 10/11 Multisession Host kompatibel mit benötigten Applikationen, Performance- und Funktionsanforderungen, sowie externen Zugriff.

Ergebnis: Migration der Applikationen auf virtuelle Maschine in Azure Virtual Desktop Umgebung (IaaS/SaaS), dekommissionieren von SRV-TS01.

6.2.13 Windows Update Services

Server: SRV-DC02.

Laufende Applikationen/ Services: WSUS, Directory Services, DNS, DHCP.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Ersetzen – Repurchase.

Anwendung: Microsoft Windows Server Update Services Cloudmigrationsmodell.

1. Zentrale Updateverwaltung notwendig?
Ja – aus Effizienz und Auswertungsgründen.
2. Zentraler Verteilungspunkt im Netzwerk für Updates notwendig?
Nein – Internetleitung ist ausreichend.

Ergebnis: Aktivieren von Azure Update Management für Server (SaaS) und Intune Update Management für Clients (SaaS). Dekommissionieren der WSUS Rolle auf SRV-DC02.

6.2.14 Directory Service

Server: SRV-DC01 und SRV-DC02.

Laufende Applikationen/ Services: WSUS, Directory Service, DNS, DHCP.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Übertragen – Rehost

Anwendung: Microsoft Domain Controller Cloudmigrationsmodell.

1. Kerberos oder NTLM Authentifizierung notwendig?
Ja – BMD, SQL, Scan Laufwerk.
2. Schema Erweiterung oder 2-way Trust notwendig?
Nein – wird von keiner weiteren Anwendung benötigt.
3. Aufbau einer neuen Domäne unterstützt und zumutbar?
Nein - Aufwand nicht erwünscht.

Ergebnis: Migration der Domain Controller SRV-DC01 und SRV-DC02 auf virtuelle Maschinen in Azure (IaaS).

6.2.15 Domain Name Service

Server: SRV-DC01 und SRV-DC02.

Laufende Applikationen/ Services: WSUS, Directory Service, DNS, DHCP.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Übertragen – Rehost

Anwendung: Microsoft Domain Name System Cloudmigrationsmodell.

1. DNS auf DC installiert?
Ja.
2. Domain Controller Cloudmigrationsmodell durchgeführt?
Ja.
3. Ergebnis: DC in Azure oder Azure ADDS?
Ja. Domain Controller werden nach Azure migriert.

Ergebnis: DNS verbleibt auf den beiden Servern installiert und wird mit den Servern nach Azure migriert (IaaS).

6.2.16 Dynamic Host Configuration Protocol Service

Server: SRV-DC01 und SRV-DC02.

Laufende Applikationen/ Services: WSUS, Directory Service, DNS, DHCP.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Übertragen – Rehost

Anwendung: Microsoft Dynamic Host Configuration Protocol Cloudmigrationsmodell.

1. Ist DHCP auf DC installiert?
Ja.
2. Domain Controller Cloudmigrationsmodell durchgeführt?
Ja.
3. Ergebnis: Domain Controller in Azure?
Ja.

Ergebnis: DHCP bleibt auf beiden Servern installiert und wird mit diesen nach Azure migriert (IaaS).

6.2.17 Backup und Restore Service

Server: SRV-Backup01.

Laufende Applikationen/ Services: Backup- und Restoreservice für alle Server.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Ersetzen – Repurchase.

Anwendung: Backup und Restore Cloudmigrationsmodell.

1. Azure Backup erfüllt Anforderungen?
Ja – Anforderungen und Limitierungen werden eingehalten.

Ergebnis: Aktivieren von Azure Backup (SaaS), Dekommissionieren von SRV-Backup01.

6.2.18 Hypervisor Service

Server: SRV-HV01, SRV-HV02, Storage01.

Laufende Applikationen/ Services: Backup- und Restoreservice für alle Server.

Migrationsstrategie: keine Präferenz, anhand des Ergebnisses: Abschalten – Retire

Anwendung: Hypervisor Migrationsmodell.

1. Migrationsplanung für alle Services und Server durchgeführt?

Ja.

2. Verbleiben Server auf den Hypervisoren?

Nein.

Ergebnis: Dekommissionierung der Server und Storage nach der Migration aller Systeme.

6.2.19 Internetverbindung

1. Werden Server, Applikationen oder Services in die Cloud migriert?

Ja.

2. Erreichbarkeit dieser via privatem Netzwerk erforderlich?

Ja. Clients sind Domain Joined, Applikationen auf Server können nur im privaten Netzwerk aufgerufen werden.

3. Geringe Latenzen erforderlich?

Nein. Connectivity Tests wurden durchgeführt und sind in Ordnung. Latenzen zu Exchange Online und SharePoint liegen zwischen 10 und 12 ms. Max. Bandbreite wird erreicht. Latenzen und Bandbreite reichen für die Anwendungszwecke aus. Für maximale Performance im ERP System wird über Azure Virtual Desktop gearbeitet.

Ergebnis: Einrichten von Azure S2S VPN Gateway SKU1 (über Bestandsfirewall).

7 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus der Anwendung der Migrationsmodelle, der TCO Berechnung und der Nutzwertanalyse zusammengefasst. Anschließend werden die Erkenntnisse im Fazit festgehalten.

7.1 Cloudmigrationsergebnisse

Tabelle 3 zeigt die Cloudmigrationsergebnisse zusammengefasst aus dem Fallbeispiel. Die Tabelle zeigt, dass sich alle Applikationen oder Services, welche auf Server ausgeführt werden in ein Cloud Service Modell (IaaS, PaaS oder SaaS) migrieren lassen. Ausnahme stellt das Hypervisor Service und das Internetservice dar, welche hier nicht für eine Cloudmigration betrachtet werden.

Tabelle 3 - Cloudmigrationsergebnisse

Applikation oder Service	Server	Migrationsergebnis
BMD	SRV-BMD01	Server Migration nach Azure (IaaS)
Database Service	SRV-DB01	Server Migration nach Azure (IaaS)
Web Service	SRV-WEB01	Intranet Migration nach Static Azure WebApp (PaaS), dekommissionieren Web Server.
ELBA	SRV-TS01	Migration ELBA in eine Azure Virtual Desktop VM (IaaS),
File Service	SRV-FIL01	Migration Abteilungsdaten nach SharePoint Online (SaaS), Userdaten nach OneDrive (SaaS) und Scans nach Azure FileShares (PaaS), dekommissionieren File Server
Mail Service	SRV-EXC01	Mailobjektmigration nach Exchange Online (SaaS), dekommissionieren Exchange Server
Antispam Service	Cloudservice	Ersetzen Bestandslösung durch Exchange Online Protection (SaaS)
Antivirus Service	Cloudservice	Ersetzen Bestandslösung durch Microsoft Defender for Business (SaaS)
Chat Service	Cloudservice	Service bleibt so bestehen (SaaS)
Print Service	SRV-PRINT01, Drucker	Inbetriebnahme Microsoft Universal Print (SaaS), dekommissionieren Print Server
Scan Service	SRV-PRINT01, Drucker	Scan to Mail auf Exchange Online (SaaS), Scan to File nach Azure FileShares (PaaS), dekommissionieren Print Server,
Remote Desktop Service	SRV-TS01	Migration der Applikationen auf virtuelle Maschine in Azure Virtual Desktop Umgebung (IaaS /SaaS).
Windows Update Service	SRV-DC02	Aktivieren Azure Update Service (SaaS), Intune Windows Updates (SaaS), dekommissionieren WSUS Dienst.
Directory Service	SRV-DC01, SRV-DC02	Server Migration nach Azure (IaaS)
Domain Name Service	SRV-DC01, SRV-DC02	Server Migration nach Azure (IaaS)
DHCP Service	SRV-DC01, SRV-DC02	Server Migration nach Azure (IaaS)
Backup u. Restore Service	SRV-Backup01	Aktivieren von Azure Backup (SaaS), dekommissionieren Backup Server
Hypervisor Service	SRV-HV01, SRV-HV02, Storage01	Dekommissionieren Server und Storage
Internet und VPN Service	Firewall, Modem	Einrichten von Azure S2S VPN Gateway

Interpretation:

Von den neun virtuellen Servern, auf welchen die angeführten Applikationen oder Services verteilt laufen werden fünf als virtuelle Server nach Azure migriert (IaaS). Vier virtuelle Server können dekommissioniert werden. Die sich darauf befindlichen Applikationen oder Services werden in PaaS oder SaaS Lösungen migriert. Einer von drei physikalischen Servern kann ebenfalls in ein SaaS Modell überführt und dekommissioniert werden. Die beiden verbleibenden Server können dekommissioniert werden. Zusammengefasst kann von drei auf null Hardwareserver reduziert werden und von neun auf fünf virtuelle Server in der Cloud. Die Applikationen oder Services welche als PaaS oder SaaS betrieben werden, können direkt über ein Webadministrationsportal administriert werden ohne notwendige darunterliegende Serveradministration.

Die Ergebnisse können nun verwendet werden, um mittels dem Azure Pricing Calculator die potenziellen jährlichen Kosten der benutzten Cloud Services ermitteln zu können. Diese werden für die TCO Berechnung benötigt.

Der Azure Pricing Calculator ist ein Online Tool, welches mit den vorhin präsentierten Ergebnissen gefüttert werden kann und damit die Cloud Kosten ermittelt werden können. Siehe dazu Abbildung 27 als Beispiel für das Web Service mit der Intranet WebApp.

Intranet

Tier: Standard

Standard

i The standard tier includes 100 GB of bandwidth per subscription and 2 GB of storage per app.

1	×	€8.51	=	€8.51
App		Per app		

Bandwidth Overages

0	×	€0.00	=	€0.00
GB		Per additional GB		

Upfront cost	€0.00
Monthly cost	€8.51

Abbildung 27 - Azure Pricing Calculator Beispiel Intranet

Das Gesamtergebnis aus dem Azure Pricing Calculator ist im Anhang B zu finden.

7.2 Total Cost of Ownership (TCO)

Tabelle 4 zeigt die erhobene Total Cost of Ownership (TCO) zwischen der Hardwarelösung und der Cloudlösung des Fallbeispiels über einen Zeitraum von fünf Jahren. Bei der TCO

7.3 Nutzwertanalyse

Tabelle 5 zeigt den qualitativen Nutzen beider Alternativlösungen. Hierfür wurde ein Kriterienkatalog zusammengestellt, welcher aus Kriterien besteht, welche für das Unternehmen des Autors sowie den Kunden besonders wichtig sind. Die Wichtigkeit wurde gemeinsam mit dem Kunden in Workshops diskutiert und den Kriterien anschließend ein Gewichtungsfaktor von 0-100% zugewiesen. Die Summe in der Tabelle zeigt den Nutzwert. Den einzelnen Kriterien wurden anhand von Recherchen, Herstellerbefragungen und subjektiven Einschätzungen Werte zwischen 0 und 10 zugewiesen, wobei 0 den schlechtesten Wert und 10 den besten Wert darstellt.

Das wichtigste Kriterium für den Kunden ist die Ausfallsicherheit der IT Infrastruktur damit Geschäftsprozesse möglichst unterbrechungsfrei abgewickelt werden können. Es soll möglich sein bei einem Standortausfall die IT Infrastruktur an einem Alternativstandort wieder in Betrieb zu nehmen. Dafür wurden die Hauptkriterien Verfügbarkeit Datacenter und Service Verfügbarkeit ausgewählt über welche der Verfügbarkeitslevel einzelner Services wie ERP, Mail Service, File Service, Kernsysteme sowie Datacenter und von Standorten recherchiert wurde (Microsoft, 2023s, 2023h). Die Bewertung wurde anhand von den recherchierten Verfügbarkeitslevels und Vorhandenseins redundanter Datacenter subjektiv getroffen. Neben der Verfügbarkeit hat die Sicherheit einen hohen Stellenwert für den Kunden. Dazu zählt die Einhaltung der DSGVO, der Betrieb eines Information Security Management Systems, Business Continuity Management sowie Zutrittssicherheit zur Infrastruktur. Die Bewertung wurde anhand von recherchierten ISO Zertifizierungen (Microsoft, 2023s, 2023d) und angelehnten Arbeitsweisen nach ISO Standards subjektiv getroffen. Eine weitere nachgereichte Hauptkategorie sind Businessdriver, dazu wurden flexible Bezahlmodelle, performante Technologien, oder die Auswahl an Zusatzservices überprüft. Die Bewertung wurde anhand von recherchierten Bezahlmodellen, verfügbarer Zusatzservices sowie eingesetzter zugrundeliegender Hardwaretechnologien (Microsoft, 2023ag, 2023n) subjektiv getroffen. Betriebsaufwand, Skalierbarkeit und Flexibilität ist eine weitere selbst gewählte Hauptkategorie worunter die Skalierung von Systemressourcen und der Betriebsaufwand fallen. Die Bewertung wurde anhand der Skalierungsoptionen und des ermittelten Betriebsaufwandes aus der TCO Rechnung subjektiv getroffen. Darüber hinaus wurden verschiedene Risiken wie Kontrollverlust, Abhängigkeit und Transparenz eingeschätzt. Die Bewertung wurde in einer Diskussionsrunde subjektiv getroffen. In der folgenden Hauptkategorie Lifecyclemanagement wurde die Serviceaktualität und der

Stand der Technik recherchiert (Microsoft, 2023t). Anhand dessen wurde die Bewertung subjektiv getroffen. Nicht zu vernachlässigen ist die Hauptkategorie der Vertragsbestimmungen in welcher die SLAs und Service Response Times näher beleuchtet (Microsoft, 2023z) und mit jenen des Dienstleisters verglichen und subjektiv bewertet wurden. Die Servicemanagement Hauptkategorie komplettiert den Kriterienkatalog in welchem Augenmerk auf Service Management und Qualitätsmanagement gelegt wird. Hier wurden das Vorhandensein von ISO Zertifizierungen in diesen Bereichen (Microsoft, 2023s) sowie Arbeitsweisen angelehnt an diese Standards betrachtet und subjektiv bewertet.

Tabelle 5 - Nutzwertanalyse

Nutzwertanalyse	Gewichtungs- faktor	Hardware Lösung		Cloud Lösung	
		Punkte	Punkte gewichtet	Punkte	Punkte gewichtet
Servicemanagement / Qualitätsmanagement (Zertifizierungen)	6				
ISO 20000 / IT Service Management	3	4	0,12	10	0,3
ISO 9001 / Quality management	3	4	0,12	10	0,3
Sicherheit (Zertifizierungen)	16				
ISO 27001 / Information Security Management Systems	4	4	0,16	10	0,4
ISO 22301 / Business continuity management systemes	4	6	0,24	10	0,4
DSGVO Konformität	4	10	0,4	8	0,32
Physische Zutrittssicherheit nach Stand der Technik	4	7	0,28	10	0,4
Verfügbarkeit Datacenter	15				
Geographisch verteilte Datacenter (Inland)	5	0	0	10	0,5
Geographisch verteilte Datacenter weltweit (global)	5	0	0	10	0,5
Datacenter Verfügbarkeit 99,999% (Verfügbarkeitsklasse 4)	5	4	0,2	10	0,5
Service Verfügbarkeit	20				
Verfügbarkeit ERP	5	7	0,35	8	0,4
Verfügbarkeit Mailservice	5	7	0,35	9	0,45
Verfügbarkeit Fileservices	5	7	0,35	9	0,45
Verfügbarkeit Kernsysteme (AD, DND, DHCP, Backup)	5	7	0,35	8	0,4
Vertragsbestimmungen	8				
Microsoft SLAs	4	10	0,4	10	0,4
Support Response Times	4	10	0,4	5	0,2
Lifecyclemanagement / Aktualität d. Technik	8				
Serviceaktualität on-prem vs. PaaS/SaaS Lösung	4	6	0,24	10	0,4
Hardware auf Stand der Technik / Lifecyclemanagement	4	7	0,28	10	0,4
Betriebsaufwand, Skalierbarkeit, Flexibilität	8				0
Schnelle Skalierungsmöglichkeit bzw. Erweiterbarkeit oder Verringerung von Systemressourcen	4	5	0,2	10	0,4
Betriebsaufwand	4	8	0,32	10	0,4
Businessdriver / Businessenabler	10				
Innovationsmöglichkeit durch enthaltene Zusatzprodukte/Services u. Features	2	5	0,1	10	0,2
pay as you go - Bezahlung nach Nutzung	2	2	0,04	10	0,2
Performancezugewinn durch modernste Technologien	2	8	0,16	10	0,2
Mitarbeiterzufriedenheit	4	8	0,32	10	0,4
Risiken	9				
vermindertes Risiko in Bezug auf Kontrollverlust	3	10	0,3	5	0,15
vermindertes Risiko in Bezug auf Abhängigkeit	3	8	0,24	2	0,06
vermindertes Risiko in Bezug auf Transparenz der Datenhaltung	3	10	0,3	5	0,15
Nutzwert			6,22		8,88

In Punkto Verfügbarkeit, Betriebsaufwand und Aktualität bzw. Lifecyclemanagement, wurde die Cloudlösung vorteilhafter bewertet.

Der Nutzwert zeigt, dass die Cloudlösung mit 8,88 Punkten gegenüber der Hardwarelösung mit 6,22 Punkten, einen klaren Vorteil aufweist.

7.4 Fazit

Die umfangreich ausgearbeiteten Migrationsmodelle zeigen, dass sie sich für verschiedenste IT Infrastrukturen in Unternehmen einsetzen lassen. Die entwickelten Migrationsmodelle ermöglichen die Migrationsbewertung von Generischen- und Applikationsserver, Microsoft SQL Server, Web Server, Microsoft File Server, Microsoft SharePoint Server, Microsoft Exchange Server, Microsoft Print Server, Antivirus und Antispam Server, Microsoft Remote Desktop Services Server, Microsoft WSUS Server, Microsoft Domain Controller, Microsoft DNS Server, Microsoft DHCP Server, Backup Server, Hypervisor sowie Internetverbindungen. Darüber hinaus lässt sich das Generische- und Applikationsserver Migrationsmodell sehr universell einsetzen, um auch Systeme beleuchten zu können, für welche es kein spezifisches Modell in dieser Arbeit gibt. Auch wenn die Modelle zum Großteil auf Microsoft Server Systeme angepasst sind, so lässt sich eine hohe allgemeine Relevanz anhand der Statistiken über die Verbreitung von Microsoft Systemen in Unternehmen verdeutlichen. Die Modelle zeigen auch ihre Wichtigkeit aufgrund der Tatsache, dass die Aussage „Ziel ist es die IT Infrastruktur oder Applikationen in die Cloud zu migrieren“ zu allgemein ist, da es für die unterschiedlichsten IT Infrastrukturkomponenten auch unterschiedliche Cloud Service Modelle wie IaaS, PaaS oder SaaS gibt, welche sich wiederum auf die Kosten und den Betriebsaufwand auswirken.

Die Ergebnisse aus dem Fallbeispiel zeigen, dass alle lokalen virtuellen Server sowie auch die darauf laufendenden Applikationen oder Services und der physikalische Backupserver in verschiedene Cloudmodelle wie IaaS, PaaS, oder SaaS migriert werden können. Dadurch lassen sich die physikalischen Server und das damit verbundene Stagesystem auf welchem die virtuellen Server gespeichert sind, dekommissionieren. Damit einhergehend werden weniger Hardwarekomponenten wie Netzwerkschwitches oder USV-Module im Serverraum benötigt, ebenso weniger Rackspace, geringerer Stromverbrauch und auch geringere Kühlleistung. Durch den Wegfall von Serverhardware sowie auch virtuelle Server, die Migration auf PaaS oder SaaS, lassen sich Betriebsaufwandseinsparungen annehmen. Die Cloudmigration hat damit einen positiven

Effekt auf die Gesamtkosten wie die TCO Rechnung zeigt. Der Vorteil gegenüber der Hardwarelösung beträgt 28,73% über einen Betrachtungszeitraum von fünf Jahren. Durch die weltweit verteilten Rechenzentren von Microsoft sowie auch redundanten Rechenzentren innerhalb einer Region, den garantierten Verfügbarkeitslevels verschiedener Services von $\geq 99,9\%$, lässt sich auch die Verfügbarkeit zu Gunsten der Cloudlösung beurteilen. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der Bewertung der Aktualität von Hard- und Software sowie das Lifecyclemanagement. Das Lifecyclemanagement der Hardware wird gänzlich durch den Cloudanbieter durchgeführt. Die zugrundeliegenden Hardwaremodelle der virtuellen Maschinen in Azure lassen sich jederzeit flexibel ändern. Die Cloudservices weisen einen teils monatlichen Updatezyklus auf und werden ebenfalls durch den Cloudanbieter durchgeführt.

Die Hypothese lässt sich somit bestätigen und die Forschungsfrage anhand der Ergebnisse des Fallbeispiels beantworten.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Kapitel fasst die gegenständliche Arbeit auf das wesentlichste zusammen und gibt einen Ausblick darüber welche Aspekte bei der Erstellung nicht betrachtet werden konnten und für weiterführende Arbeiten interessant sein könnten.

8.1 Zusammenfassung

Die in Unternehmen eingesetzte IT Infrastruktur unterliegt einem Lebenszyklus, was bedeutet, dass Hard- und Software sich „abnutzen“ und von den Herstellern nach einer bestimmten Zeit nicht mehr supportet werden. Die Folge ist, dass vermehrt Fehler auftreten können, die Performance darunter leidet, Funktionen nicht mehr erweitert werden, die Sicherheit von nicht upgedateten Systemen herabgesetzt wird und sich auch der Betriebsaufwand erhöht. Daher ist es wichtig, dass betroffene Hard- und Softwarekomponenten auch rechtzeitig erneuert werden. Kleine und mittlere Unternehmen, stehen oft vor der Herausforderung, mit geringen Ressourcen, wie Personal und Budget, derartige Projekte umzusetzen sowie den Betrieb von lokaler IT Infrastruktur aufrecht zu erhalten. Eine mögliche Alternative zur Hardwareerneuerung kann die Inanspruchnahme von Cloud Services sein, welche genau für solche Herausforderungen eine Lösung in Aussicht stellen. Die gesamte IT Infrastruktur oder Teile davon, können in die Cloud ausgelagert werden. Dadurch verringert sich der

Hardwareanteil vor Ort was Investitionskosten, Serverraumkosten, Hardwarewartungen und Ausfälle reduzieren soll. Die Nutzung von Cloud Services soll weiters sicherstellen, dass die genutzten Services und Systeme immer am aktuellen Stand der Technik sind. Problematisch dabei ist, dass nicht pauschal gesagt werden kann, ob sich eine Auslagerung in die Cloud für ein Unternehmen lohnt. Dies ist oft von der eingesetzten IT Infrastruktur abhängig. Daher ist es wichtig vorab eine Kosten- und Nutzenanalyse durchzuführen. Um jedoch zu den Cloud Kosten und weiteren Faktoren wie Betriebsaufwand und Verfügbarkeit zu kommen ist es notwendig zu wissen, welche Komponenten in die Cloud migriert werden können und auch in welches Cloud Service Modell, wie IaaS, PaaS oder SaaS.

Das Ziel der Arbeit war es daher technische Vorgehensmodelle zu entwickeln mit welchen es möglich ist zu bestimmen in welches Cloud Service Modell IT Infrastrukturkomponenten eines Unternehmens migriert werden können.

Daraus ergab sich auch die Forschungsfrage „Welche lokalen IT Infrastrukturkomponenten können in welches Cloud Service Modell (anhand konkreter Beispiele von Microsoft Service Modellen) migriert werden um Kosten, Verfügbarkeit, Betriebsaufwand und Aktualität von Klein- und Mittelunternehmen aus der Sparte Information und Consulting zu optimieren?“

Um diese Frage beantworten zu können wurden mittels Literaturrecherche und aus Erfahrungswerten verschiedenster IT Infrastruktur- und Cloudmigrationsprojekte, Migrationsmodelle sowie ein allgemeines Vorgehen entwickelt, um für die zu betrachtenden IT Infrastrukturkomponenten das jeweilige Cloud Service Modell bestimmen zu können. Um die Anwendbarkeit zu zeigen, wurde ein Fallbeispiel, ein aktuelles Cloudmigrationsprojekt aus dem Unternehmen des Autors, gewählt. Anhand der vorliegenden IT Infrastruktur des Fallbeispiels wurde dann das allgemeine Vorgehensmodell sowie die spezifischen Migrationsmodelle angewandt. Aus den Ergebnissen konnten dann die Cloudkosten, der Betriebsaufwand, die Verfügbarkeit und die Aktualität der Cloud Service Modelle über die Dokumentationsplattform des Herstellers sowie über Einschätzungen ermittelt werden. Mit diesen Daten wurde im Anschluss ein Gesamtkostenvergleich nach TCO sowie eine Nutzwertanalyse durchgeführt und mit der Investitionsalternative, der lokalen Hard- und Softwareerneuerung, verglichen. Das Ergebnis aus den Cloudmigrationsmodellen hat gezeigt, dass sich alle vorhandenen physikalischen Server komplett dekommissionieren lassen, da sich alle darauf befindlichen virtuellen Server in unterschiedliche Cloud Service Modelle überführen lassen. Das Ergebnis aus der TCO Analyse zeigt, dass die Gesamtkosten über den Betrachtungszeitraum von fünf Jahren bei der Hardwarelösung

um 28,73% teurer sind. Der Betriebsaufwand der Hardwarelösung ist um 78,86% teurer. Das Ergebnis aus der Nutzwertanalyse zeigt, dass die Cloudlösung mit einem Nutzwert von 8,88 gegenüber der Hardwarelösung mit 6,22 einen klaren Vorteil aufweist. Dies gilt auch für die Faktoren Verfügbarkeit und Aktualität. Auch diese wurden vorteilhafter bei der Cloudlösung bewertet.

8.2 Ausblick

Trotz der umfangreich ausgearbeiteten Modelle hat sich gezeigt, dass bei diesen nicht jedes Detail zu den Anforderungen, Abhängigkeiten und Limitierungen berücksichtigt werden konnte, da dies den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Durch die derzeit rasante Weiterentwicklung der Cloud Services ändern sich häufig Anforderungen und Limitierungen, womit es immer ratsam ist, bei jedem Migrationsvorhaben diese direkt über die Herstellerseite auf Änderungen bzw. Updates zu prüfen.

Die Migrationsmodelle berücksichtigen viele unterschiedliche Server Systeme, trotzdem wird es in der Praxis vorkommen, dass auch andere Server für andere Zwecke in unterschiedlichen Unternehmen im Einsatz sind. Hier könnte mit weiterführenden Arbeiten angeknüpft werden, um diese Modelle ebenfalls abzubilden. Des Weiteren wäre es möglich bei den vorliegenden Modellen noch mehr ins Detail zu gehen um auch komplexere IT Infrastrukturaufbauten, wie sie möglicherweise in Großunternehmen vorkommen, abzubilden. Ein weiterer Anknüpfungspunkt wäre die Ergänzung um andere Hersteller bei Server Systemen als ausschließlich Microsoft, z.B. Red Hat Linux Systeme sowie auch andere Cloudanbieter wie Google oder Amazon als Ziel für die Cloudmigration.

Ein interessantes Vorhaben wäre es, diese Migrationsmodelle auch digital über eine Webplattform abzubilden. Diese könnte als Input die zu betrachtenden Systeme und Applikationen oder Services mit den notwendigen Informationen als Liste übergeben bekommen und anhand der Modelle automatisch auswerten. Über eine Hersteller Schnittstelle zum Preis Calculator könnten die Kosten für die jeweiligen Cloudmodelle abgerufen und das Gesamtergebnis über eine Webseite mit Exportmöglichkeit präsentiert werden.

Zwischenzeitlich stellt Microsoft bereits ein Tool mit dem Namen Azure Migrate zur Verfügung welches bei der Cloud Migration unterstützen soll. Das Tool hat die Fähigkeit die eingesetzte IT Infrastruktur zu analysieren, mögliche Cloud Kosten zu ermitteln und eine automatisierte Migration in ein entsprechendes Cloud Service Modell durchzuführen. Zum aktuellen Zeitpunkt werden allgemeine Windows und Linux Server für die Migration

in ein IaaS Modell unterstützt, SQL Datenbanken in ein PaaS Modell, WebApps (.NET und PHP) in ein PaaS Service, eine virtuelle Desktop Infrastruktur in Azure Virtual Desktop sowie Daten auf Azure Storage (Microsoft, 2020). Es fehlen hier in der Betrachtung noch weitere Systeme sowie Detailbetrachtungen bzgl. technischer Anforderungen und Abhängigkeiten von Applikationen und Services. Aus Sicht des Autors kann das Tool einem noch nicht die Entscheidung dahingehend abnehmen in welche Cloud Service Modelle die relevanten Applikationen, Services oder Server migriert werden sollen. Hier bedarf es nach wie vor der genauen Vorabanalyse. Wenn diese durchgeführt wurde und das Ziel klar ist, kann das Tool bei einer automatischen Migration ausgewählter Systeme, Datenbanken oder WebApps sehr wohl unterstützen.

9 Literaturverzeichnis

- Ahmad, N., Naveed, Q.N. & Hoda, N. (2018) Strategy and procedures for Migration to the Cloud Computing. In: *2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*. [Online]. November 2018 Bangkok, Thailand, IEEE. pp. 1–5. Available from: doi:10.1109/ICETAS.2018.8629101 [Accessed: 15 October 2023].
- BITKOM (2012) *Leitfaden ECM - Überblick und Begriffserläuterungen*. Berlin, BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
- Borchardt, A. & Göthlich, S.E. (2009) Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. In: Sönke Albers, Daniel Klapper, Udo Konradt, Achim Walter, et al. (eds.). *Methodik der empirischen Forschung*. [Online]. Wiesbaden, Gabler Verlag. pp. 33–48. Available from: doi:10.1007/978-3-322-96406-9_3 [Accessed: 15 October 2023].
- Fettke, P. (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*. [Online] 48 (4), 257. Available from: doi:10.1007/s11576-006-0057-3.
- Fettke, Prof.Dr.P. (2019) Client-Server-Architektur. In: *Gronau, Norbert ; Becker, Jörg ; Kliewer, Natalia ; Leimeister, Jan Marco ; Overhage, Sven (Herausgeber): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon*. [Online]. Berlin : GITO. p. Available from: <https://wi-lex.de/index.php/lexikon/entwicklung-und-management-von-informationssystemen/systementwicklung/softwarearchitektur/architekturparadigmen/client-server-architektur/>.
- Fleischmann, A., Oppl, S., Schmidt, W. & Stary, C. (2018) *Ganzheitliche Digitalisierung von Prozessen: Perspektivenwechsel - Design Thinking - Wertegeleitete Interaktion*. OPEN. [Online]. Wiesbaden, Springer Vieweg. Available from: doi:10.1007/978-3-658-22648-0.
- Fortune Business Insights (2021) *Markt für Serverbetriebssysteme*. [Online]. p.160. Available from: <https://www.fortunebusinessinsights.com/de/markt-f-r-server-betriebssysteme-106601> [Accessed: 4 November 2023].
- Gage, T. (2023) *Comparing Print Servers vs. Direct IP Printing*. [Online]. 7 September 2023. PrinterLogic. Available from: <https://www.printerlogic.com/blog/comparing-print-servers-vs-direct-ip-printing/> [Accessed: 27 September 2023].
- Gartner, Inc (2011) *Gartner Identifies Five Ways to Migrate Applications to the Cloud*. In: [Online]. 2011 London. p. Available from: <https://web.archive.org/web/20130123224850/http://www.gartner.com/newsroom/id/1684114> [Accessed: 29 October 2023].
- Göbel, C. (2015) *IT Client Architekturkonzepte im Vergleich: Was Sie bei der Auswahl Ihrer Client Architektur bedenken sollten*. Hamburg, Diplomica Verlag.
- Hansen, H.R., Mendling, J. & Neumann, G. (2015) *Wirtschaftsinformatik*. Berlin/München/Boston, GERMANY, Walter de Gruyter GmbH.

- Haselmann, T. (2012) *Cloud-Services in kleinen und mittleren Unternehmen: Nutzen, Vorgehen, Kosten*. Wissenschaftliche Schriften der WWU Münster Reihe 4 6. Münster, Verl.-Haus Monsenstein und Vannerdat.
- Kamal, M. & Petree, R. (2006) Enterprise IT Asset Management. *Review of Business Information Systems (RBIS)*. [Online] 10 (3), 47–52. Available from: doi:10.19030/rbis.v10i3.5337.
- Kaseya Limited (2021) *2021 IT OPERATIONS SURVEY REPORT*. [Online]. Available from: <https://www.kaseya.com/resource/2021-it-operations-survey-report/> [Accessed: 30 July 2023].
- Kurbel, K. & Datsenka, R. (2019) *Infrastruktur-Outsourcing*. In: [Online]. Berlin : GITO. p. Available from: <https://wi-lex.de/index.php/lexikon/uebergreifender-teil/outsourcing/infrastruktur-outsourcing/>.
- Lamberth, S. & Weisbecker, A. (2010) Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beim Einsatz von Cloud Computing. In: *Vom Projekt zum Produkt*. GI-Edition lecture notes in informatics P, Proceedings. 2010 Bonn, Ges. für Informatik. p.
- Le, D.-N., Kumar, R., Nguyen, G.-N. & Chatterjee, J.M. (2018) *Cloud Computing and Virtualization*. Newark, UNITED STATES, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Mell, P. & Grance, T. (2011) *The NIST Definition of Cloud Computing*. [Online]. p.7. Available from: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf> [Accessed: 28 October 2023].
- Microsoft (2023a) *App Service – Preise*. [Online]. 2023. Azure Preise. Available from: <https://azure.microsoft.com/de-de/pricing/details/app-service/windows/#pricing> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023b) *App Service overview*. [Online]. 31 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/app-service/overview> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023c) *Azure Backup architecture and components*. [Online]. 31 January 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/backup/backup-architecture> [Accessed: 27 September 2023].
- Microsoft (2023d) *Azure facilities, premises, and physical security*. [Online]. 13 February 2023. Physical security of Azure datacenters - Microsoft Azure. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/security/fundamentals/physical-security> [Accessed: 30 October 2023].
- Microsoft (2023e) *Azure Static Web Apps hosting plans*. [Online]. 2 January 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/static-web-apps/plans> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023f) *Azure subscription and service limits, quotas, and constraints*. [Online]. 26 September 2023. App Service limits. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/azure-resource->

manager/management/azure-subscription-service-limits#app-service-limits [Accessed: 28 September 2023].

Microsoft (2023g) *Core network components*. [Online]. 6 February 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/core-network-guide/core-network-guide> [Accessed: 22 October 2023].

Microsoft (2023h) *Datacenter architecture and infrastructure*. [Online]. 3 March 2023. Datacenter architecture and infrastructure - Microsoft Service Assurance | Microsoft Learn. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/compliance/assurance/assurance-datacenter-architecture-infrastructure> [Accessed: 30 October 2023].

Microsoft (2023i) *Enable Enterprise State Roaming in Microsoft Entra ID*. [Online]. 21 September 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/devices/enterprise-state-roaming-enable> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023j) *Endpoint Protection*. [Online]. 4 October 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/mem/configmgr/protect/deploy-use/endpoint-protection> [Accessed: 24 October 2023].

Microsoft (2023k) *Exchange Online limits*. [Online]. 16 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/office365/servicedescriptions/exchange-online-service-description/exchange-online-limits> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023l) *Exchange Online Protection Feature Details*. [Online]. 25 April 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/office365/servicedescriptions/exchange-online-protection-service-description/exchange-online-protection-feature-details?tabs=Anti-spam-and-anti-malware-protection> [Accessed: 27 September 2023].

Microsoft (2023m) *Features comparison: Azure SQL Database and Azure SQL Managed Instance*. 12 September 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career.

Microsoft (2023n) *Find the best Microsoft 365 plan for your business*. [Online]. 2023. Compare All Microsoft 365 Plans | Microsoft. Available from: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/business/compare-all-microsoft-365-business-products> [Accessed: 12 November 2023].

Microsoft (2023o) *Group Policy and MDM settings*. [Online]. 16 March 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/devices/enterprise-state-roaming-group-policy-settings> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023p) *Guide to migrating file shares to OneDrive, Teams, and SharePoint*. [Online]. 21 February 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en->

us/sharepointmigration/filesshare-to-odsp-migration-guide#migration-planning
[Accessed: 25 September 2023].

Microsoft (2023q) *How to set up a multifunction device or application to send email using Microsoft 365 or Office 365*. [Online]. 14 March 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/exchange/mail-flow-best-practices/how-to-set-up-a-multifunction-device-or-application-to-send-email-using-microsoft-365-or-office-365> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023r) *Manage recipients in Exchange Hybrid environments using Management tools*. [Online]. 21 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/exchange/manage-hybrid-exchange-recipients-with-management-tools> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023s) *Microsoft Datacenters*. [Online]. 2023. Azure global infrastructure experience. Available from: https://datacenters.microsoft.com/globe/explore?info=region_northeurope [Accessed: 30 October 2023].

Microsoft (2023t) *Microsoft Lifecycle Policy*. [Online]. 16 October 2023. Microsoft Lifecycle Policy. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/lifecycle/> [Accessed: 30 October 2023].

Microsoft (2020) *Migrate to the cloud and track your progress with Azure Migrate*. [Online]. Available from: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/research/migrate-to-the-cloud-with-azure-migrate/> [Accessed: 2 November 2023].

Microsoft (2023u) *Minimum requirements for Microsoft Defender for Endpoint*. [Online]. 13 September 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-365/security/defender-endpoint/minimum-requirements?view=o365-worldwide> [Accessed: 27 September 2023].

Microsoft (2023v) *Overview of the SharePoint Migration Tool (SPMT)*. [Online]. 28 February 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/sharepointmigration/introducing-the-sharepoint-migration-tool> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023w) *Prerequisites for Azure Virtual Desktop*. [Online]. 21 June 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/prerequisites?tabs=portal> [Accessed: 27 September 2023].

Microsoft (2023x) *Redirect and move Windows known folders to OneDrive*. [Online]. 26 July 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/SharePoint/redirect-known-folders> [Accessed: 26 September 2023].

Microsoft (2023y) *Securely connect to Azure services and databases from Azure App Service*. [Online]. 1 March 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your

- career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/app-service/tutorial-connect-overview> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023z) *Service Level Agreements (SLA) for Online Services*. [Online]. 2023. Licensing Resources and Documents. Available from: <https://www.microsoft.com/licensing/docs/view/Service-Level-Agreements-SLA-for-Online-Services> [Accessed: 30 October 2023].
- Microsoft (2023aa) *SharePoint limits*. [Online]. 21 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/office365/servicedescriptions/sharepoint-online-service-description/sharepoint-online-limits> [Accessed: 26 September 2023].
- Microsoft (2023ab) *SMB file shares in Azure Files*. [Online]. 25 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/storage/files/files-smb-protocol?tabs=azure-portal> [Accessed: 26 September 2023].
- Microsoft (2023ac) *Statische Web-Apps – Preise*. [Online]. 2023. Azure Preise. Available from: <https://azure.microsoft.com/de-de/pricing/details/app-service/static/> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023ad) *Support matrix for Azure Backup*. [Online]. 14 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/backup/backup-support-matrix>.
- Microsoft (2023ae) *Tutorial: Join a Windows Server virtual machine to a Microsoft Entra Domain Services managed domain*. [Online]. 6 October 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/entra/identity/domain-services/join-windows-vm> [Accessed: 5 November 2023].
- Microsoft (2023af) *Universal Print service description*. [Online]. 13 July 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/office365/servicedescriptions/universal-print-service-description/universal-print-service-description> [Accessed: 27 September 2023].
- Microsoft (2023ag) *Virtual Machine series*. [Online]. 2023. Virtual Machines pricing. Available from: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/virtual-machines/series/> [Accessed: 12 November 2023].
- Microsoft (2023ah) *What is Azure Files?* [Online]. 20 January 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/storage/files/storage-files-introduction> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023ai) *What is Azure Private DNS?* [Online]. 10 June 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/dns/private-dns-overview> [Accessed: 27 September 2023].
- Microsoft (2023aj) *What is Azure SQL?* [Online]. 21 August 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from:

- <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/azure-sql/azure-sql-iaas-vs-paas-what-is-overview?view=azuresql> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023ak) *What is Azure Static Web Apps?* [Online]. 24 April 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/static-web-apps/overview> [Accessed: 25 September 2023].
- Microsoft (2023al) *What is Universal Print.* [Online]. 27 April 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/universal-print/fundamentals/universal-print-what-is> [Accessed: 27 September 2023].
- Microsoft (2023am) *Windows Server Update Services (WSUS).* [Online]. 13 March 2023. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-server-update-services/get-started/windows-server-update-services-wsus> [Accessed: 24 October 2023].
- Misra, S. (2017) *Network Routing: Fundamentals, Applications, and Emerging Technologies.* Newark, UNITED STATES, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Mohan, V. (2013) *IT Asset Management Benefits & Best Practices.* [Online]. Available from: https://content.solarwinds.com/creative/pdf/whitepapers/it_asset_management_%20benefits_%20best_practices.pdf [Accessed: 29 October 2023].
- Nyrhinen, M. (2008) IT Infrastructure: Structure, Properties and Processes. *Sprouts*.140 (Working Papers on Information Systems).
- Papenfuß, F. (2023) *Die 10 besten Cloud-Speicher.* [Online]. 6 June 2023. heise online. Available from: <https://www.heise.de/download/specials/Die-10-besten-Cloud-Speicher-3149052> [Accessed: 28 October 2023].
- Patig, Prof.Dr.S. (2019) IT-Infrastruktur. In: *Gronau, Norbert ; Becker, Jörg ; Kliewer, Natalia ; Leimeister, Jan Marco ; Overhage, Sven (Herausgeber): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon.* [Online]. Berlin : GITO. p. Available from: <https://wi-lex.de/index.php/lexikon/informations-daten-und-wissensmanagement/informationsmanagement/it-infrastruktur/>.
- Richter, F. (2023) *CLOUD INFRASTRUCTURE MARKET.* [Online]. August 2023. statista. Available from: <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/> [Accessed: 4 November 2023].
- Rimkus, B. (2019) *On-Premises to Cloud – ein praxisbasiertes Vorgehensmodell.* [Online]. 27 June 2019. Cloudcomputing Insider. Available from: <https://www.cloudcomputing-insider.de/on-premises-to-cloud-ein-praxisbasiertes-vorgehensmodell-a-839142/> [Accessed: 29 October 2023].
- Röhrich, M. (2014) *Grundlagen der Investitionsrechnung: Darstellung Anhand Einer Fallstudie.* Berlin/München/Boston, GERMANY, Walter de Gruyter GmbH.
- Roland, G. (2019) Anwendungssystem. In: *Gronau, Norbert ; Becker, Jörg ; Kliewer, Natalia ; Leimeister, Jan Marco ; Overhage, Sven (Herausgeber): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon.* [Online]. Berlin : GITO. p. Available from:

<https://wi-lex.de/index.php/lexikon/uebergreifender-teil/kontext-und-grundlagen/anwendungssystem/>.

- Rouse, M. (2012) *Backup Server*. [Online]. 13 December 2012. What is a Backup Server? - Definition from Techopedia. Available from: <https://www.techopedia.com/definition/4190/backup-server> [Accessed: 25 October 2023].
- Ruparelia, N.B. (2016) *Cloud Computing*. Cambridge, UNITED STATES, MIT Press.
- Sorge, C., Lo Iacono, L. & Gruschka, N. (2013) *Sicherheit in Kommunikationsnetzen*. Berlin/München/Boston, GERMANY, Walter de Gruyter GmbH.
- Staudinger, M. (2020) *Grundlagen wissenschaftlichen Schreibens*. 2.5. Wr. Neustadt, FernFH.
- Treber, U., Teipel, P. & Schickert, A.C. (2004) Total Cost of Ownership - Stand und Entwicklungstendenzen 2003. In: *Arbeitspapiere WI*. 2004 Gießen, Professur BWL - Wirtschaftsinformatik Justus-Liebig-Universität. p.
- Troppens, U. (2009) *Storage Networks Explained : Basics and Application of Fibre Channel SAN, NAS, ISCSI, InfiniBand and FCoE*. Newark, UNITED STATES, John Wiley & Sons, Incorporated.
- Wild, M. & Herges, S. (2000) Total Cost of Ownership (TCO) - Ein Überblick. In: *Arbeitspapiere WI*. 2000 Mainz, Lehrstuhl für Allg. BWL und Wirtschaftsinformatik, Johannes Gutenberg-Universität. p.
- Wilde, T. & Hess, T. (2006) *Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik: Überblick und Portfoliobildung*. [Online]. Available from: <http://hdl.handle.net/10419/60077>.
- Wittges, Dr.H. (2019) Rechenzentrum. In: *Gronau, Norbert ; Becker, Jörg ; Kliewer, Natalia ; Leimeister, Jan Marco ; Overhage, Sven (Herausgeber): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon*. [Online]. Berlin : GITO. p. Available from: <https://wi-lex.de/index.php/lexikon/informations-daten-und-wissensmanagement/informationsmanagement/it-infrastruktur/rechenzentrum/>.
- Yadav, S.C. & Singh, S.K. (2009) *An introduction to client/server computing*. New Delhi, New Age International.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - IT Infrastruktur Schichtenmodell, eigene Darstellung.....	11
Abbildung 2 - Sichten und Ebenen der IT Infrastruktur (Patig, 2019)	12
Abbildung 3 - Windows Server Kernnetzwerk (Microsoft, 2023g).....	16
Abbildung 4 - Cloud Strategie (Haselmann, 2012)	29

Abbildung 5 - Cloud-Sourcing Modell (Haselmann, 2012)	30
Abbildung 6 - Cloudmigrationsstrategie und Prozeduren (Ahmad, Naveed & Hoda, 2018)	32
Abbildung 7 - Vorgehensmodell zur Auswahl und Bewertung von Cloud-Diensten (Lamberth & Weisbecker, 2010).....	34
Abbildung 8 - Flussdiagrammsymbole.....	38
Abbildung 9 - Allgemeines Vorgehensmodell IT Infrastrukturerneuerung	39
Abbildung 10 - Generisches- und Applikationsserver Cloudmigrationsmodell	43
Abbildung 11 – Microsoft SQL Server Cloudmigrationsmodell.....	46
Abbildung 12 - Web Server Cloudmigrationsmodell.....	48
Abbildung 13 – Microsoft File Server Cloudmigrationsmodell.....	50
Abbildung 14 – Microsoft SharePoint Server Cloudmigrationsmodell	54
Abbildung 15 - Microsoft Exchange Server Cloudmigrationsmodell.....	56
Abbildung 16 - Microsoft Print Server Cloudmigrationsmodell	60
Abbildung 17 - Antivirus/Antispam Cloudmigrationsmodell.....	62
Abbildung 18 - Microsoft Remote Desktop Services Cloudmigrationsmodell.....	65
Abbildung 19 - Microsoft WSUS Cloudmigrationsmodell	66
Abbildung 20 - Microsoft Domain Controller Cloudmigrationsmodell.....	67
Abbildung 21 - Microsoft DNS Server Cloudmigrationsmodell	69
Abbildung 22 - Microsoft DHCP Server Cloudmigrationsmodell	71
Abbildung 23 - Backup Cloud Migrationsmodell	73
Abbildung 24 - Hypervisor Migrationsmodell	74
Abbildung 25 - Internetverbindungsmigrationsmodell	76

Abbildung 26 - Netzplan IT Infrastruktur	79
Abbildung 27 - Azure Pricing Calculator Beispiel Intranet	91

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Verfügbarkeitsklassen Rechenzentren	12
Tabelle 2 - Exchange Online Beschränkungen	58
Tabelle 3 - Cloudmigrationsergebnisse	90
Tabelle 4 - TCO der Hardwarelösung gegenüber Cloudlösung in Euro	92
Tabelle 5 - Nutzwertanalyse	94

12 Abkürzungsverzeichnis

AD DS	<i>Active Directory Domain Service</i>
DAS	<i>Direct Attached Storage</i>
DC	<i>Domain Controller</i>
DESI	<i>Digital Economy and Society Index</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
ERP Systeme	<i>Enterprise Resource Planning Systeme</i>
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
IIS	<i>Internet Information Server</i>
IT	<i>Informationstechnologie</i>
KMU	<i>Kleine und mittlere Unternehmen</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
NAS	<i>Network Attached Storage</i>
NPV	<i>Net present value</i>
PaaS	<i>Platform as a Service</i>
RDS	<i>Remote Desktop Services</i>
ROI	<i>Return on investment</i>
S2S VPN	<i>Site to Site Virtual Private Network</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SAN	<i>Storage Area Network</i>
SMB	<i>Server Message Block</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/ Internet Protocol</i>
USV	<i>Unterbrechungsfreie Stromversorgung</i>
VMs	<i>Virtual Machines</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
WSUS	<i>Windows Server Update Services</i>

Anhang A

Applikations- und Servicelistenauszug aus IT Asset Management mit Abhängigkeiten und Anforderungen.

1	Applikationsname / Servicename	Kurzbeschreibung	Hersteller Support	verwendete IT-Systeme	Serviceabhängigkeiten	Client OS Anforderung	LDAP Anbindung	Authentifizierungsmechanismus
2	BMD	ERP System (Personalmanagement, Rechnungswesen, Dokumentenmanagement, CRM, Fakturierung)	ja	SRV-BMD01	Directory Services, Domain Name Services, Datenbank Services	ab Windows 10 + DomainJoin, Android 11, IOS?	ja	Kerberos, NTLM
3	Web Service	Internes Intranet / i157 / HTML Basis	Interne Entwicklung	SRV-WEB01	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows 10 + DomainJoin	ja	Kerberos, NTLM
4	Mail Service	Microsoft Exchange Server (Mailserver)	ja	SRV-EXC01	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows 10, Android 11, IOS13	ja	Kerberos
5	Chat Service	MS Teams Essentials	ja	MS Teams (Cloud Service)	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows 10, Android 11, IOS13		OAuth2
6	File Service	persönliche Laufwerke, Redirection (Desktop, Eigene Dateien, Bilder), Abteilungslaufwerke	ja	SRV-FILE01	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows 10 + DomainJoin	ja	Kerberos, NTLM
7	Remote Desktop Service	Applikationen für Homeoffice (BMD + Office + ELB)	ja	SRV-TS01	Directory Services, Domain Name Services, BMD	ab Windows 10 + DomainJoin		Kerberos, NTLM
8	Print Service	Canon Multifunktionsdrucker, Canon Uniflow	ja	SRV-PRINT01, CanonMultiPRT	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows 10		Kerberos, NTLM
9	Scan Service	Canon Multifunktionsdrucker, Scan to Mail / Scan to File	ja	SRV-PRINT01, CanonMultiPRT	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows 10		Kerberos, NTLM
10	Backupservice	Backupsystem für Serverbackups	ja	SRV-Backup, Synology NAS	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Server 2016		Kerberos, NTLM
11	Directory Service	Active Directory: Identifizierung, Authentifizier	ja	SRV-DC01, SRV-DC02	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Author 2016		Kerberos, NTLM
12	Domain Name Services (DNS)	Host Namensauflösung	ja	SRV-DC01, SRV-DC02	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Namens 2016		Kerberos, NTLM, SQL
13	Host Configuration Protocol Service	automatische IP Adressvergabe	ja	SRV-DC01, SRV-DC02	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Adress 2016		Kerberos, NTLM, SQL
14	Database Service	Datenbanksystem für Applikationsdatenbanken	ja	SRV-DB01	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Applik 2016		Kerberos, NTLM, SQL
15	Hypervisor Service	Typ-1 Hypervisor Virtualisierungshost	ja	SRV-HV01, SRV-HV02, Storage01	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Virtua 2016		lokale User
16	Windows Updates Services (WSUS)	zentrales Windows Updatemanagement	ja	SRV-DC02	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Update 2016		Kerberos, NTLM
17	ELBA	Bankensoftware (Überweisungen etc.)	ja	SRV-TS01	Directory Services, Domain Name Services	ab Windows Virtua 2016		lokale Applikationsuser
18	AntiVirus Service	Anti-Virus System für Clients und Server	ja	Bildfender Cloud	Internet	ab Windows Server 2016	nein	Cloud Accounts
19	AntiSpam Service	Anti-Spam System für Mail Server	ja	Bildfender Cloud	Internet, Mailserver	ab Windows Server 2016	nein	Cloud Accounts

Kommunikation Client <-> Server	Kommunikation Server <-> Client	Kommunikation Server <-> Server	Schema Erweiterung	DNS Anforderung	DHCP Anforderung	IGMPs zur Verwaltung	Anzahl Benutzer / Anzahl gleichzeitiger Zugriff	notwendige Bandbreite
BMD App, TCP, SMB, http	TCP Port 81, 1222, SMB	TCP	nein	Host A Record			25/15	mind. 100 Mbit
TCP Port 1433	TCP Port 1433	TCP 1433	nein	Host A Record			25/15	mind. 100 Mbit
http	http		nein	Host A Record, Cname	ja (Default Website)		30	mind. 10 Mbit
https, MAPI	https, MAPI		ja	Host A Record, Cname, SRV Record, MX Record	ja		30	mind. 5 Mbit
TCP, UDP	TCP, UDP		nein	public DNS			30	mind. 100 Mbit
SMB	SMB		nein	Host A Record	ja		30	mind. 100 Mbit
RDP	RDP		nein	Host A Record	ja		15	mind. 100 Mbit
TCP Port 9100			nein	Host A Record	ja		30	mind. 100 Mbit
TCP Port 9100		SMB, SMTP	nein	Host A Record	ja		30	mind. 100 Mbit
			nein	Host A Record				mind. 100 Mbit
			nein	Host A Record, SRV Records			30	mind. 100 Mbit
UDP/TCP Port 53			nein	Host A Record, SRV Records			30	mind. 100 Mbit
UDP Port 67,68			nein	Host Record			30	mind. 100 Mbit
TCP Port 1433			nein	Host A Record			30	mind. 100 Mbit
			nein	Host A Record				mind. 100 Mbit
https, SMB, BITS			nein	Host A Record	ja			mind. 100 Mbit
TCP, SMB	https		nein	Host A Record	ja		5	mind. 100 Mbit
https	https		nein	Host A Record				mind. 100 Mbit
https	https		nein					mind. 100 Mbit

Anhang B

Auszug aus den Azure Pricing Calculator, beinhalten noch keine Microsoft 365 Kosten.

Fallbeispiel 1

Virtual Machines: SRV-BMD01	1 D4as v5 (4 vCPUs, 16 GB RAM) (3 year reserved), ...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 246.52			
Virtual Machines: SRV-DB01	1 E4ads v5 (4 vCPUs, 32 GB RAM) (3 year reserved), ...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 551.42			
Virtual Machines: SRV-DC01	1 D2as v5 (2 vCPUs, 8 GB RAM) (3 year reserved), W...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 90.03			
Virtual Machines: SRV-DC02	1 D2as v5 (2 vCPUs, 8 GB RAM) (3 year reserved), W...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 90.03			
Static Web Apps: Intranet	Standard tier, 1 app, 0 GB of Bandwidth overages	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 8.51			
Storage Accounts: Azure Files Scan Lauf...	File Storage, Premium Performance Tier, LRS Redun...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 4.62			
Azure Virtual Desktop: SRV-TS01	Pooled, 15 Users, 90% Peak concurrency, 5% Off pe...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 65.95			
Azure Backup	Azure VMs, 5 Instance(s) x 500 GB, GRS Redundanc...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 258.46			
VPN Gateway	VPN Gateways, VpnGw1 tier, 730 gateway hour(s), 0...	Upfront: EUR 0.00	Monthly: EUR 136.93			

Support

SUPPORT: EUR 0.00

Select your program/offer

LICENSING PROGRAM: Selected billing profile: None selected (change)

Show Dev/Test Pricing

Estimated upfront cost EUR 0.00

Estimated monthly cost EUR 1,452.46