Integrierte IT-Kostentabellen als Hilfsmittel zur Softwarearchitektur- und IT-Produktionsentscheidung sowie zur Ermittlung der Herstellungskosten von Software as a Service Anwendungen

vorgelegt von
M. Eng.
Christian Hentschel

an der Fakultät VII – Wirtschaft und Management
der Technischen Universität Berlin
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften
- Dr.-Ing. -

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr. Maik Lachmann
Gutachter: Prof. Dr. Rüdiger Zarnekow
Gutachter: Prof. Dr. oec. Jochen Scheeg (TH Brandenburg)

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 30. Juni 2022

Berlin 2022

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit *„Integrierte IT-Kostentabellen als Hilfsmittel zur Softwarearchitektur- und IT-Produktionsentscheidung sowie zur Ermittlung der Herstellungskosten von Software as a Service Anwendungen“* selbständig angefertigt und keine fremde Hilfe in Anspruch genommen habe. Alle Textstellen sowie Darstellungen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich als solche einzeln kenntlich gemacht.

Ferner erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit in keinem anderen Studiengang und an keiner anderen Stelle als Prüfungsleistung verwendet wurde.

Berlin, 05.07.2022 Christian Hentschel

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand neben der regulären Arbeitstätigkeit als Mitarbeiter in einem Softwareunternehmen, dass sich mit der Entwicklung und Bereitstellung von eigenen Software as a Service (SaaS) Produkten befasst und diese vertreibt. Die erkannte Notwendigkeit die Herstellungskosten dieser SaaS-Produkte im Vorfeld zu ermitteln war Ideengeber für das in dieser Arbeit betrachtete Thema.

Hiermit möchte ich mich bei Prof. Dr. Rüdiger Zarnekow vom Fachgebiet Informations- und Kommunikationsmanagement der TU Berlin für die Betreuung, seine Geduld und Unterstützung während der Erstellung dieser Dissertationsschrift bedanken.

Mein weiterer Dank gilt Prof. Dr. oec. Jochen Scheeg von der TH Brandenburg Fachgebiet Wirtschaft, für die Übernahme des Zweitgutachtens sowie die interessanten Gespräche und hilfreichen Anmerkungen, die an vielen Stellen Eingang in diese Arbeit gefunden haben.

Für das große Verständnis des nötigen Zeitaufwandes einer berufsbegleitenden Promotion sowie die immer motivierende Einstellung dazu, bedanke ich mich besonders bei meiner Frau Katrin.

Weiterhin möchte ich mich bei den Teilnehmern der Umfrage bedanken die, trotz eines großen Fragenkataloges, vollständige Antworten zur Erstellung der benötigten Datensätze geliefert haben. Sabine Pawlak und Antonia Schmidt danke ich für die Unterstützung bei der Überarbeitung, Korrektur und Formatierung der Dissertationsschrift.

Abschließend möchte ich mich bei Herrn Matthias Kunisch von der forcont business technolog gmbh für die Unterstützung bei der Entwicklung des Promotionsthemas und die vielen interessanten Hinweise während der Zeit der Erstellung der Arbeit bedanken. Sowie meiner Mutter, die über all die Jahre mit mütterlicher Besorgnis darauf achtete, dass ich trotz der vielen investierten Zeit, es nicht übertrieben habe.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **IV**

Abbildungsverzeichnis **X**

Abkürzungsverzeichnis **XIII**

Tabellenverzeichnis **XVI**

Zusammenfassung **1**

1 Einleitung **3**

1.1 Entstehung, Einordnung und Ausgangslage 3

1.2 Ziele und Zielgruppen der Arbeit 8

1.3 Forschungsmethodik der Arbeit 10

1.4 Aufbau der Arbeit 13

2 Konzeptionelle technische Grundlagen **16**

2.1 Definition des Cloud Computing 16

2.2 Merkmale des Cloud Computing 18

2.2.1 Infrastructure as a Service 18

2.2.2 Plattform as a Service 19

2.2.3 Software as a Service 19

2.2.4 Everything as a Service 20

2.3 Bereitstellungsvarianten 20

2.3.1 Public Cloud 20

2.3.2 Private Cloud 21

2.3.3 Hybrid Cloud 21

2.4 Chancen und Risiken des Cloud Computing 22

2.4.1 Chancen 22

2.4.2 Risiken 23

2.5 Virtualisierung 23

2.5.1 Vollvirtualisierung 25

2.5.2 Anwendungsvirtualisierung 27

2.6 Vertriebswege von SaaS-Produkten 28

2.6.1 Direktvertrieb und indirekter Vertrieb 28
2.6.2 Indirekter Vertrieb über Cloud-Markplätze 29
2.7 Aktueller Einsatz und Akzeptanz von Cloud Computing 31
2.8 Angebote einiger Marktteilnehmer 31
2.8.1 Amazon 32
2.8.2 Microsoft 32
2.8.3 IBM 33
2.8.4 Google 34
2.8.5 Deutsche Telekom/T-Systems 34
2.9 Arbeitslast – Lastsituationen und der Umgang mit diesen 35
2.9.1 Begriff der Last, Lastausprägungen und Service Level Agreement 35
2.9.2 Umgang mit Last 40
2.9.3 Skalierung 40
2.9.4 Skalierungstypen 40
2.9.5 Anwendbarkeit der Skalierung im Cloud Computing 41
2.9.6 Load Balancer 44
2.9.7 n-Tier Webarchitekturen 46
2.10 Lastanalyse und Systemüberwachung 48
2.10.1 Amazon CloudWatch 51
2.10.2 Microsoft Azure Monitor 51
3 Informationsmanagement 53
3.1 Integriertes Informationsmanagement 54
3.2 IT-Produktlebenszyklus 56
3.2.1 Erste und zweite Phase: Planung, Erstentwicklung/Weiterentwicklung 59
3.2.2 Dritte Phase: Produktion 63
3.2.3 Vierte Phase: Außerbetriebnahme 66
3.3 IT-Produkt- und IT-Leistungsbegriff 66
3.4 IT-Controlling 70
3.4.1 Begriff und Zielsetzung des IT-Controllings 70

3.4.2 Aufgaben des IT-Controlling 71
3.4.3 Werkzeuge des IT-Controlling 72
3.5 Wirtschaften und Wirtschaftlichkeit 74
3.6 Schätzverfahren zur Kostenplanung 76
4 Klassische integrierte IT-Kostentabellen nach Scheeg 81
4.1 Vorgehensweise 83
4.2 Vorstufen bis zur Realisierungsmatrix 84
4.2.1 Einführendes Beispiel 84
4.2.2 Festlegen der IT-Entwicklungsalternativen 85
4.2.3 Erfassung der IT-Produktionsalternativen 88
4.2.4 Erstellen einer Realisierungsmatrix 90
4.3 Aufstellen der integrierten IT-Kostentabellen 91
4.3.1 Vorgehensweise 92
4.3.2 Stufe 1: Kostenschätzung der IT-Entwicklungsalternativen 93
4.3.3 Stufe 2: Bestimmung der Verbrauchsmengen 95
4.3.4 Stufe 3: Ermittlung der Produktionskosten der IT-Entwicklungsalternativen 98
4.3.5 Stufe 4: Integration der Kosteninformationen 110
4.4 Schlussfolgerungen 112
5 Umfrage zur Bildung der Anforderungen an ein Lösungskonzept 113
5.1 Zielgruppe der Umfrage 114
5.2 Vorgehensweise der Durchführung 114
5.3 FF 1: Sind die Anbieter in der Lage Cloud-Eigenschaften zu nutzen? 115
5.3.1 Haben die Anbieter die Möglichkeit Cloud-Eigenschaften von der darunterliegenden Infrastruktur zu beziehen? 115
5.3.2 Haben es die Anbieter mit ihren Systemen geschafft, Cloud-Eigenschaften für sich auszunutzen? 118
5.4 FF 2: IST-Stand des Ressourcenmanagements der Anbieter 121
5.5 FF 3: Haben die Kunden die Möglichkeit, die Software der Teilnehmer mit den bekannten Cloud-Eigenschaften zu beziehen? 126
5.6 FF 4: IST-Stand des aktuellen Cloud-Vertriebs der Anbieter? 129

5.7 Ermittlung der Anforderungen an ein Lösungskonzept 131
5.7.1 Zusammenfassung - Forschungsfrage 1 131
5.7.2 Bewertung - Forschungsfrage 1 133
5.7.3 Zusammenfassung - Forschungsfrage 2 133
5.7.4 Bewertung - Forschungsfrage 2 135
5.7.5 Zusammenfassung - Forschungsfrage 3 135
5.7.6 Bewertung - Forschungsfrage 3 136
5.7.7 Zusammenfassung - Forschungsfrage 4 136
5.7.8 Bewertung - Forschungsfrage 4 137
5.7.9 Ableitung der Anforderungen an ein Lösungskonzept 137
6 Integrierte IT-Kostentabellen – Anwendung bei der SaaS-Bereitstellung 139
6.1 Anforderungen an die Lösung 140
6.1.1 Anforderungen aus der Umfrage 140
6.1.2 Weitere konzeptionelle Anforderungen 142
6.2 Rahmenbetrachtung und Rahmenbedingungen 142
6.3 Anpassungs- und Erweiterungsbedarf 143
6.4 Vorgehensweise 146
6.4.1 Auflistung der Bereitstellungsalternativen 146
6.4.2 Auflistung der Produktionsalternativen 150
6.4.3 Erstellung der Realisierungsmatrix 153
6.4.4 Stufe 1: Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen 155
6.4.5 Stufe 2: Ermittlung der Verbrauchsmengen der Bereitstellungsalternativen 157
6.4.6 Stufe 3: Festlegung der Produktionsvarianten 167
6.4.7 Stufe 4: Ermittlung der Kosten der Produktionsvarianten 175
6.4.8 Stufe 5: Integration der Kosteninformationen 196
6.5 Anwendbarkeit und Anforderungen an die Umsetzung 200
6.5.1 Anforderungen bis zur Erstellung der Realisierungsmatrix 200
6.5.2 Anforderungen an Stufe 1 201
6.5.3 Anforderungen an Stufe 2 201

6.5.4 Anforderungen an Stufe 3.1 201
6.5.5 Anforderungen an Stufe 3.2 202
6.5.6 Anforderungen an Stufe 4.1 202
6.5.7 Anforderungen an Stufe 4.2 203
6.5.8 Anforderungen an Stufe 4.3 und 5 203
6.6 Zusammenfassung 204
7 Prototypische Umsetzung 205
7.1 Eingrenzungen zur Erstellung des Prototyps 205
7.2 Anforderungen an den Prototyp 207
7.3 Beschreibung des Prototyps 209
7.3.1 Startseite 210
7.3.2 Auflistung der Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen 212
7.3.3 Erstellung der Realisierungsmatrix 213
7.3.4 Stufe 1: Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen 214
7.3.5 Stufe 2: Ermittlung der Verbrauchsmengen der Bereitstellungsalternativen 216
7.3.6 Stufe 3: Festlegen der Produktionsvarianten 218
7.3.7 Stufe 4: Ermittlung der Kosten der Produktionsvarianten 220
7.3.8 Stufe 5: Integration der Kosteninformationen 225
7.4 Verbesserungsmöglichkeiten des Prototyps 228
7.5 Zusammenfassung 230
8 Zusammenfassung und Ausblick 231
8.1 Ergebnisse der Arbeit 231
8.2 Einschränkungen 234
8.3 Ausblick 235
Literaturverzeichnis 238
Anhang 254
Anhang A: Fragebogen der Umfrage 254
Anhang B: Antworten auf die Fragen der Umfrage 265
Teil 1: Allgemeine Fragen zum Unternehmen 265

Teil 2: Fragen zu den Produkten 267
Teil 3: Fragen zum technischen Betrieb der Cloud-Produkte/Services 270
Teil 4: Fragen zum Lastmanagement 272
Teil 5: Fragen zur Ressourcenplanung 278

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kostenbeeinflussung der Fertigungskosten von Produkten 5
Abbildung 2: Forschungsprozess 12
Abbildung 3: Aufbau der Arbeit - erster Teil 14
Abbildung 4: Aufbau der Arbeit - zweiter Teil 15
Abbildung 5: Cloud-Schichtenmodell 18
Abbildung 6: Beispiel einer Cloud-Architektur 25
Abbildung 7: Rechner ohne Vollvirtualisierung 26
Abbildung 8: Rechner mit Vollvirtualisierung 27
Abbildung 9: Containerbasierte Anwendungsbereitstellung 28
Abbildung 10: Funktionen eines Cloud-Marktplatzes 30
Abbildung 11: Last bei exponentiellem Wachstum 36
Abbildung 12: Last auf Foto-Sharing-Server 36
Abbildung 13: Last auf Ticket-Server 37
Abbildung 14: Service Level Agreement 39
Abbildung 15: Skalierungstypen: vertikale und horizontale Skalierung 41
Abbildung 16: Einsatz von Load Balancing bei Webservern 46
Abbildung 17: 3-Tier Architektur 48
Abbildung 18: Auslastung der CPU einer virtuellen Maschine in 24h 49
Abbildung 19: Gesamtmodell des integrierten Informationsmanagements (IIM-Modell) 54
Abbildung 20: Lebenszyklus von IT-Produkten und IT-Anwendungssystemen 57
Abbildung 21: Wasserfallmodell 60
Abbildung 22: Spiral-Modell 61
Abbildung 23: V-Modell 62
Abbildung 24: V-Modell XT 62
Abbildung 25: Lebenszyklusmodell bei ITIL V3 64
Abbildung 26: Kategorien von IT-Produkten 68
Abbildung 27: Entstehung von IT-Produkten 69
Abbildung 28: Weg zum IT-Produkt 70

Abbildung 29: Merkmale des IT-Controllings 73
Abbildung 30: Strategische IT-Controlling-Werkzeuge 73
Abbildung 31: Operative IT-Controlling-Werkzeuge 74
Abbildung 32: Effizienz und Effektivität als Erfolgsquellen 75
Abbildung 33: IT-Entwicklungsalternativen und Anwendungen 86
Abbildung 34: Erstellung integrierter IT-Kostentabellen 92
Abbildung 35: Methoden des Software Performance Engineering (SPE) 96
Abbildung 36: Ermittlung von IT-Produktionsalternativen 99
Abbildung 37: Technische und kostenrechnerische Sicht auf die Produktionsressourcen 102
Abbildung 38: Zuordnung Kostenstellenkosten zu Ressourcen-Leistungsarten 103
Abbildung 39: Aufbau Produktionskostentabelle 107
Abbildung 40: IT-Bereitstellungsalternativen aus Anwendungen und Services 147
Abbildung 41: PAA1 (monolithisch), Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 171
Abbildung 42: PAA2 (modularisiert), Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 172
Abbildung 43: Vorkonfigurierte Instanzen vs. frei konfigurierbare Instanzen 179
Abbildung 44: Prototyp, Startseite 211
Abbildung 45: Prototyp, Auflistung der Bereitstellungsalternativen 212
Abbildung 46: Prototyp, Auflistung der Produktionsplattformen 213
Abbildung 47: Prototyp, Erstellung der Realisierungsmatrix 214
Abbildung 48: Prototyp, Stufe 1 Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen 215
Abbildung 49: Prototyp, Stufe 2 Ermittlung der Verbrauchsmengen der BA 217
Abbildung 50: Prototyp, Stufe 3.1 Bestimmung der Produktionsarchitekturalternativen 218
Abbildung 51: Prototyp, Stufe 3.2 Ermittlung der Produktionsvarianten 219
Abbildung 52: Prototyp, Stufe 4.1 Ermittlung der Infrastrukturkosten pro PV 221
Abbildung 53: Datenflussdiagramm Teilstufe 4.2 des Prototyps 222
Abbildung 54: Prototyp, Stufe 4.2 Kosten der Produktion pro Produktionsvariante 223
Abbildung 55: Datenflussdiagramm Teilstufe 4.3 des Prototyps 224
Abbildung 56: Prototyp, Stufe 4.3 Erstellen der Produktionskostentabelle 224
Abbildung 57: Prototyp, Stufe 5 Integration der Kosteninformationen 225

Abbildung 58: Prototyp, Balkendiagrammdarstellung einer Produktionsvariante 226
Abbildung 59: Prototyp, Kreisdiagramm einer Produktionsvariante..... 226
Abbildung 60: Datenflussdiagramm Stufe 5 des Prototyps 227
Abbildung 61: Umfrage: Anzahl der Unternehmen pro Gründungsjahr..... 266
Abbildung 62: Umfrage: Leistungsreserven nach Typ 273

Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
ARM	Advanced RISC Machines (Mikroprozessor-Design)
ANG	Angestellte
AWS	Amazon Web Services
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BIOS	Basic Input/Output System
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CAD	Computer-Aided Design
CEO	Chief Executive Officer
CMIS	Capacity Management Information System
CPU	Central Processing Unit
CRM	Customer-Relationship-Management
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DICaaS	Data-Intensive-Computing as a Service
DMZ	Demilitarisierte Zone
DSI vCloud	Cloud-Lösung mit VMware-Technologie der Deutschen Telekom
EAN	Entwicklungsalternative
EC2	Amazon Elastic Compute Cloud
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ERP	Enterprise Resource Planning
FPV	Function Point Verfahren
GB	Gigabyte
HDD	Hard Disk Drive
HPCaaS	High-Performance Computing as a Service
HuaaS	Humans as a Service
IaaS	Infrastructure as a Service
IDE	Integrated development environment
IP	Internet Protocol
IPS	Intrusion Prevention System

ISV	Independent Software Vendor
IT	Informationstechnik
ITIL	IT Infrastructure Library
IT-LA	IT-Leistungsabnehmer
IT-LE	IT-Leistungserstellung
JRE	Java Runtime Environment
JVM	Java Virtual Machine
KEA	Kosten der Entwicklungsalternativen
KPA	Kosten der Produktionsalternativen
LCO	Lowest Cost of Ownership
MPS	Maß für Rechenleistung
NAT	Network Address Translation
NIST	National Institute of Standards and Technology
NTFS	New Technology File System
ODC	Office of Government Commerce
PA	Produktionsalternative
PaaS	Platform as a Service
PPn	Produktionsplattform
PS	Professional Services
QoS	Quality of Service
QS	Qualitätssicherung
R&D	Research and Development
RAM	Random-Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RZ	Rechenzentrum
SaaS	Software as a Service
SAP	Softwarehersteller
SLA	Service Level Agreement
SMS	Short Message Service
SPE	Software Performance Engineering
SQL	Structured Query Language

SVN	Apache Subversion
TA	Transaktionen
TCO	Total Cost of Ownership
TCP	Transmission Control Protocol
TPC	Transaction Processing Council
tpmC	Transaction Processing Performance Council
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator
VM	Virtuelle Maschine
VPN	Virtual Private Network
XaaS	Everything as a Service

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische und kaufmännische Herausforderungen 7
Tabelle 2: Ziele der Arbeit 10
Tabelle 3: Beispiele für Inhalte eines SLA [Meir-Huber 2011, S. 59/60] 39
Tabelle 4: Skalierungsanforderungen im Cloud Computing..... 42
Tabelle 5: Load Balancing Verfahren 44
Tabelle 6: Schichten in der 3-Tier-Architektur 47
Tabelle 7: Weitere Monitoring-Werkzeuge 50
Tabelle 8: Aufgaben innerhalb der Lebenszyklusphasen eines IT-Anwendungssystems..... 57
Tabelle 9: Aufgabenkomplexe eines IT-Controllers 71
Tabelle 10: Anforderungen IT-LA Bsp.: Vertragsverwaltung..... 85
Tabelle 11: IT-Entwicklungsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung..... 87
Tabelle 12: Produktionsplattformen Bsp.: Vertragsverwaltung..... 89
Tabelle 13: Realisierungsmatrix Bsp.: Vertragsverwaltung 90
Tabelle 14: Generische IT-Kostentabelle..... 91
Tabelle 15: Kosten für die Entwicklungsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung 94
Tabelle 16: IT-Stückliste nach Anforderungen IT-LA Bsp.: Vertragsverwaltung 97
Tabelle 17: Speicherverbrauch der IT-Entwicklungsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung.. 98
Tabelle 18: Produktionsplattformen des IT-LE Bsp.: Vertragsverwaltung 100
Tabelle 19: Leistungen der Produktionsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung..... 101
Tabelle 20: Kostenstellen für die Produktionsplattformen Bsp.: Vertragsverwaltung 104
Tabelle 21: Umlage „Sonstige Kosten“, Produktionsplattform 1 Bsp.: Vertragsverwaltung 104
Tabelle 22: Umlage „Sonstige Kosten“, Produktionsplattform 2 Bsp.: Vertragsverwaltung 104
Tabelle 23: Stückkosten „Verarbeiten“ PP 1 u. 2 Bsp.: Vertragsverwaltung 105
Tabelle 24: Stückkosten „Speichern" PP 1 u. 2 Bsp.: Vertragsverwaltung 106
Tabelle 25: Anforderungen für die Verarbeitung Bsp.: Vertragsverwaltung..... 107
Tabelle 26: Anforderungen für die Speicherung Bsp.: Vertragsverwaltung..... 108
Tabelle 27: Stückkosten pro Vertrag, Produktionsplattform 1 Bsp.: Vertragsverwaltung 108
Tabelle 28: Stückkosten pro Vertrag, Produktionsplattform 2 Bsp.: Vertragsverwaltung 109

Tabelle 29: Variationen Leistungsarten der PP1 Bsp.: Vertragsverwaltung 109
Tabelle 30: Variationen Leistungsarten der PP2 Bsp.: Vertragsverwaltung 110
Tabelle 31: Produktionskostentabelle Bsp.: Vertragsverwaltung 110
Tabelle 32: Integrierte IT-Kostentabelle Bsp.: Vertragsverwaltung 111
Tabelle 33: Forschungsfragen der Umfrage 113
Tabelle 34: Umfrage: Verteilung der Umfrageteilnehmer nach ihrer Position 114
Tabelle 35: Umfrage: Fragenblöcke der Umfrage 115
Tabelle 36: Umfrage: Infrastrukturgrundlage der SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer .. 116
Tabelle 37: Umfrage: Verwendete Virtualisierungstechnologien der Umfrageteilnehmer ... 117
Tabelle 38: Umfrage: Verfahren zur Verwaltung der Infrastruktur 117
Tabelle 39: Umfrage: Abrechnung der genutzten Infrastrukturressourcen 118
Tabelle 40: Umfrage: Eigenschaften des Cloud Computing u. abgeleitete Voraussetzungen 118
Tabelle 41: Umfrage: Mehrmandantenfähigkeit SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer 119
Tabelle 42: Umfrage: Systemstruktur der Cloud-Installationen der Umfrageteilnehmer 120
Tabelle 43: Umfrage: Verwendung von Loadbalancing bei den Umfrageteilnehmern 120
Tabelle 44: Umfrage: Art der Skalierung der Cloud-Systeme der Umfrageteilnehmer 121
Tabelle 45: Umfrage: Art der Verwaltung der Cloud-Systeme der Umfrageteilnehmer 121
Tabelle 46: Umfrage: Systemüberwachung der SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer 122
Tabelle 47: Umfrage: Häufigste Lastanstiege bei den Umfrageteilnehmern 123
Tabelle 48: Umfrage: Entscheidungsgrundlage zu den Leistungsreserven 123
Tabelle 49: Umfrage: Informationsmöglichkeiten über kritische Lastanstiege 124
Tabelle 50: Umfrage: Angabe über die Reaktionszeit bei kritischen Lastanstiegen 124
Tabelle 51: Umfrage: Verwendung automatischer Ressourcenanpassung 124
Tabelle 52: Umfrage: Verfahren zur Ressourcenplanung bei den Umfrageteilnehmern 125
Tabelle 53: Umfrage: Erwartung ungeplanter Lastanstiege 125
Tabelle 54: Umfrage: Probleme der Planung von Ressourcen bei den Umfrageteilnehmern 126
Tabelle 55: Umfrage: Verfügbarkeitszeiten der Produkte der Umfrageteilnehmer 127
Tabelle 56: Umfrage: Zugriff auf die Produkte der Umfrageteilnehmer durch die Kunden . 127
Tabelle 57: Umfrage: Unterstützte Betriebssystemplattformen der Umfrageteilnehmer 128

Tabelle 58: Umfrage: Mehrmandantenfähigkeit SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer.... 128
Tabelle 59: Umfrage: Verfahren, mit denen Kunden in die Systeme integriert werden..... 129
Tabelle 60: Umfrage: Abrechnung der Produkte der Umfrageteilnehmer..... 129
Tabelle 61: Umfrage: Vertriebswege der Produkte der Umfrageteilnehmer 130
Tabelle 62: Umfrage: Art der Geschäftsbeziehung der Umfrageteilnehmer 130
Tabelle 63: Umfrage: Produktplatzierung der Umfrageteilnehmer außerhalb Deutschlands 131
Tabelle 64: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 1 132
Tabelle 65: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 2 133
Tabelle 66: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 3 135
Tabelle 67: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 4 136
Tabelle 68: Anforderungen an ein Lösungskonzept nach den Ergebnissen der Umfrage 138
Tabelle 69: Herausforderungen und deren Abdeckung in der Lösung 139
Tabelle 70: Anforderungen an das neue Verfahren aus der Umfrage..... 141
Tabelle 71: Weitere konzeptionelle Anforderungen an das neue Verfahren 142
Tabelle 72: Vergleich int. IT-Kostentabellen nach Scheeg und angepasstes Verfahren 144
Tabelle 73: Bereitstellungsalternativen, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 150
Tabelle 74: Produktionsplattformen, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 152
Tabelle 75: Realisierungsmatrix, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 154
Tabelle 76: Kosten Bereitstellungsalternativen, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 157
Tabelle 77: Bildung Standardkunde, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 162
Tabelle 78: Entwicklung Kundenwachstum, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 163
Tabelle 79: Entwicklung der Kundenanzahl, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung..... 163
Tabelle 80: Verbrauchswerte ab Marktstart bis drei Jahre, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 165
Tabelle 81: Verbrauchswerte zum Marktstart, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 166
Tabelle 82: Bildung der Produktionsvarianten, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 174
Tabelle 83: Ermittelte Produktionsvarianten, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 175
Tabelle 84: Einflussgrößen auf die Ressourcenplanung der PAA 177
Tabelle 85: Ermittelte Produktionsvarianten aus Stufe 3, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung .. 180
Tabelle 86: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 1, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 181

Tabelle 87: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 4, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 181
Tabelle 88: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 5, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 182
Tabelle 89: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 7, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 182
Tabelle 90: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 10, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung ... 183
Tabelle 91: Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 184
Tabelle 92: Kostenstellen Endkunden-Support, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 186
Tabelle 93: Kostenstellen "SaaS-Betrieb 24x7", Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 187
Tabelle 94: Beispiel SaaS-Vertragsverwaltung, Kostenstellen "SaaS-Betrieb werktags" 189
Tabelle 95: Kosten der PV 24x7 Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 194
Tabelle 96: Kosten der PV 8-18 Uhr Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 195
Tabelle 97: Int. IT-Kostentabellen 24x7 Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 198
Tabelle 98: Int. IT-Kostentabellen 8-18 Uhr Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung 199
Tabelle 99: Technologien des Prototyps 206
Tabelle 100: Umfrage: Aufgabenbereich der Umfrageteilnehmer 265
Tabelle 101: Umfrage: Gründungsjahr, der an der Umfrage teilgenommen Unternehmen... 266
Tabelle 102: Umfrage: Cloud-Kategorie der Produkte der Teilnehmer 266
Tabelle 103: Umfrage: Tätigkeit im Cloud-Bereich der Teilnehmer? 267
Tabelle 104: Umfrage: Produktkategorie der Umfrageteilnehmer 267
Tabelle 105: Umfrage: Kundengruppe bzw. Markt der SaaS-Angebote 268
Tabelle 106: Umfrage: Client-Plattformen der SaaS-Angebote 268
Tabelle 107: Umfrage: Zugriffmöglichkeiten auf die SaaS-Angebote 268
Tabelle 108: Umfrage: Angebot der im Ausland? 269
Tabelle 109: Umfrage: Verfügbarkeitszeiten der SaaS-Angebote 269
Tabelle 110: Umfrage: Vertriebswege der Cloud-Angebote 269
Tabelle 111: Umfrage: Verfahren, wie Neukunden integriert werden..... 270
Tabelle 112: Umfrage: Infrastrukturgrundlage der SaaS-Angebote 270
Tabelle 113: Umfrage: Mehrmandantenfähigkeit der SaaS-Angebote 270
Tabelle 114: Umfrage: Verwendete Betriebssysteme für die SaaS-Angebote 271
Tabelle 115: Umfrage: Verwendete Datenbanktechnologien der SaaS-Angebote 271

Tabelle 116: Umfrage: Umgang bei der Verwaltung der SaaS-Angebote 271
Tabelle 117: Umfrage: Verwendete Virtualisierungstechnologien der SaaS-Angebote 272
Tabelle 118: Umfrage: Systemüberwachung der SaaS-Angebote 272
Tabelle 119: Umfrage: Leistungsreserven der Cloud-Systeme für Lastanstiege 274
Tabelle 120: Umfrage: Art der häufigsten Lastanstiege in den Cloud-Systemen 274
Tabelle 121: Umfrage: Entscheidungsfindung zu Leistungsreserven der Cloud-Systeme 275
Tabelle 122: Umfrage: Informationsmöglichkeiten über kritische Lastanstiege 275
Tabelle 123: Umfrage: Reaktionszeit für kritische Lastanstiege 276
Tabelle 124: Umfrage: Verwendung automatischer Ressourcenanpassung 276
Tabelle 125: Umfrage: Verwendung von Load Balancing 276
Tabelle 126: Umfrage: Systemstruktur der Cloud-Systeme 277
Tabelle 127: Umfrage: Art der Skalierung der Cloud-Systeme 277
Tabelle 128: Umfrage: Verfahren für das Erweitern oder Reduzieren von Ressourcen 277
Tabelle 129: Umfrage: Verfahren zur zukünftigen Planung von Cloud-Ressourcen 278
Tabelle 130: Umfrage: Erwartung ungeplanter Lastanstiege 278
Tabelle 131: Umfrage: Probleme bei der Planung von Ressourcen 278
Tabelle 132: Umfrage: Angabe über die Abrechnung der IaaS-/PaaS-Anbieter 279
Tabelle 133: Umfrage: Abrechnung der SaaS-Angebote gegenüber den Kunden 280

Zusammenfassung

Die Arbeit zeigt die Möglichkeit auf, wie angepasste integrierte IT-Kostentabellen für die effiziente Bereitstellung von SaaS-Anwendungen verwendet werden können. Hierbei werden die getrennten Kostensichten aus IT-Entwicklung und IT-Produktion integriert und mit Kosteninformationen unterschiedlicher IaaS-Anbieter erweitert. Weiterhin ist es mit dem skizzierten Verfahren möglich, verschiedene Produktionsarchitekturen, Betriebs- und Endkunden-Support-Modelle zu berücksichtigen. Das Verfahren ermöglicht somit eine transparente Integration der oben genannten Kostensichten zur Entscheidungsunterstützung für die verschiedenen Umsetzungsoptionen von SaaS-Angeboten durch Ermittlung der zu erwartenden Herstellungskosten und kostenseitigen Effizienzoptimierungen in der Kombinationsauswahl.

Mittels eines zentralen Beispiels werden die kostenmäßigen Unterschiede durch die verschiedenen Kombinationen der möglichen Ausprägungsformen aufgezeigt. Die Anforderungen an das Verfahren wurden mit Hilfe der Durchführung und Auswertung einer Umfrage unter SaaS-Anbietern abgeleitet.

Im letzten Teil der Arbeit wurde der Versuch unternommen, das Verfahren mittels moderner Webtechnologien als Prototyp abzubilden, um seine technische Umsetzbarkeit aufzuzeigen. Durch die Erstellung eines Prototyps soll die technische Umsetzbarkeit in der Praxis aufgezeigt werden. Der entstandene Prototyp stellt die Ergebnisse des Verfahrens tabellarisch sowie auch grafisch in Gesamt- und Einzelkosten dar.

Das Ergebnis der Arbeit stellt ein Kalkulationsverfahren für die Ermittlung der Bereitstellungskosten von SaaS-Anwendungen dar. Durch dieses Verfahren kann im Vorfeld der Bereitstellung solcher Angebote der Einfluss verschiedener technischer wie auch organisatorischer Ausprägungen auf diese Bereitstellungskosten mit Hilfe einer Vorwärtsrechnung, ermittelt werden. Das Verfahren bietet somit eine Entscheidungsunterstützung für die Ausprägungsformen von SaaS-Anwendungen und schafft die Möglichkeit zur effizienten IT-Leitungserbringung im SaaS-Kontext und kann damit einen Wertbeitrag zum Informationsmanagement leisten.

Abstract

This dissertation demonstrates the possibility of using customized integrated IT cost spreadsheets for the efficient delivery of SaaS applications. The separate cost views from IT development and IT production are integrated and expanded with cost information from different IaaS providers. Furthermore, with the method outlined, it is possible to consider different production architectures, operational and end customer support models. The method thus enables a transparent integration of the above-mentioned cost views to support decision-making for the various implementation options of SaaS offers by determining the expected production costs and cost-side efficiency optimizations in the combination selection.

Using a central example, the cost-related differences through the different combinations of possible characteristic forms are shown. The requirements for the procedure were derived by conducting and evaluating a survey among SaaS providers.

In the last part of the work, an attempt was made to depict the process as a prototype using modern web technologies in order to demonstrate its technical feasibility. The technical feasibility in practice should be demonstrated by creating a prototype. The resulting prototype presents the results of the procedure in tabular form as well as graphically in total and individual costs.

The result of the work is a calculation method for determining the provision costs of SaaS applications. This method can be used in advance of the provision of such offers to determine the influence of various technical and organizational characteristics on these provision costs with the help of a forward calculation. The method thus offers decision support for the various characteristic forms of SaaS applications and creates the possibility of efficient IT service provision in the SaaS context and can make a value contribution to information management.

1 Einleitung

Das erste Kapitel dient der Erläuterung der vorliegenden Dissertation. Es wird beschrieben, wie die Idee zum Thema der Arbeit entstanden ist. Die Zielgruppe der Leser sowie eine Beschreibung der Ausgangslage für den Themenhintergrund werden präzisiert. Anschließend wird ein Überblick über die verwendeten Forschungsmethoden gegeben, die Grundlage zur Erlangung der Forschungsergebnisse sind. Abschließend wird der Aufbau der vorliegenden Arbeit beschrieben.

1.1 Entstehung, Einordnung und Ausgangslage

Carsharing kennen mittlerweile wohl die meisten Menschen, zumindest die Führerscheinbesitzer. Beim Carsharing geht es darum, Autos auf Mietbasis nach Bedarf zu nutzen, statt diese zu besitzen. Dieser Trend, vom „Besitzen“ hin zum „Benutzen“ hat in den letzten Jahren auch die IT-Branche erreicht. Beim sogenannten Cloud Computing werden aus Produkten und Gütern standardisierte IT-Dienstleistungen, die von den Kunden nach Bedarf genutzt werden können.

Als Käufer von Software hatte man bis vor wenigen Jahren fast ausschließlich nur die Möglichkeit für ein Softwareprodukt eine Lizenz zur Nutzung zu erwerben. Aktuellere Versionen konnte man entweder später durch Neukauf weiterer Lizenzen erhalten oder über eine regelmäßige sogenannte Software Subscription das Recht auf aktuelle Versionen erwerben. Für beide Seiten, den Kunden und Anbieter bzw. Hersteller, birgt dieses Vertriebskonzept einige Nachteile. Aus Sicht des Kunden fallen in unregelmäßigen Abständen größere Investitionen für den Einkauf neuer oder weiterer Lizenzen an, auch sind die Phasen, in denen man auf einer Version „stehen bleibt“ teilweise recht lang. Veränderungen der benötigten Anzahl an Lizenzen sind aufwändig und kostspielig mittels Lizenzmanagement zu verwalten. Ebenso besteht die Gefahr, dass sich „Inseln“ unterschiedlicher Versionen eines Softwareproduktes im Unternehmen bilden, da diese aufgrund gestiegenen Bedarfes später nachgekauft wurden und die vorhandenen Versionsstände sich nicht mehr im Angebot des Softwareherstellers befanden. Weiterhin kann der Umstieg von sehr alten auf aktuelle Versionen zu einem großen Schulungs- und Migrationsaufwand für den Endnutzer führen. Aus Sicht des Herstellers ergeben sich pro Kunde nur in unregelmäßigen Abständen Einnahmen im Lizenzverkauf. Auch besteht die Gefahr, dass sich Kunden nach einer längeren Zeit für Produkte anderer Hersteller entscheiden. Der Aufwand des Softwarevertriebs ist im Lizenzgeschäft sehr hoch. Kunden müssen immer wieder mit Informationen zu neuen Produkten oder Versionen angesprochen werden, um sie zum Kauf neuerer

oder weiterer Lizenzen zu bewegen. Abhilfe verspricht an dieser Stelle das Prinzip des Software as a Service (kurz SaaS, siehe 2.2.3) im Cloud-Kontext.

Führende Softwarehersteller haben dies seit einigen Jahren erkannt und verändern ihr Produktportfolio in diese Richtung. Aktuelle Beispiele an dieser Stelle sind SAP mit ihrer Cloud ERP Software S/4HANA, Microsoft Office 365 und Adobe Creative Cloud sowie weitere bekannte Softwarehersteller. Die Akzeptanz von Softwareprodukten auf Basis von Software as a Service (kurz SaaS) steigt seit Jahren stetig [BITKOM 2015, S. 37]. Daher entscheiden sich mittlerweile auch viele kleinere Softwareunternehmen, den Weg in die Cloud zu beschreiten.

Diese Transformation von einem reinen Hersteller für Softwareprodukte hin zu einem Softwareprovider ist eine enorme Aufgabe für alle Unternehmensbereiche. Dies bedeutet veränderte Vertriebs- und Marketingstrategien sowie Veränderungen im Endkunden-Support. Weiterhin müssen eventuell die Anwendungen selbst für die Cloud angepasst werden. Dies betrifft beispielsweise die Softwarearchitektur, Skalierbarkeit, Mehrmandantenfähigkeit, Implementierung geeigneter Reporting-Funktionen, Self-Service-Fähigkeit zum Hinzubuchen weiterer Anwendungsfunktionen durch die Kunden und Einiges mehr. Es gilt, viele gesetzliche Vorgaben für Datenschutz und Datensicherheit einzuhalten und strenge Datenschutz-Audits bei der Zertifizierung der Cloud-Dienste zu durchlaufen. Weiterhin muss eine technische Infrastruktur zum sicheren und hochverfügbaren Betrieb der Produkte festgelegt und geschaffen werden. An dieser Stelle greifen vor allem kleinere und mittlere Softwareunternehmen für Cloud-Dienstleistungen im Infrastrukturbereich auf die Angebote und Dienste von Rechenzentrumsbetreibern (Infrastructur as a Service, kurz IaaS, siehe 2.2.1) zurück. Hinzukommend müssen geeignete Betriebskonzepte personell wie auch technisch für den Betrieb dieser Systeme und der angebotenen SaaS-Dienste implementiert werden. All diese genannten Punkte haben in ihrer jeweiligen Kombination und Ausprägung zueinander großen Einfluss auf die Herstellungskosten dieser SaaS-Dienste als Ganzes.

Die Idee zu dieser Arbeit entstand durch den Einsatz von Cloud Computing in der beruflichen Praxis bei einem mittelständischen Softwarehersteller, der sich genau wie in den obigen Ausführungen beschrieben, zum Ziel gesetzt hatte, zusätzlich zum Lizenzgeschäft seine hergestellte Software via Cloud als Software as a Service zu vertreiben. Dabei fiel auf, dass durch den Aufbau und Betrieb von zahlreichen Servern und notwendigen Peripheriesystemen zur Bereitstellung von Software as a Service Angeboten mit dem Ziel, Software auf Mietbasis im Internet zur Verfügung zu stellen, oftmals eine Umkehr in der Denk- und Handelsweise einer normalen Systemadministration notwendig ist. Als systemverantwortlicher Mitarbeiter in Unternehmen,

die solch einen Weg beschreiten, um ihre Produkte am Markt mittels Cloud Computing zu platzieren, befindet man sich nicht mehr in der untersten Ebene der Systembereitstellung, die sich mit dem Einkauf, der Administration, dem Betrieb, der Wartung und der Pflege von informationstechnischen Anlagen, sei es virtualisiert oder hardwarebasiert, befasst. Die Anforderung selbst Cloud-basierte Produkte, z.B. Software as a Service anzubieten, erfordert den gesamten Bereich der Erstellung der Software, deren Betrieb und Wartung technisch wie auch wirtschaftlich in Beziehung zueinander zu setzen. Des Weiteren sind die zu erwartenden Gesamtkosten für die Bereitstellung der Cloud-Produkte nach wirtschaftlich sinnvollen Gesichtspunkten zu erfassen und alle Teilkosten, aus denen sich diese Gesamtkosten zusammensetzen, miteinander in Beziehung zu setzen. Dies stellt eine Analogie zur traditionellen Fertigungsindustrie dar, wonach allgemein die Möglichkeiten zur Kostenbeeinflussung mit der zunehmenden Präzisierung von Produkten abnimmt [Scheeg 2005, S. 133], [Botta 1997, S. 77]. Nachfolgende Abbildung verdeutlicht das hier Geschriebene.

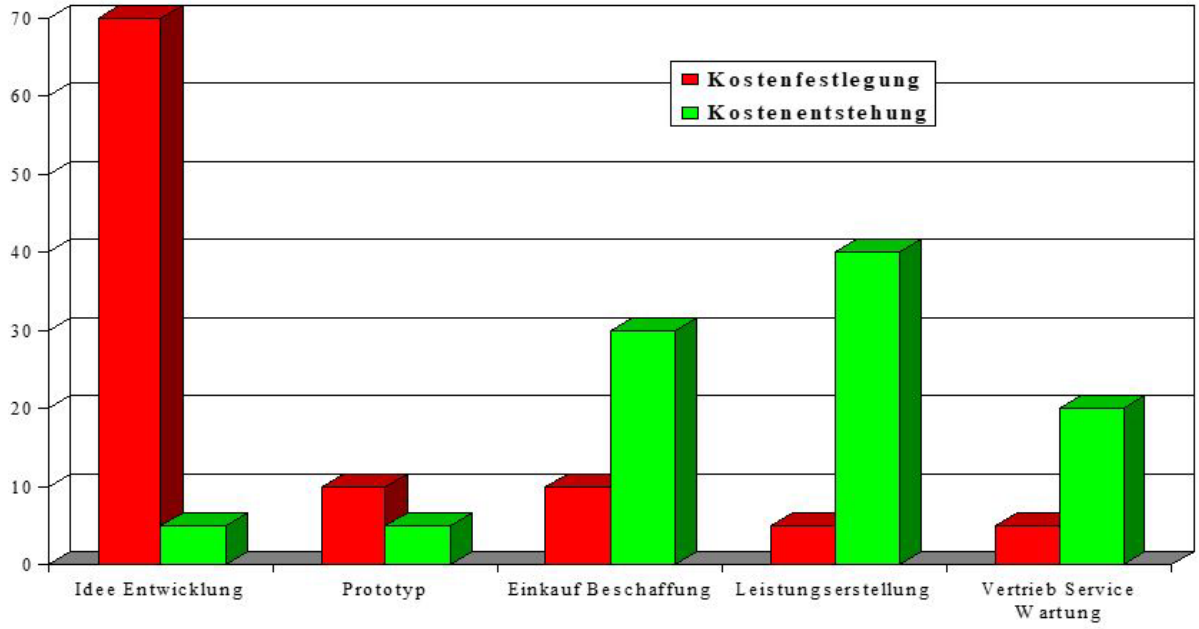


Abbildung 1: Kostenbeeinflussung der Fertigungskosten von Produkten

Quelle: [Gadatsch / Mayer 2006, S. 450]

Die Abbildung zeigt, dass 80% der Produktkosten (Entwicklung und Prototyp) während der Produktentwicklung festgelegt werden [Gadatsch / Mayer 2006, S. 449]. Dieser Umstand zeigt die Bedeutung der (Vor-) Kalkulation von Produkten in ihren frühen Phasen der Produktentwicklung [Scheeg 2005, S. 133].

Unternehmen, die mittels Cloud Computing ihre Software anbieten wollen, nehmen teilweise aus unterschiedlichsten Gründen Dienste von Rechenzentren in Anspruch, die ihrerseits ihre Dienstleistungen im Cloud-Kontext als Infrastructure as a Service anbieten. Solche Gründe könnten die besseren technologischen Gegebenheiten wie Redundanz, Hochverfügbarkeit, High-End-Technologien oder aufwändige Zertifizierungen für Datenschutz und Datensicherheit und mögliche bessere Vertriebschancen durch Nutzung namhafter IaaS-Anbieter, oder schlicht ein besseres Preis-Leistungsverhältnis beim Bezug von Infrastrukturdienstleistungen sein.

Angemietete Ressourcen in einem Rechenzentrum kosten viel Geld. Daher treten die Probleme der Planung und Kalkulation der benötigten Kapazitäten, der verwendeten System- und Softwarearchitekturen sowie die dahinterliegenden Betriebsmodelle für Cloud-Installationen verstärkt in den Vordergrund. Die Einhaltung von Service Level Agreements gegenüber dem SaaS-Kunden hat starken Einfluss auf die technischen Ressourcen sowie deren Reserven der installierten Systeme und der personellen Betriebsunterstützung. Als Cloud-Anbieter muss man den „Spagat“ zwischen den Erlösen durch die Vermietung der Software auf der einen Seite und die Einhaltung der vertraglich garantieren Qualitätskriterien gegenüber dem Kunden, den kontinuierlichen Betrieb des SaaS-Dienstes, notwendiger Leistungsreserven für Lastanstiege, hohen Aufwendungen für die Anmietung der Rechenzentrumskapazitäten und der Weiterentwicklung der angebotenen Cloud-Produkte auf der anderen Seite bewältigen. Dabei kann dies im Cloud-Umfeld aufgrund der teilweise weltweiten Erreichbarkeit der Cloud-Angebote mit schwer zu ermittelnden Prognosen über die Kundenanzahl und Kundenentwicklung, im Vergleich zum Betrieb von klassischen Inhouse-Systemen, für die technische Umsetzung des SaaS-Dienstes eine große Herausforderung sein.

Folgende technische und kaufmännischen Herausforderungen lassen sich aus der Ausgangslage ableiten:

Technische Herausforderungen
- Planung und Kalkulation der benötigten Kapazitäten der Systemkomponenten
- Festlegung der verwendeten System- und Softwarearchitekturen
- Anwendung von dahinterliegenden Betriebs- und Supportmodellen
Kaufmännische Herausforderungen
- „Spagat“ zwischen den Erlösen und den Kosten des Cloud-Geschäfts
- Vorkalkulation der Cloud-Bereitstellung in den frühen Phasen der Produktentwicklung. Hierzu zählen o kontinuierlicher Betrieb o vertraglich zugesicherte Qualitätskriterien o verwendete Infrastrukturanbieter o Art der System- und Softwarearchitekturen o Notwendige Leistungsreserven o Weiterentwicklung der Software
- Annahmen zur Kundenentwicklung

Tabelle 1: Technische und kaufmännische Herausforderungen

Vor diesem Hintergrund befasst sich die vorliegende Arbeit mit der Erstellung eines Verfahrens zur Ermittlung der Herstellungskosten von SaaS-Anwendungen. Dieses Verfahren soll die Vergleichbarkeit verschiedener Softwarearchitekturen, IaaS-Anbieter, Systeminfrastrukturen sowie Betriebskonzepte und ihren jeweiligen Einfluss auf die Herstellungskosten unterstützen.

1.2 Ziele und Zielgruppen der Arbeit

Vor dem Hintergrund der geschilderten Ausgangslage ist es das Ziel dieser Arbeit, die Verbesserung und Anpassung einer integrierten Sicht auf IT-Entwicklung und IT-Betrieb im Kontext der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen zu entwickeln. Dies erfolgt mit dem Ziel einer effizienten Bereitstellung dieser SaaS-Anwendungen durch die Zusammenführung der getrennten Kostensichten von IT-Entwicklung und IT-Betrieb als Entscheidungsgrundlage für die jeweiligen Ausprägungsformen. Hierbei entstand die Forschungsfrage: „*Wie könnte eine integrierte Sicht auf IT-Entwicklung und IT-Betrieb bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen konzipiert sein*?“ Diese Forschungsfrage lässt folgende zwei Unterfragen zu:

1. Was muss an den vorhandenen Konzepten zur Integration der Sichten von IT-Entwicklung und IT-Betrieb angepasst werden, damit sie für den genannten Anwendungsfall bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen geeignet sind?
2. Kann die gefundene Lösung praxisnah mit einer Standardprogrammiersprache systemseitig für den allgemeinen Ansatz prototypisch abgebildet werden?

Das daraus entstandene Konzept soll den Erkenntnissen des Informationsmanagements folgen, aber auch so umgesetzt sein, dass es grundlegend in der Praxis angewendet werden kann. Das Ergebnis dieser Arbeit stützt sich dabei auf das Konzept der integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg [Scheeg 2005], adaptiert und erweitert dieses, um es für die Anwendung im Kontext der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen verwenden zu können. Mithilfe dieser angepassten und erweiterten Variante der ursprünglichen integrierten IT-Kostentabellen soll eine effiziente Bereitstellung von SaaS-Anwendungen unterstützt und vorhandene Erfolgs- und Effizienzpotenziale ausgeschöpft werden. Die Möglichkeit des erweiterten Verfahrens auch weitere Faktoren wie unterschiedliche Betriebs- und Support-Unterstützungsmodelle in die Betrachtung mit einzubeziehen, wertet das Verfahren nochmals auf und ermöglichen durch seinen Einsatz einen höheren Mehrwert zum Erkenntnisgewinn beizutragen. Das Verfahren soll dabei vor der Umsetzung neuer SaaS-Anwendungen wie auch bei schon im Produktivbetrieb befindlicher Anwendungen nutzbar sein. Wie aus den Ausführungen zu erkennen ist, liegt der Fokus des Verfahrens und somit der vorliegenden Arbeit auf der Seite der IT-Leistungserstellung dieser SaaS-Anwendungen und nicht deren Leistungsabnahme und somit der Nutzung dieser SaaS-Anwendungen. An allen nötigen Stellen wird auf Anpassungen und Erweiterungen zum ursprünglichen Verfahren hingewiesen.

Zur Erlangung der Erkenntnisse und Anforderungen zur Anpassung des vorhandenen Konzeptes der integrierten IT-Kostentabellen wurde eine Praxisumfrage unter SaaS-Anbietern durchgeführt. Die Erkenntnisse aus dieser Umfrage dienten der Bildung von Anforderungen zur Erweiterung des vorhandenen Ansatzes. Diese Arbeit und somit ihr Nutzen entsteht durch die Weiterentwicklung bestehender Konzepte und adressiert sowohl Wissenschaftler allen voran Vertreter des Informationsmanagements als auch Vertreter der Praxis im Kontext der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen.

Weiterhin zeigt diese Arbeit Forschenden eine Weiterentwicklungsmöglichkeit der bereits bekannten integrierten IT-Kostentabellen für den oben genannten Anwendungsfall.

Wie eingangs dargestellt, soll ein IT-Controlling-Verfahren entwickelt werden, das es ermöglicht, eine transparente technische und kaufmännische Sicht auf die möglichen Bereitstellungs-, Produktions- und Produktionsarchitekturalternativen für die Herstellung von SaaS-Produkten zu bieten, mit dem Ziel, diese effizient und wirtschaftlich bereitzustellen. Weiterhin soll das Verfahren auch die Betrachtung unterschiedlicher Betriebskonzepte für den Produktivbetrieb ermöglichen.

Hierbei wird der Versuch unternommen, die getrennten Kostensichten von IT-Entwicklung, IT-Betrieb und den Preismodellen der zur Verfügung stehenden Infrastrukturanbieter in eine gemeinsame Kostensicht zu integrieren, um durch eine Vorwärtsrechnung die entsprechenden Herstellungskosten zu ermitteln. Das Verfahren soll dabei die vorhandenen Möglichkeiten des Informationsmanagements nutzen und gegebenenfalls erweitern, um so auch einen wissenschaftlichen Wertbeitrag für das Informationsmanagement bzw. für die Wirtschaftsinformatik zu liefern.

Als Grundlage für diese Umsetzung dienen dabei die „integrierten IT-Kostentabellen“ nach Scheeg aus dem Jahr 2005 (siehe Kapitel 4), die in dieser Arbeit an die aktuellen Veränderungen durch das Thema Cloud Computing in den Bereichen IT-Entwicklung und IT-Produktion angepasst und erweitert werden.

Im Praxisumfeld wird durch die Arbeit ein Ansatz zur Anwendung der integrierten IT-Kostentabellen für den Anwendungsfall bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen gezeigt und ermöglicht somit eine integrierte Sicht auf die genannten Kernprozesse IT-Entwicklung und IT-Betrieb bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen der bisher so nicht gegeben war.

Hierdurch wird die Planungsphase solcher SaaS-Anwendungen unterstützt. Diese integrierte Sicht stellt somit den Nutzen dieser Lösung für die Unternehmen dar.

Die prototypische Umsetzung des gezeigten Konzeptes mit einer gängigen Programmiersprache zeigt einen Ansatz wie das beschriebene Verfahren möglicherweise praxisbezogen umgesetzt werden könnte. Der entstandene Prototyp soll exemplarisch die grundsätzliche Einsatzmöglichkeit des beschriebenen Verfahrens für die Unternehmenspraxis aufzeigen. Durch die integrierte technische und kaufmännische Sicht von IT-Entwicklung, IT-Betrieb sowie möglichen Cloud-Infrastrukturanbietern, soll dieser in der Planungsphase möglicher Cloud-Strategieentscheidungen, eine Entscheidungshilfe bieten. Weiterhin kann der Prototyp Wissenschaftlern und Forschenden als mögliche Basis für weitere Anpassungen an dem dargestellten erweiterten Konzept der Integration der genannten Sichten dienen.

Die nachfolgende Tabelle fasst die genannten Ziele noch einmal zusammen:

Ziele dieser Arbeit
- Entwicklung eines IT-Controlling-Verfahrens als Entscheidungsunterstützung von SaaS-Produktionsoptionen sowie zur Prognose der jeweiligen Herstellungskosten dieser SaaS-Produkte - Anpassung und Erweiterung des Verfahrens der „Integrierten IT-Kostentabellen“ nach Scheeg - Integration der Kostensichten der IT-Entwicklung, IT-Betrieb und (Cloud-)Infrastrukturen für die IT-Leistungserstellung der SaaS-Produkte - Prototypische Umsetzung dieses IT-Controlling-Verfahrens

Tabelle 2: Ziele der Arbeit

1.3 Forschungsmethodik der Arbeit

Diese Arbeit wurde im Gebiet der Wirtschaftsinformatik verfasst und beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung von Modellen und Lösungsansätzen und verfolgt somit einen konstruktivistischen Ansatz. Dabei ist die Wirtschaftsinformatik Teil der Wirtschaftswissenschaften bzw. Betriebswirtschaftslehre und der Informatik [Winter 2009, S. 223-231]. Nach Ulrich ist die Betriebswirtschaftslehre eine angewandte und handlungsorientierte Wissenschaft [Ulrich et al.

1984. S 178-191]. Die Wirtschaftsinformatik als Teil der Betriebswirtschaftslehre hat als Untersuchungsgegenstand die betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Problemstellungen und untersucht den Einsatz von Instrumentarien der Informatik zur Lösung wirtschaftlicher Problemstellungen [Lassmann et al. 2006, S. 3]. Die Arbeit kann dabei dem Business Engineering zugeordnet werden, das Bestandteil der Wirtschaftsinformatik ist. Das Business Engineering bezeichnet dabei die methoden- und modellbasierte Konstruktionslehre für Unternehmen des Informationszeitalters [Österle/Winter 2003, S. 7].

Entstanden ist diese Arbeit neben der beruflichen Praxis in zwei Unternehmen der Softwarebranche, die Cloud-Anwendungen für sich selbst sowie auch für Kunden entwickeln und zum Teil auch betreiben. Vor diesem Hintergrund und der immer wiederkehrenden Frage der Auswahl verschiedener Entwicklungskonzepte, Betriebsmodelle sowie Infrastrukturkonzepte und der Schwierigkeit die Bereitstellungskosten vor und während des Betriebs von SaaS-Anwendungen darstellen zu können, lag die Entscheidung nahe, sich mit diesem komplexen Thema zu befassen. Die Arbeit beruht dabei auf theoretischen Erkenntnissen, aufgrund der hierzu notwendigen Forschung sowie auch auf den praktischen Erfahrungen aus dem beruflichen Alltag. Die Arbeit entwickelt bestehende Theorien weiter und erprobt diese anhand eines Prototyps. Das Forschungsziel ist die Erweiterung des bestehenden Verfahrens der integrierten IT-Kostentabellen zur Anwendung im Cloud-Umfeld für die Bereitstellung von Software as a Service Anwendungen. Es soll aufgezeigt werden, wie das vorhandene Modell durch Anpassungen und Erweiterungen im Kontext der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen eingesetzt werden kann, um die zu erwartenden Bereitstellungskosten ermitteln zu können. Somit liegt der Mehrwert der vorliegenden Arbeit in der Weiterentwicklung vorhandener Modelle und Verfahren der Wirtschaftsinformatik. Die Anforderungen für die Weiterentwicklung werden durch die Auswertung einer durchgeführten Umfrage innerhalb dieser Arbeit aufgestellt, um den Anforderungen der Praxis gerecht zu werden.

Der Forschungsprozess (siehe Abbildung 2) dieser Arbeit folgt dem Vorgehen nach Österle et al. [Österle et al. 1992, S. 35]. Dabei wird nach den Herausforderungen der Praxis und dem Forschungsstand eine forscherische Lücke identifiziert und anhand dieser ein Forschungsziel abgeleitet wird. Im Fall dieser Arbeit die Entwicklung eines Verfahrens zur Vorkalkulation und Möglichkeit der Entscheidungsunterstützung bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen. Über eine geeignete Methodik soll das Forschungsziel erreicht werden. Die durch die Arbeit entstandenen Forschungsergebnisse sollen einen Wertbeitrag in Praxis und Wissenschaft liefern. Im Fall dieser Arbeit stellt das zentrale Ergebnis die Anpassung und Weiterentwicklung

des Verfahrens zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen für den Anwendungsfall bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen dar, die sich auf die Basis das Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg beziehen [Scheeg 2005].

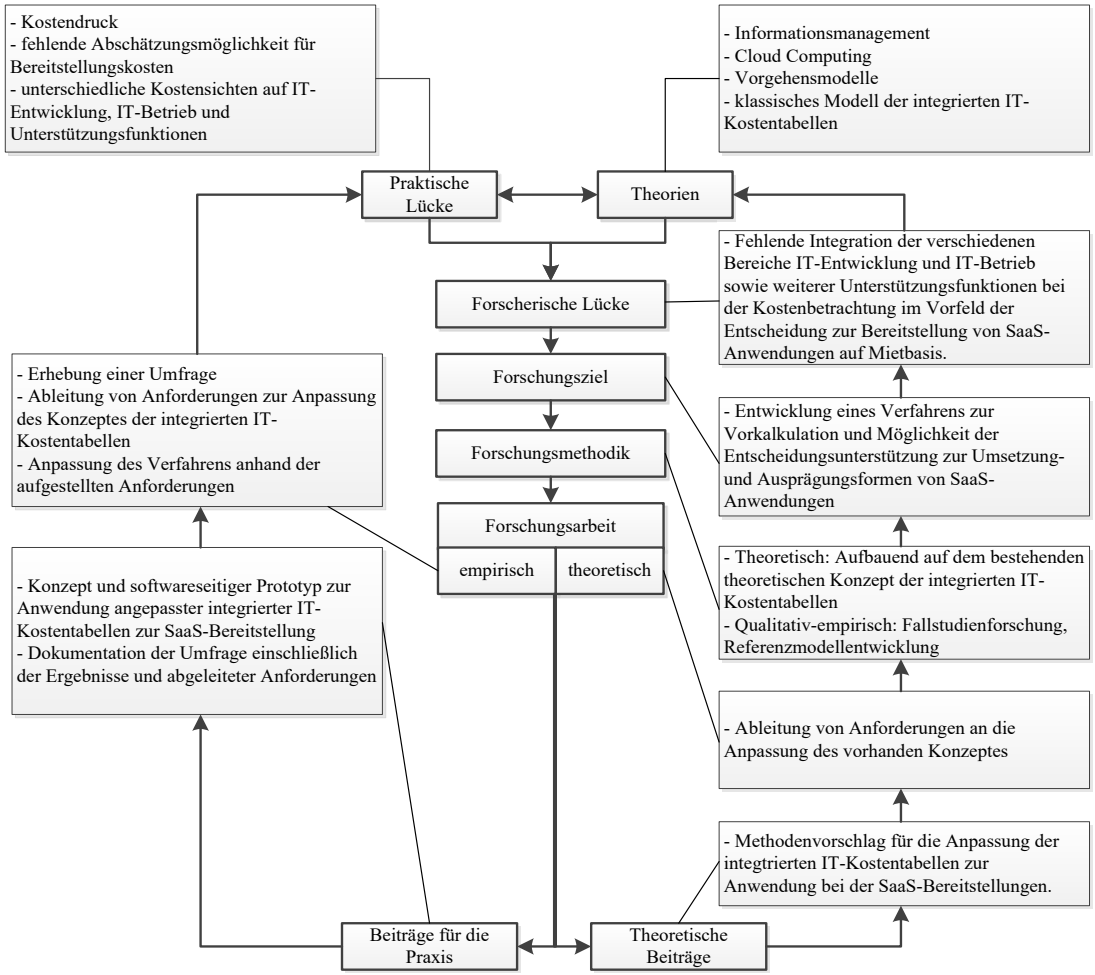


Abbildung 2: Forschungsprozess

In Anlehnung an Quelle: [Riempp 2004, S. 316]

Um die Anpassungsanforderungen zur Erweiterung des Verfahrens der integrierten IT-Kostentabellen aufzustellen, wurde sich in dieser Arbeit für eine Marktumfrage unter SaaS-Unternehmen entschieden. Dies entspricht der Vorgehensweise des Business Engineering der Wirtschaftsinformatik qualitativ-empirische Methoden zum Gewinn von Erkenntnissen zu verwenden. Zu diesen Methoden zählen unter anderem die Grounded Theory [Baskerville/Pries-Heje 1999, S. 1-23] und die Fallstudienforschung [Yin 2002]. Die hier verwendete Vorgehensweise ist der Fallstudienforschung zuzuordnen und wichtiger Bestandteil der vorliegenden Arbeit. Sie dient dabei den Betrachtungsgegenstand der aktuellen Verfahren zur Bereitstellung von SaaS-

Anwendungen bei den Anbietern zu verstehen und die Anforderungen für ein Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen für diese Zielgruppe zu entwickeln. Die verwendete Umfrage wurde hierbei als Online-Umfrage bei Experten der angesprochenen SaaS-Unternehmen durchgeführt (siehe 5.1). Die Durchführung der Umfrage ist die hauptsächliche Erkenntnisquelle innerhalb dieser Arbeit zur Erlangung der Anpassungsanforderungen.

Die Datensätze dieser Umfrage wurden zur Beantwortung der Forschungsfragen und zur Ableitung von Anforderungen an die Entwicklung des erweiterten Verfahrens zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen verwendet. Somit bilden die Ergebnisse der Umfrage den zentralen Ausgangspunkt für die Erstellung des erweiterten Verfahrens in dieser Arbeit und die Grundlage des Erkenntnisgewinns zur Überarbeitung des ursprünglichen Modells der integrierten IT-Kostentabellen.

Um die Weiterentwicklung des Verfahrens der integrierten IT-Kostentabellen für die Bereitstellung von SaaS-Anwendungen anschaulich darzustellen, wurde ein Prototyp entwickelt. Ziel war es, einen Prototyp mittels einer Standardprogrammiersprache zu entwickeln, der alle wesentlichen Merkmale des Verfahrens aufweist. Diese Forschungsmethode entspricht der ingenieurswissenschaftlichen Vorgehensweise der Entwicklung von Konzepten und der Erstellung von Prototypen.

1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in zwei große Hauptteile (Abbildung 3 und Abbildung 4). Der erste Hauptteil besteht aus vier Kapiteln und stellt die grundlegenden Themengebiete vor, die für das Verständnis des zweiten Teils der Arbeit notwendig sind. Das erste Kapitel gibt eine Einordnung des Themas und definiert die Zielgruppe. Weiterhin werden die verwendeten Forschungsmethoden aufgezeigt. Kapitel 2 dient der Vorstellung der technischen Grundlagen, die zum Verständnis der Arbeit benötigt werden. Unter anderem wird das Thema Cloud Computing vorgestellt, das Kernthema dieser Arbeit ist. In Kapitel 3 werden die nötigen Aspekte des Informationsmanagements vorgestellt, die auch Grundlage für das weitere Verständnis sind. Der erste Hauptteil schließt mit Kapitel 4 ab. Hier wird das Konzept der klassischen integrierten IT-Kostentabellen vorgestellt, die im zweiten Hauptteil Kernthema der Arbeit sind und die an die Anforderungen der SaaS-Bereitstellung angepasst werden.

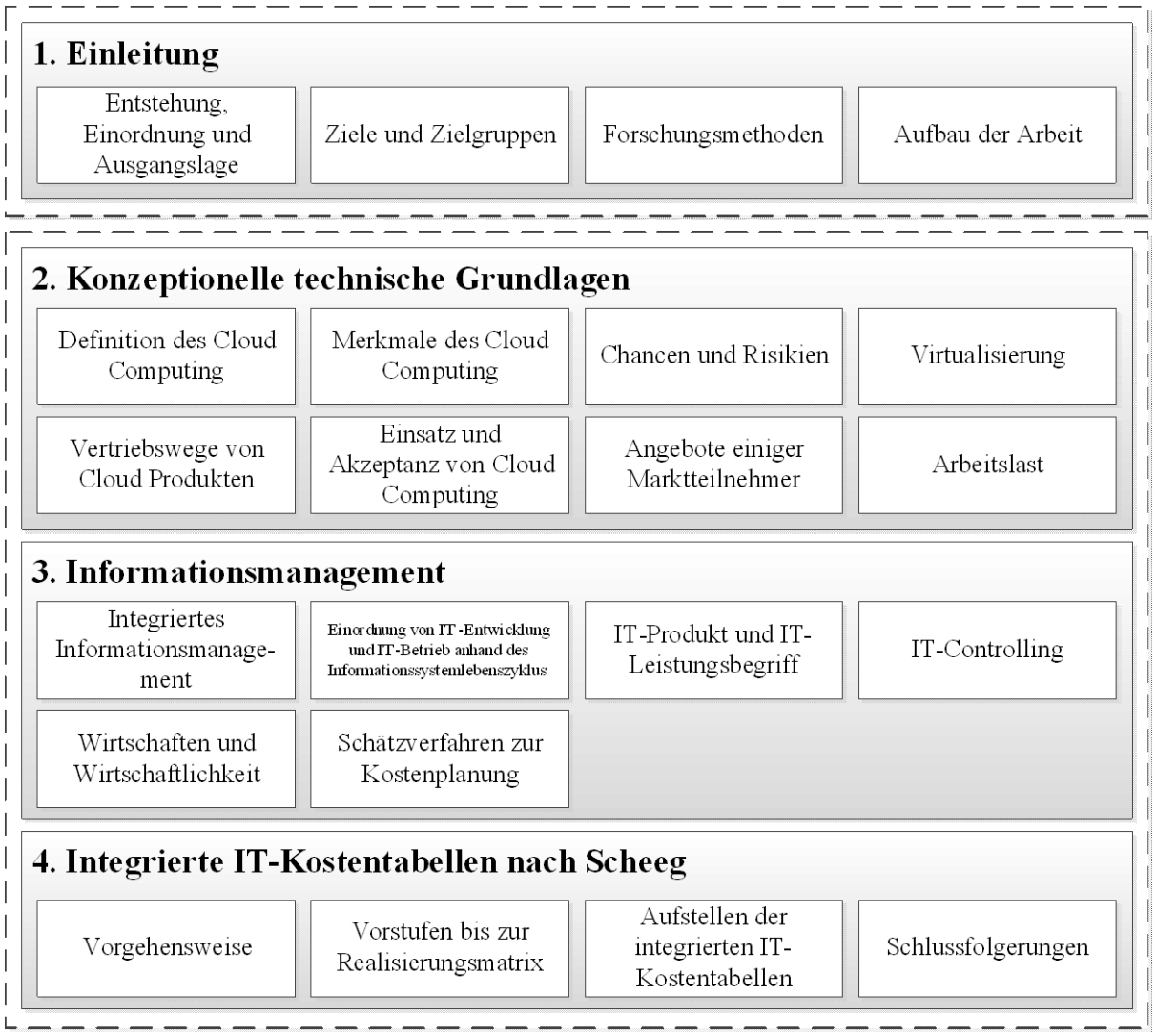


Abbildung 3: Aufbau der Arbeit - erster Teil

Der zweite Hauptteil (Abbildung 4) gliedert sich in drei große Kapitel und schließt mit einer Zusammenfassung und dem Ausblick die Arbeit ab. In Kapitel 5 wird eine Umfrage, die im Rahmen dieser Arbeit erstellt und durchgeführt wurde sowie deren Ergebnisse vorgestellt. Diese Ergebnisse zeigen den Anforderungs- und Anpassungsbedarf der ursprünglichen integrierten IT-Kostentabellen für die Anwendung bei der SaaS-Bereitstellung auf. Diesen Anforderungen werden in Kapitel 6 durch die Anpassung der integrierten IT-Kostentabellen Rechnung getragen, die ausführlich mit einem zentralen Beispiel dargestellt werden. In Kapitel 7 wird der Versuch unternommen, einen Prototyp für diese angepassten integrierten IT-Kostentabellen zu erstellen, um deren Anwendbarkeit aufzuzeigen. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und gibt einen Ausblick für weitere Betrachtungen und Anknüpfungspunkte für das Thema der Arbeit.

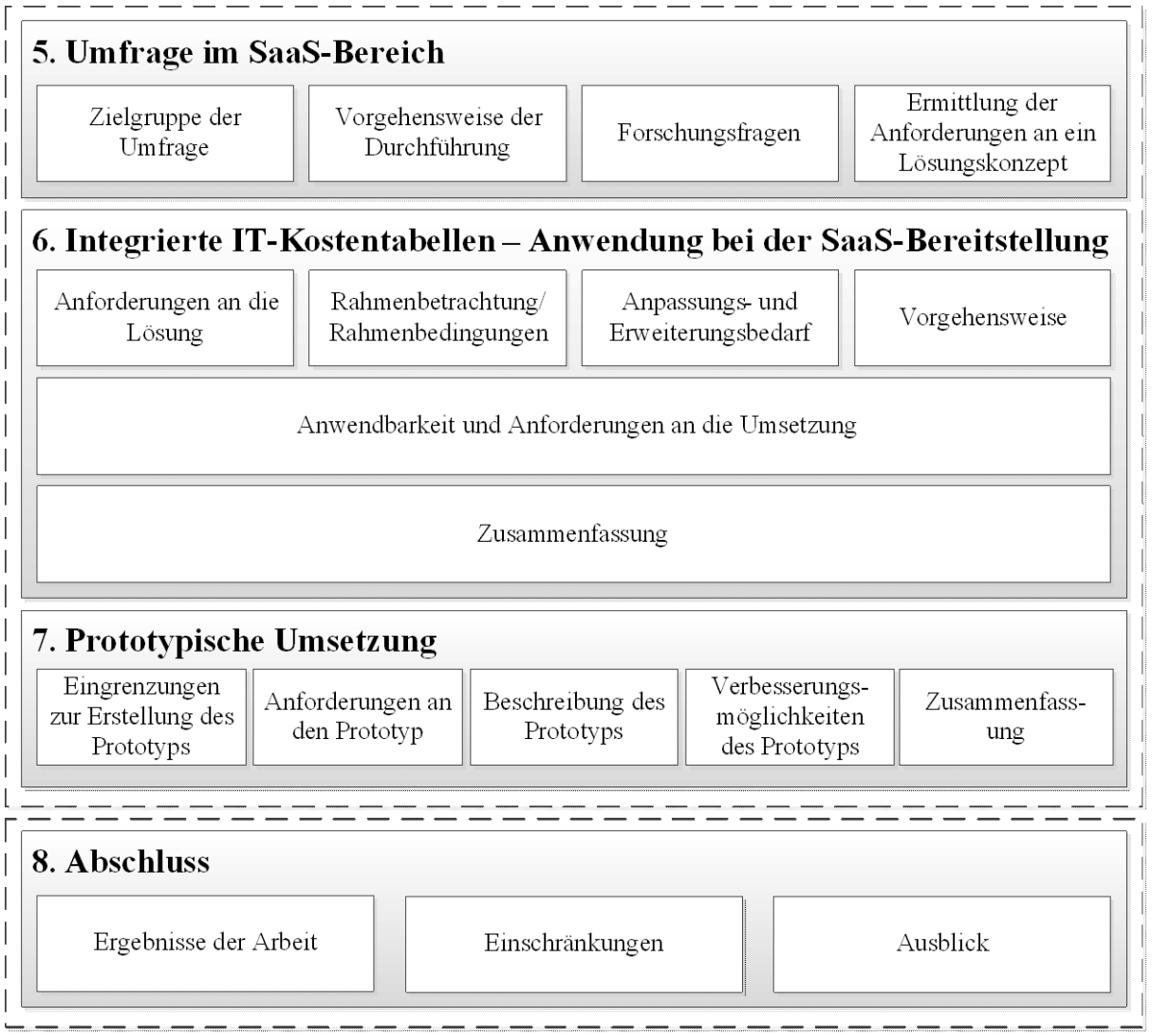


Abbildung 4: Aufbau der Arbeit - zweiter Teil

2 Konzeptionelle technische Grundlagen

Das vorliegende Kapitel soll eine Einführung in den Themenkomplex des Cloud Computing und dazugehöriger Technologien geben, die Voraussetzung für das Verständnis der Arbeit sind. Der Umfang ist bewusst kompakt gehalten, da davon ausgegangen wird, dass der Leser dieser Arbeit schon Erfahrungen und grundlegendes Wissen für diesen seit einigen Jahren bekannten Begriff hat. Für das Verständnis der Arbeit wird der Begriff des Cloud Computing anhand seiner Eigenschaften und bekannten Definitionen erläutert. Es wird auf die Merkmale, Zugriffsarten und die technischen Abstraktionsschichten eingegangen. Verbundene Chancen und Risiken des Cloud Computing werden aufgezeigt und Vertriebswege von Cloud-Produkten erklärt. Da der Begriff der Virtualisierung bzw. virtualisierter Ressourcen und deren Bündelung z.B. zu virtuellen Maschinen im weiteren Verlauf dieser Arbeit mehrmals benutzt wird, wird auch auf diesen Begriff und die Ausprägungen der Virtualisierung eingegangen. Abschließend wird ein Überblick über die momentane Verbreitung des Cloud Computing in der Informationstechnik und Wirtschaft gegeben sowie eine Auflistung und kurze Beschreibung der wichtigsten Akteure national wie international aufgezeigt.

2.1 Definition des Cloud Computing

Der Begriff des Cloud Computing hält seit einigen Jahren Einzug in die Informationstechnik und Informationswirtschaft. Auch die Wissenschaft hat dies erkannt und befasst sich mit den Technologien, wirtschaftlichen Hintergründen, Auswirkungen und Prozessen dahinter. Dabei wird Cloud Computing als neues IT-Paradigma und Basisinnovation der zukünftigen Entwicklung der IT-Branche angesehen [Rapschläger 2013, S. 16]. „*Demnach werden IT-Dienstleistungen eine Marktstruktur und Standardisierung erreichen, die denjenigen anderer Versorgungsindustrien (z.B. Gas, Wasser und Energie) ähnelt*“ [Rapschläger 2013, S. 17]. Unternehmen sehen den Einsatz von Cloud Computing als Wettbewerbsfaktor, der zukünftig stark an Relevanz im IT-Betrieb gewinnen wird [Rapschläger 2013, S. 17].

Grundlegend gemeinsam haben alle Cloud-Angebote, dass sie ein nutzungsabhängiges Abrechnungsmodell, das sogenannte *Pay-per-Use* ermöglichen [Vaquero et al. 2009, S. 50]. Kunden der vielfältigsten Cloud-Dienste entrichten somit nur für ihre tatsächlichen gemieteten und genutzten Kapazitäten ein Entgelt. Langfristige IT-Investitionen bzw. Kapitalbindung in Infrastruktur, Software oder Dienste werden nicht mehr nach dem zukünftigen Bedarf mit einer Leistungsreserve angeschafft, sondern nur noch nach dem zum Zeitpunkt des aktuellen Bedarfs in genau diesem Umfang von einem Anbieter gemietet [Meir-Huber 2011, S. 13]. Teilweise

unüberschaubare Investitionskosten ändern sich in gut planbare Betriebskosten. Cloud-Dienste sind in der Regel jederzeit auf Abruf verfüg- und erweiterbar [Meir-Huber 2011, S. 14]. Grundlage des Cloud Computing ist meist die Nutzung moderner Virtualisierungstechnologien [Baun et al. 2011, S. 2], die in dieser Arbeit im Abschnitt 2.5 angesprochen werden.

Erweitert werden diese Virtualisierungstechnologien um moderne Web-Techniken, damit die Ressourcen für die Verbraucher in unterschiedlichster Form dynamisch über das Internet angeboten werden können. Cloud-Angebote werden von den Anbietern häufig in Form einer Multi-Mandanten-Architektur betrieben, um wirtschaftliche Skaleneffekte bei der Konsolidierung von Kunden auf den Systemen der Anbieter nutzen zu können [Baun et al. 2011, S. 2]. Das Management von Cloud-Diensten ist oft zentral für den Anbieter und Kunden ausgelegt. Grundlage bildet eine verteilte Infrastruktur seitens der Anbieter [Meir-Huber 2011, S. 13/14].

In Wissenschaft und Wirtschaft wurde mehrmals der Versuch unternommen, diese Eigenschaften in einer eindeutigen Definition zu bündeln. Bisher hat sich keiner dieser Definitionsversuche gänzlich durchgesetzt [Rapschläger 2013, S. 18; Baun et al. 2011, S. 4]. Trotzdem soll an dieser Stelle auf die Definitionen des BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Deutschland) sowie auf die Definition des NIST (National Institute of Standards and Technology, USA) verwiesen werden, da diese mit den oben angesprochenen Eigenschaften die größte Schnittmenge aufweisen und im deutschsprachigen und amerikanischen Raum die größte Verbreitung gefunden haben.

Das BSI definiert Cloud Computing wie folgt*: "Cloud Computing ist ein Modell, das es erlaubt bei Bedarf, jederzeit und überall bequem über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (z. B. Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen, die schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können."* [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI a].

Das NIST definiert Cloud Computing fast wortgleich wie folgt: „*Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction. This cloud model is composed of five essential characteristics, three service models, and four deployment models."* [National Institute of Standards and Technology – NIST 2011]

Im weiteren Verlauf der Arbeit können diese beiden Definitionen als Grundlage für den Begriff des Cloud Computing angesehen werden.

2.2 Merkmale des Cloud Computing

Der Begriff *Cloud Computing* wird oftmals in Verbindung mit einem Schichtenschema verwendet. Im Laufe der Zeit haben sich drei wichtige Schichten herausgebildet, auf denen eine Zuordnung, der über Cloud Computing bereitgestellten Dienstleistungen dargestellt werden kann. Nachfolgende Abbildung 5 verdeutlicht diese Struktur. Diese drei Schichten sind *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Plattform as a Service* (PaaS) und *Software as a Service* (SaaS). Es existieren weitere Ausprägungen wie z.B. Human as a Service (HuaaS), High Performance Computing as a Service (HPCaaS) oder Data Intensive Computing as a Service (DICaaS) [Baun et al. 2011, S. 39-41].

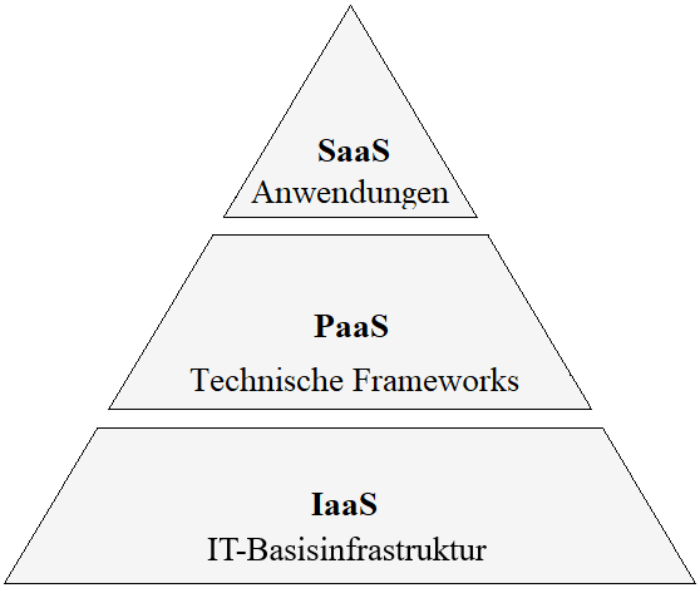


Abbildung 5: Cloud-Schichtenmodell

In Anlehnung an Quelle: [BITKOM 2009, S. 23]

2.2.1 Infrastructure as a Service

IaaS (Infrastructure as a Service) ist eine Form des Cloud Computing, bei der Nutzern Infrastrukturressourcen wie z.B. in Form von Rechenleistung, Speicher, Netzwerk und Bandbreite zum Betrieb eigener Systeme, meist in virtualisierter Form als abstrahierte Sicht auf die Hardware, bereitgestellt werden [BITKOM 2009, S. 22]. Sie stellt damit die unterste Ebene der

Diensterbringung im Cloud Computing dar und bietet die größten Freiheitsgrade hinsichtlich der Konfiguration und Leistungsfähigkeit zur Erstellung und dem Betrieb von IT-Systemen. Möglich wurde dies durch ausgereifte Virtualisierungstechniken [Wang / Laszewski 2008, S. 4]. Nutzer haben die Möglichkeit, über ein Webinterface direkt die benötigten Ressourcen zu allokieren und den Systemen zuzuweisen, die in zentralen Rechenzentren der Anbieter bereitgestellt werden [Vaquero et al. 2009, S. 51].

Administratoren seitens der Nutzer haben die Möglichkeit, die gleichen Funktionalitäten für den Betrieb ihrer Systeme zu nutzen, wie sie es von ihrem bisherigen lokalen Rechenzentrum gewohnt sind. Dazu gehört beispielsweise das Anlegen/Starten/Stoppen und Beseitigen von virtuellen Maschinen, das Bereitstellen von Betriebssystemtemplates, Netzwerkkonfigurationen/Netzwerktopologien und Monitoring der Betriebszustände [Baun et al. 2011, S. 32]. Mit IaaS-Diensten ist es den Nutzern möglich, eine eigene Middleware als Grundlage weiterer Dienstleistungen z.B. für SaaS-Angebote, die wiederum anderen Nutzern bereitgestellt werden, zu betreiben.

2.2.2 Plattform as a Service

PaaS-Angebote (Plattform as a Service) zielen meist auf Anwender im Entwicklungsbereich. Dabei werden von Anbietern Plattformen bereitgestellt, mit denen es möglich ist, eigene Software zu entwickeln und in einer Laufzeitumgebung als SaaS-Dienstleistung anderen Kunden anzubieten [Baun et al. 2011, S. 35]. Der Vorteil im Vergleich zu IaaS liegt darin, dass sich Softwareentwickler nicht um die darunterliegende virtuelle Infrastruktur kümmern müssen [Meinel et al. 2011, S. 33]. PaaS stellt damit eine Entwicklungsumgebung mit Datenbanken und Middleware zur Verfügung, um eigene Anwendungen zu entwickeln und zu betreiben [BITKOM 2009, S. 22]. Ergänzt werden diese Angebote oftmals um Möglichkeiten der persistenten Datenspeicherung, E-Mail-Versand, Nutzerverwaltung, Load-Balancing und Skalierungsmöglichkeiten [Meinel et al. 2011, S. 34].

2.2.3 Software as a Service

SaaS (Software as a Service) ist ein schon länger bekanntes Servicemodell, das durch das Cloud Computing eine stärkere Verbreitung erfährt [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 8]. Es stellt eine Alternative zu lokal installierten Anwendungen dar [Vaquero et al. 2009, S. 51].

Der Anwender erwirbt das Recht zur Nutzung einer Software nicht mehr mit dem Kauf einer Lizenz und betreibt die Software in seiner eigenen IT-Umgebung, sondern nutzt zentral bereit-

gestellte Software eines Anbieters auf Mietbasis. Diese Instanzen sind meist mehrmandantenfähig und erlauben somit die Konsolidierung vieler Kunden auf den Systemen des Anbieters [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 8]. Die damit erreichten Kostenvorteile im Vergleich zum sogenannten „On Premise"-Vertrieb von Software können an die Kunden weitergereicht werden.

Aus Sicht der Kunden von SaaS-Anwendungen ergibt sich der Vorteil, dass keine einmaligen Investitionen in Software und Hardware entstehen und somit ein kostspieliger Betrieb erfolgen muss. Ein weiterer Vorteil ist der mobile Zugriff auf Anwendungen und Daten durch die weltweite Verfügbarkeit der im Internet bereitgestellten SaaS-Anwendungen.

Als Nachteil ist die starke Abhängigkeit zu einem Anbieter, der sogenannte *Vendor-Log-In*-Effekt, zu betrachten [Baun et al. 2011, S. 87]. Erhöht ein Anbieter seine Preise oder stellt den Betrieb der Software ein, ist oftmals aufgrund von proprietären Standards der Wechsel zu einem anderen SaaS-Anbieter erschwert. Auch sind Datenschutz und Compliance Regeln oft schwerer mit unternehmensinternen Richtlinien vereinbar.

2.2.4 Everything as a Service

XaaS (Everything as a Service) beschreibt weitere Diensttypen, die neben den etablierten Varianten IaaS, PaaS und SaaS existieren [Baun et al. 2011, S. 31]. Beispielhaft sind an dieser Stelle HuaaS (Humans as a Service), HPCaaS (High Performance Computing as a Service) und DICaaS (Data Intensive Computing as a Service) zu nennen. Diese weiteren Typen sind für das Verständnis dieser Arbeit nicht relevant und werden daher hier nur der Vollständigkeit halber kurz genannt.

2.3 Bereitstellungsvarianten

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt auf die Ausprägungen des Cloud-Computings hinsichtlich der Art der Diensterbringung eingegangen wurde, sollen im Folgenden die Bereitstellungsvarianten näher beschrieben werden. Genauer wird gezeigt, wie die Cloud-Dienste einer Nutzergruppe zugeordnet werden können. Die drei hier genannten Kategorien stellen die bekanntesten Ausprägungen dar.

2.3.1 Public Cloud

Das Public Cloud-Modell stellt das zurzeit bekannteste Verbreitungsmodell für Cloud-Ressourcen dar [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 11]. Der Cloud-Anbieter und der Kunde gehören nicht derselben Organisationseinheit an [Baun et al. 2011, S. 27]. Der Zugriff erfolgt über das

Internet auf öffentliche IaaS-, PaaS- oder SaaS-Angebote von externen Anbietern. Diese Anbieter sind im Besitz der Ressourcen und betreiben sowie verwalten diese [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 11]. Kostenvorteile entstehen durch die Mehrmandantenfähigkeit der Installationen, die sich mehrere Kunden teilen [BITKOM 2009, S. 30]. Kunden haben oftmals die Möglichkeit, diese Services über Webportale selbst zu buchen [Baun et al. 2011, S. 27]. Hauptsächlich werden über Public Cloud-Angebote hoch standardisierte Geschäftsprozesse abgedeckt [BITKOM 2009, S. 30]. Kundenspezifische Anpassungen, sogenanntes *Customizing*, sind daher nur eingeschränkt möglich. Die Abrechnungsmodelle sind, wie im Cloud Computing üblich, auf variabler, nutzungsabhängiger Basis [BITKOM 2009, S. 30].

2.3.2 Private Cloud

Eine Alternative zur Public Cloud stellt die sogenannte Private Cloud dar. Hierbei besteht die Möglichkeit, unternehmenseigene Anwendungen und Ressourcen zu betreiben. Anbieter und Kunde gehören somit meist derselben Organisationseinheit an [Baun et al. 2011, S. 28].

Nur ausgewählte Nutzergruppen wie Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten oder Geschäftspartner haben Zugriff auf diese Dienstleistungen [BITKOM 2009, S. 30]. Hauptsächlich werden diese Ressourcen bzw. Dienste und Anwendungen im unternehmenseigenen Rechenzentrum betrieben und über ein Intranet sowie mit der Möglichkeit des VPN-Zugriffes aus dem Internet angeboten [BITKOM 2009, S. 30]. Unternehmen können somit sichere und effiziente IT-Umgebungen nach den eigenen Sicherheitsanforderungen bereitstellen, die sich zu jeder Zeit in der Verwaltung der Unternehmensleitung befinden [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 13]. Verbunden ist dies mit dem Vorteil, die Geschäftsprozesse des Unternehmens zielgenau abzubilden [BITKOM 2009, S. 30].

Auf der anderen Seite sind höhere Kosten für Aufbau, Betrieb und Entwicklung als Nachteil zu nennen [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 13].

2.3.3 Hybrid Cloud

Bei einer Hybrid Cloud handelt es sich um eine Mischform aus Public und Private Cloud. Hierbei wird eine Kombination der Vorzüge aus internen und externen IT-Ressourcen zur Unterstützung der Geschäftsprozesse betrieben [BITKOM 2009, S. 30].

Kritische Geschäftsprozesse mit sensiblen Daten können sicher in einer Private Cloud im eigenen Rechenzentrum abgedeckt werden. Die Speicherung und Verarbeitung von unkritischen Daten oder standardisierten Geschäftsprozessen kann hingegen kostengünstiger von externen

Anbietern bezogen werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, Ressourcen für kurzfristige und nicht häufig auftretende Lastspitzen mit Unterstützung externer Cloud-Anbieter abzudecken [Baun et al. 2011, S. 29].

2.4 Chancen und Risiken des Cloud Computing

Cloud Computing erfährt in den letzten Jahren eine immer größere Verbreitung. Bei Verfechtern und Kritikern des Cloud Computing werden immer wieder einzelne Punkte aufgeführt, auf die im folgenden Abschnitt eingegangen wird.

2.4.1 Chancen

Unternehmen und Anwender erhalten durch Cloud Computing die Möglichkeit, IT-Ressourcen unterschiedlichster Form flexibel und skalierbar beziehen zu können und somit den ständig wechselnden Anforderungen gerecht zu werden, ohne zusätzlich hohe Investitionen in die eigenen IT-Systeme leisten zu müssen [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 77]. Stattdessen werden diese zukünftig von Cloud-Anbietern bedarfsgerecht gemietet. Bei steigendem Bedarf werden zusätzliche Kapazitäten hinzugebucht und bei sinkendem Bedarf abgestoßen. Eine Skalierung der IT-Systeme wird durch diese Flexibilität unterstützt [Baun et al. 2011, S. 2]. Bisherige variable Investitionskosten wandeln sich zu fest kalkulierbaren Aufwendungen pro Zeiteinheit [Vaquero et al. 2009, S. 50]. Unternehmen gewinnen dadurch die Möglichkeit, finanzielle und personelle Kapazitäten zielgerichtet auf ihr Kerngeschäft zu fokussieren und mit Marktschwankungen flexibel umgehen zu können [BITKOM 2009, S. 16]. Auch werden Cloud-Services häufig zur Ergänzung bestehender IT-Umgebungen eingesetzt und entlasten die interne IT-Abteilung von dem Aufwand der Einführung und Wartung neuer komplexer Technologien und Systeme [Meinel et al. 2011, S. 28]. Dies begünstigt die Einführung innovativer Lösungen und hilft, sich von Wettbewerbern am Markt abzuheben und Wettbewerbsvorteile zu generieren [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 15]. Vor allem junge Unternehmen mit geringem IT-Budget erhalten durch Cloud Computing Zugang zu Technologien, die sonst nur größeren finanzstärkeren Marktteilnehmern vorbehalten bleiben [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 16].

Als weiterer Vorteil ist zu nennen, dass die IT-Kosten eines Unternehmens durch die regelmäßige Abrechnung nach Verbrauch transparenter werden [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 16]. Dies hilft, die einzelnen Kostenblöcke der internen IT aufzudecken und Optimierungspotenziale auszuschöpfen, um langfristig die IT-Kosten zu senken.

2.4.2 Risiken

Kritiker des Cloud Computing führen immer wieder Sicherheitsbedenken bei der Nutzung an. Der Umstand, dass geschäftskritische Daten nicht mehr in der eigenen Verwaltung liegen, sondern bei einem zentralen Anbieter mit eventuell unbekanntem Standort gespeichert werden, führt oft zu Bedenken seitens der Nutzer [BITKOM 2009, S. 41].

Durch die Etablierung von Cloud-Dienstleistungen werden die Grenzen der eigenen IT-Struktur aufgeweicht und enden nicht mehr an der unternehmenseigenen Firewall. Daher ist Unternehmen in Europa die Datenhaltung in der EU bzw. in Deutschland mit seinen restriktiven Datenschutzgesetzen sehr wichtig. Cloud-Anbieter könnten Daten ohne Wissen des Kunden von einem Rechenzentrum in ein anderes übertragen und dabei Ländergrenzen mit unterschiedlichen Datenschutzgesetzgebungen überwinden [Adelsberger / Drechsler 2010, S. 16].

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Verfügbarkeit von Cloud-Services. Unternehmen sind heutzutage von einer permanenten Verfügbarkeit ihrer geschäftskritischen Daten und Systeme abhängig. Eine starke Abhängigkeit zu Cloud-Anbietern, der sogenannte *Vendor-Lock-In-Effekt* (siehe 2.2.3) schreckt viele potenzielle Nutzer ab. Fehlende Schnittstellen und proprietäre Formate erschweren den Wechsel zu anderen Anbietern, wenn der aktuelle Anbieter beispielsweise seine Preise erhöht, die Verfügbarkeitsgarantien nicht mehr einhält oder seinen Betrieb ganz einstellt [BITKOM 2009, S. 42].

2.5 Virtualisierung

Die Fortschritte in der Virtualisierung haben maßgeblich das IaaS-Konzept im Cloud Computing ermöglicht [Youseff et al. 2008, S. 5]. Die Virtualisierungstechnologien sind hierdurch die Grundlage, um Cloud Computing-Umgebungen dem Kunden rentabel bereitzustellen [Sabharwal / Wali 2013, S. 15]. Der Einsatz von Virtualisierungstechniken führt zu Einsparungen im Kapazitätsangebot [Pinnow 2009, S. 82]. Weiterhin können mittels Virtualisierung IT-Ressourcen für das Cloud Computing skalierbar und elastisch bereitgestellt werden [Labes 2012, S. 3].

Dieser Abschnitt soll einen Überblick über die aktuell wichtigsten Arten der Virtualisierung geben, die auch zum Teil in dieser Arbeit betrachtet werden, ohne aber diese in der technischen Umsetzung im Detail zu erläutern. Weiterhin bekommen Administratoren, die IaaS-Dienste nutzen, um höherwertigere Cloud-Dienste bereitzustellen, oftmals ohnehin nur eine abstrahierte Sicht auf die Virtualisierungsschichten des IaaS-Anbieters [Baun et al. 2011, S. 9].

Virtualisierung in der Informatik ist die Abbildung realer Systeme und Komponenten zur gemeinsamen und gleichzeitigen Nutzung von physischen Systemen mithilfe von Software. Vogel et al. definieren Virtualisierung wie folgt: *„Virtualisierung bezeichnet Methoden, die es erlauben, Ressourcen (wie Server, Applikationen, Desktops, Storage, etc.) mit Hilfe von Software zu abstrahieren und damit die Möglichkeit zum zentralen Zusammenfassen oder Aufteilen zu erhalten“* [Vogel et al. 2010, S. 7].

Schon IBM führte das Prinzip der Servervirtualisierung in den 1960er Jahren für seine Großrechner ein [Vouk 2008, S. 237]. Heutzutage wird unter dem Begriff der Virtualisierung häufig die Vollvirtualisierung (siehe 2.5.1) verstanden.

Im Cloud Computing, bezogen auf IaaS, nutzen fast alle Anbieter die Servervirtualisierung (siehe 2.5.1), um die physische Hardware zu abstrahieren, um diese einer Vielzahl von Kunden bereitzustellen [Herrmann 2008a]. Dabei werden die Ressourcen der Cloud-Anbieter abstrahiert und mittels einer logischen Sicht auf die physischen Ressourcen den Kunden nutzbar gemacht [Baun et al. 2011, S. 9]. Diese Ressourcen umfassen u.a. Server, Datenspeicher und Netzwerk.

Nachfolgende Abbildung 6 verdeutlicht die Bedeutung der Virtualisierung für das Cloud Computing:

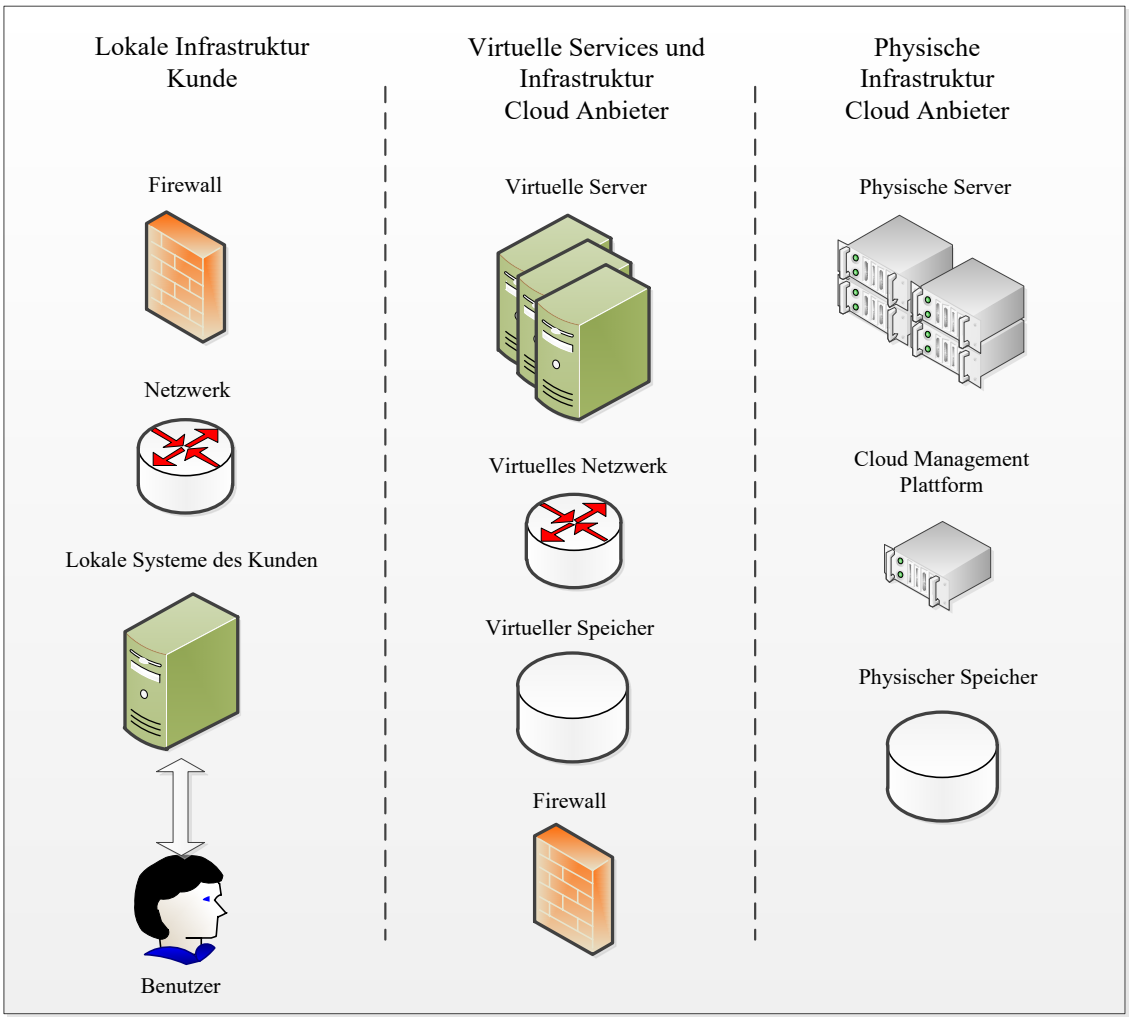


Abbildung 6: Beispiel einer Cloud-Architektur

In Anlehnung an Quelle: [Sabharwal / Wali 2013, S. 18]

Für ein besseres Verständnis der Virtualisierungstechniken wird im Anschluss kurz auf die *Vollvirtualisierung* eingegangen sowie die *Anwendungsvirtualisierung* angesprochen.

2.5.1 Vollvirtualisierung

Die Vollvirtualisierung hat eine besondere Bedeutung im Serverbereich (hier auch Servervirtualisierung genannt), wird aber auch zum Beispiel für die Virtualisierung von Clients verwendet. Hierbei werden physische Computer in sogenannten virtuellen Maschinen (kurz VM) abgebildet [Baun 2017, S. 235]. Eine solche VM besteht aus in Software abgebildeten Komponenten wie z.B. Prozessoren, Festplatten, Arbeitsspeicher und Netzwerkkarten. Ausgeführt werden diese VMs auf physischen Computern mittels eines sogenannten Hypervisors [Baun 2017, S. 235]. Dabei können mehrere virtuelle Computer ausgeführt werden und dadurch die Ressourcen des darunterliegenden physischen Systems gleichzeitig genutzt werden [Lampe 2010, S.

73]. Für die ausgeführten Betriebssysteme und Anwendungen innerhalb dieser virtuellen Maschinen ist die Virtualisierung transparent [Meinel et al. 2011, S. 13]. Das bedeutet, dass die Softwarekomponenten nicht „merken“, dass sie auf einem virtualisierten Computer ausgeführt werden und sich die physische Hardware mit anderen parallel ausgeführten VMs teilen. Der Hypervisor als Bindeglied zwischen physischer und virtueller Hardware koordiniert dabei den Zugriff der unterschiedlichen virtuellen Maschinen auf die darunterliegende physische Hardware [Lampe 2010, S. 73]. Nachfolgende Abbildungen 7 und 8 stellen einen Computer ohne Vollvirtualisierung mit einem Computer mit Vollvirtualisierung gegenüber.

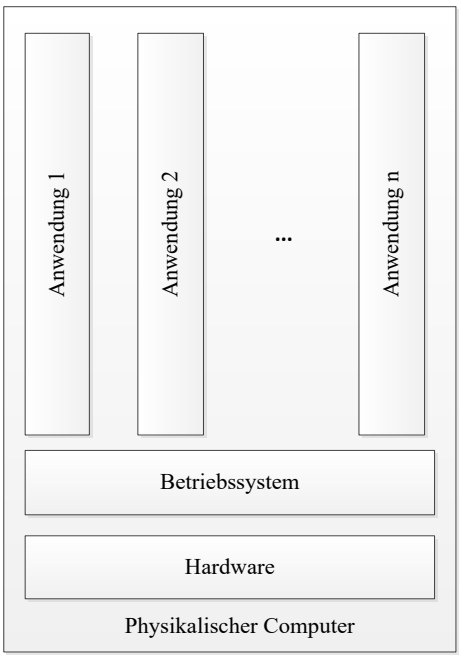


Abbildung 7: Rechner ohne Vollvirtualisierung

In Anlehnung an Quelle: [Meinel et al. 2011, S. 10]

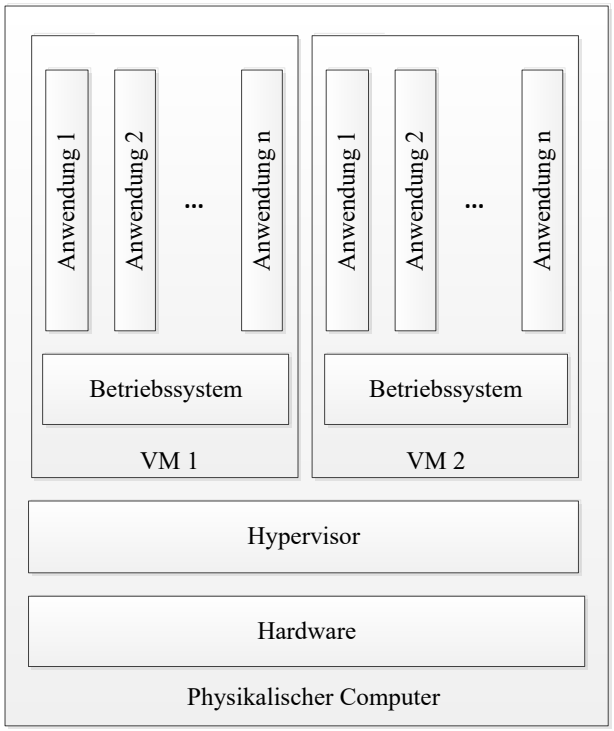


Abbildung 8: Rechner mit Vollvirtualisierung

In Anlehnung an Quelle: [Baun et al. 2011, S. 14]

2.5.2 Anwendungsvirtualisierung

Bei der Anwendungsvirtualisierung wird im Gegensatz zur Vollvirtualisierung kein virtueller Computer, in Form einer VM, der auf einem Hypervisor ausgeführt wird, nachgebildet, sondern sogenannte Container erzeugt [Meinel et al. 2011, S. 24]. Die Anwendungsvirtualisierung setzt sich zum Ziel, eine Unabhängigkeit vom ausführenden Client herzustellen und die Anwendung vom Betriebssystem zu isolieren, um eine standardisierte Anwendung auf einer Vielzahl unterschiedlicher Systeme anbieten zu können [Meinel et al. 2011, S. 24]. Dies wird ermöglicht, indem eine Abstraktionsschicht um die zu virtualisierende Anwendung gebildet wird [Meinel et al. 2011, S. 24]. Diese enthält alle notwendigen Komponenten, wie z.B. Programmbibliotheken, damit die Anwendung lauffähig ist [Baun 2017, S. 234]. Ein Beispiel hierfür ist die Java Virtual Maschine (JVM) für die Ausführung von Java Anwendungen in der Java Laufzeitumgebung (JRE) [Baun 2017, S. 234].

Ein weiteres prominentes Beispiel für die Container-Technik ist die Docker Technologie, die in den letzten Jahren eine große Verbreitung erfahren hat und von der ausgegangen wird, dass die Verbreitung weiter zunimmt [Mouat 2016, S. 3].

Nachfolgende Abbildung 9 zeigt eine containerbasierte Bereitstellung von Anwendungen auf einem physischen Computer:

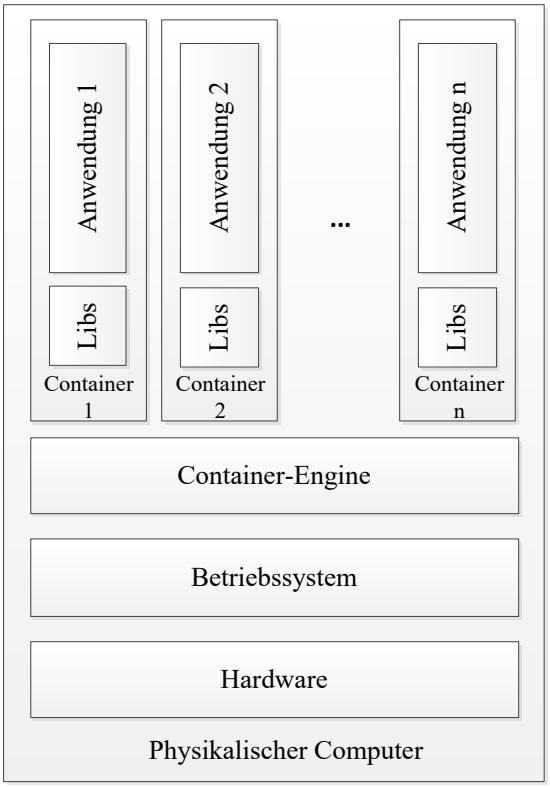


Abbildung 9: Containerbasierte Anwendungsbereitstellung

In Anlehnung an Quelle: [Mouat 2016, S. 5]

2.6 Vertriebswege von SaaS-Produkten

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über gängige Vertriebswege von Cloud-Produkten insbesondere aus dem SaaS-Bereich. Hierbei wird keine Unterscheidung zwischen dem B2B- (Business-to-Business) und B2C-Vertrieb (Business-to-Consumer) gemacht, da auch das Thema dieser Arbeit an dieser Stelle keine Festlegung vorsieht. Eingegangen wird auf direkte und indirekte Vertriebswege für SaaS-Anwendungen. Dabei soll erläutert werden, auf welchen möglichen Wegen die Ansprache von potenziellen Kunden beim Vertrieb von SaaS-Anwendungen durchgeführt werden kann.

2.6.1 Direktvertrieb und indirekter Vertrieb

Der Direktvertrieb ist dadurch gekennzeichnet, dass der Anbieter von SaaS-Produkten gezielt über eigene Vertriebsaktivitäten seine Produkte bei Bestands- oder Neukunden zu platzieren versucht. Dabei kommen Hilfsmittel des klassischen Outbound-Marketing wie Telesales, Werbe-Mailings, Kundenveranstaltungen oder persönliche Vorortbesuche zum Einsatz. Im

Vergleich zum indirekten Vertrieb ist der Direktvertrieb aufwendig und kostenintensiv [Krypczyk 2017]. Bei einem erfolgreichen Vertragsabschluss entsteht ein direkter Nutzungsvertrag zwischen dem SaaS-Anbieter und dem Endkunden. Bei Standardsoftware erwirbt man meist nur das Recht zur Nutzung der Software für eine bestimmte Version (On-Premise) oder bei SaaS das Recht zur Nutzung auf eine bestimmte Zeit [Krypczyk 2017]. Wird eine Software im Auftrag entwickelt, erwirbt man oftmals auch das Recht am Quellcode der Software [Krypczyk 2017]. Im indirekten Vertrieb übernimmt die Kundenansprache ein Zwischenhändler als Mittler zwischen Hersteller und Kunde [Krypczyk 2017].

2.6.2 Indirekter Vertrieb über Cloud-Markplätze

Bei diesem Vertriebsweg rückt der Anbieter der Softwareprodukte gegenüber dem Kunden in den Hintergrund. Seine Stelle nimmt der Anbieter eines Cloud-Marktplatzes ein. Dieser Vertriebsweg stellt eine weitere Variante des indirekten Vertriebs dar.

Sinnverwandt sind Marktplätze für Cloud-Services mit den bekannten App-Stores bei mobilen Geräten wie Smartphones. Sie bieten Cloud-Anbietern die Möglichkeit zur Bereitstellung und Vermarktung ihrer Lösungen [Tamm 2011]. Weiterhin können Interessenten für Cloud-Angebote durch die Funktionen der Marktplätze benötigte Anwendungen identifizieren, bewerten und nutzen [Tamm 2011]. Marktplätze für Cloud-Produkte bieten daher den Vorteil, eine Vergleichbarkeit hinsichtlich Preisen und Leistungsmerkmalen der gelisteten Cloud-Produkte zu ermöglichen [Velten 2015]. Weiterhin erfolgt im Idealfall eine qualifizierte Bewertung der Anbieter von Seiten des Marktplatzbetreibers [Velten 2015]. Ein weiterer Vorteil für die Kunden ist eine große Auswahl an Cloud-Produkten sowie die Möglichkeit der Nutzung von Cloud-Produkten ohne Vorabinvestition [Leclerque 2015].

Folgende Abbildung 10 stellt allgemeine Funktionen von Cloud-Marktplätzen dar:

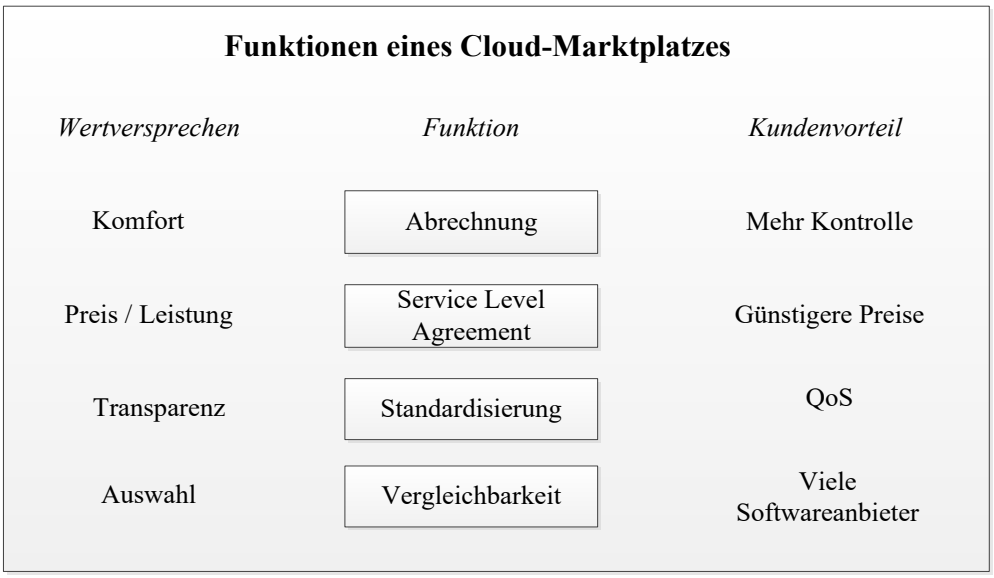


Abbildung 10: Funktionen eines Cloud-Marktplatzes

In Anlehnung an Quelle: [Velten 2015]

Aktuell haben sich drei verschiedene Marktplatztypen etabliert [Kunisch 2015]:

- *1. Typ:* Referenzielle Marktplätze sind die einfachste Form des Cloud-Marktplatzes. Die Marktplätze stellen nur eine Referenz (Internet-Link) zur Webseite des SaaS-Anbieters bereit. Der Marktplatz fungiert dabei als Vermittler zwischen dem SaaS-Anbieter und dem Nutzer und erhält hierfür eine Gebühr zur Deckung seiner Betriebskosten wie z.B. für Hosting, Pflege und Marketing. Der Nutzungsvertrag für den SaaS-Dienst kommt nur zwischen dem SaaS-Anbieter und dem Kunden zustande.
- *2. Typ:* Herstellerneutrale Marktplätze stellen ebenfalls lediglich eine Mittlerfunktion zwischen SaaS-Anbieter und SaaS-Kunden dar. Sie übernehmen Funktionen für die Verkaufs-, Vertrags- und Abrechnungsprozesse, aber nicht für den Betrieb der SaaS-Anwendungen. Der Kunde geht einen direkten Nutzungsvertrag mit dem Marktplatzanbieter und nicht mit dem SaaS-Anbieter ein. Dieser Marktplatztyp sieht eine Umsatzteilung zwischen dem SaaS-Anbieter und dem Marktplatzbetreiber vor. Der SaaS-Anbieter stellt dabei mitunter nur die Infrastruktur sowie die Instanzen der Software zur Verfügung und ist verantwortlich für den sicheren und hochverfügbaren Betrieb der Systeme. Er verpflichtet sich vertraglich zur Einhaltung von SLA Definitionen (siehe Seite 39).
- *3. Typ:* Herstellergebundene Marktplätze binden den SaaS-Anbieter mit der Infrastruktur des Marktplatzanbieters an. Alle über den Marktplatz angebotenen Cloud-Dienste

laufen somit in den Rechenzentren des Marktplatzanbieters und erweitern das Angebot dieses darunterliegenden Anbieters. Ein Beispiel hierfür ist der AWS Marketplace, der auf einer AWS Plattform (siehe 2.8.1) betrieben wird.

2.7 Aktueller Einsatz und Akzeptanz von Cloud Computing

Cloud Computing hat sich in den letzten Jahren als ein etabliertes Konzept in der IT-Branche erwiesen. Regelmäßig werden von den verschiedensten Branchenvereinigungen, Cloud-Anbietern und wissenschaftlichen Instituten hierzu Marktanalysen durchgeführt. Die Bitkom als Branchenverband der deutschen Informations- und Telekommunikationsbranche gibt mit ihrem jährlich herausgegebenen *Cloud-Monitor* einen guten Überblick über die Entwicklung der Cloud-Branche und deren Akzeptanz beim Endkunden wieder. Dazu wird jährlich eine Stichprobe durch eine Befragung von Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern durchgeführt [BITKOM 2020, S. 4].

Bei dem im Jahr 2020 veröffentlichten *Cloud-Monitor*, zum Bezugsjahr 2019, ermittelte die Bitkom aussagekräftige Zahlen zur aktuellen Verbreitung und Akzeptanz von Cloud-Produkten. Demnach setzen 76% der deutschen Unternehmen Cloud Computing [BITKOM 2020, S. 5] ein. Zum Vergleich hierzu lag der Wert im Jahr 2014 noch bei 44% [BITKOM 2015, S. 5]. Im Jahr 2020 schrieben die Cloud-Nutzer der Cloud einen großen oder sehr großen Beitrag zur Digitalisierung ihres Unternehmens zu [BITKOM 2020, S. 5].

Die Bitkom kam daher 2020 zu folgender Aussage: „*Cloud-Computing ist – nach unterschiedlichen Modellen – in einem Großteil der Unternehmen Bestandteil der Unternehmens-IT. Dabei ist Cloud-Computing nicht einfach nur IT-Infrastruktur, sondern zugleich ein wesentlicher Treiber für die Digitalisierung der Unternehmen“* [BITKOM 2020, S. 6].

Die durch die Bitkom jährlich erhobenen Zahlen zur Nutzung von Cloud Computing in deutschen Unternehmen zeigen somit die Relevanz und die Reife, die das Cloud Computing in den letzten Jahren erreicht hat.

2.8 Angebote einiger Marktteilnehmer

In den bisherigen Ausführungen sollte das Thema Cloud Computing eingegrenzt werden. Im folgenden Abschnitt werden beispielhaft einige Beispiele von Anbietern, sowie interessanten Diensten, der Cloud-Branche aufgezeigt. Die genannten Anbieter werden auch in aktuellen Marktanalysen als führende Anbieter genannt [ISG 2019].

2.8.1 Amazon

Amazon gehört mit seinem im Jahr 2006 gestarteten Cloud-Angebot *Amazon Web Services (AWS)* zu den Pionieren des Cloud Computing [Herrmann 2008b]. Der Name ist dabei ein Sammelbegriff für alle Cloud-Angebote von Amazon [Baun et al. 2011, S. 44].

Eine global verteilte Infrastruktur aufgeteilt in sogenannte *Availability Zones* (77 Stück, Stand Februar 2021) ist die Grundlage für die verschiedensten Cloud-Angebote von Amazon [Amazon AWS a]. Amazon stellt Dienste für die drei Bereiche IaaS, PaaS und SaaS bereit. Die IaaS-Ebene trägt den Namen *EC2* (Elastic Compute Cloud) und ermöglicht das Betreiben von virtuellen Servern. Bei den verwendeten Betriebssystemen auf diesen Servern kann es sich um verschiedene Linux-Derivate oder Microsoft Server handeln [Amazon AWS b]. Dabei sieht Amazon für jede *Availability Zone* eine Verfügbarkeit von 99,99% vor [Amazon AWS b]. Abgerechnet werden die *EC2* Instanzen sekundenweise nach den benötigten Ressourcen [Amazon AWS c].

Mittels *Amazon CloudWatch* ist es möglich, die gemieteten Ressourcen zu überwachen. Dabei werden Informationen über die betriebenen Dienste in Form von Metriken und Protokolldateien gesammelt, sowie mit Hilfe von Alarmen nach definierten Kriterien unterlegt um eine reibungslose Verwaltung der gemieteten Ressourcen zu unterstützten [Amazon AWS d].

AWS Elastic Beanstalk ermöglicht die Entwicklung und Bereitstellung von Webanwendungen auf Basis von Java, .Net, PHP und einigen weiteren Programmiersprachen [Amazon AWS e]. Dabei übernimmt *AWS Elastic Beanstalk* nach der Veröffentlichung des Quellcodes automatisch das Kapazitätsmanagement, die Lastverteilung und Skalierung. Kosten entstehen nur für die benötigten Ressourcen zur Ausführung der Webanwendungen [Amazon AWS e].

2.8.2 Microsoft

Microsoft ist seit einigen Jahren stark auf Cloud Computing ausgerichtet und richtet auch sein weiteres Kerngeschäft zunehmend Richtung Cloud aus. Dies ist vor allem dadurch hervorzuheben, da Microsoft traditionell sehr stark vom Lizenzgeschäft mit Windows und Office-Lizenzen abhängig ist. Die Plattform *Microsoft Azure* konzentriert sich zu großen Teilen auf die IaaS- und PaaS-Ebenen des Cloud Computing, aber auch SaaS-Angebote sowie eine Vielzahl ergänzender Services stehen zur Verfügung. Zu diesen Services zählen die Möglichkeiten zur Bereitstellung von Anwendungen, KI-Lösungen, Migrationsdienste, Möglichkeiten zur Analyse einer Vielzahl von Dateninformationen und die Bereitstellung von Hybrid Cloud-Lösungen [Microsoft Azure a]. *Microsoft Azure* stellt damit eine Plattform unter anderem zur Anmietung von

Rechenkapazität und Speicherplatz dar, die zur Erstellung und zum Betrieb eigener Anwendungen genutzt werden kann. Die Infrastruktur von *Microsoft Azure* stützt sich auf mehr als 160 global verteilte Rechenzentren (Stand: Februar 2020) [Microsoft Azure b].

Für die Speicherung von Daten werden vollständig verwaltete Datenbankdienste angeboten [Microsoft Azure c]. Als Betriebssysteme für virtuelle Maschinen auf IaaS-Ebene stehen verschiedene Windows-Versionen und Linux-Derivate zur Verfügung [Microsoft Azure d].

Der PaaS-Dienst *Windows Azure Drive* bietet die Möglichkeit, NTFS formatierte Laufwerke in virtuellen Maschinen einzubinden [Microsoft Azure e]. *Azure Service Fabric* stellt die Möglichkeit des Hostings, der Verwaltung und dem Caching von Anwendungen sowie Diensten auf der PaaS-Ebene dar [Microsoft Azure f]. Im SaaS-Segment bietet Microsoft beispielsweise Office 365, CRM/ERP Systeme und Dokumentenverwaltungslösungen auf Mietbasis an [Microsoft Azure g]. Das Preismodell von virtuellen Maschinen bei *Microsoft Azure* richtet sich nach dem tatsächlichen Verbrauch an Ressourcen. Die Abrechnung erfolgt dabei pro Stunde genutzter Kapazität [Microsoft Azure h].

2.8.3 IBM

IBM hat sich dem Thema Cloud Computing relativ spät angenommen, in den letzten Jahren aber mit großer Geschwindigkeit seine Angebote ausgebaut. Grundlage hierfür sind mehr als 60 Rechenzentren verteilt auf Nord- und Südamerika, Europa, Asien und Australien (Stand: Februar 2020) [IBM b].

Um eine IT-Infrastruktur mittels der *IBM Cloud* bereitzustellen, bestehen verschiedene Möglichkeiten. Eine davon ist die Bereitstellung dedizierter Hardware pro Kunde auf Grundlage von Bare-Metal-Servern für Anwendungsfälle mit hoher Leistungsanforderung. Eine weitere Möglichkeit ist die Bereitstellung virtueller Server [IBM a]. Die Abrechnung der Preise erfolgt beispielsweise bei virtuellen Servern wahlweise stündlich wie auch monatlich und richtet sich nach der Menge und Größe der verwendeten Ressourcen [IBM c].

Als PaaS-Angebot bietet die *IBM Cloud* die Möglichkeit Apps und Services zu erstellen sowie bereitzustellen, ohne sich um den Aufbau, die Konfiguration und Wartung der darunterliegenden Architektur kümmern zu müssen [IBM d]. IBM stellt die oben genannten sowie eine Vielzahl weiterer Cloud-Angebote auf einem zentralen Marktplatz zur Verfügung [IBM a].

2.8.4 Google

Google bietet Cloud-Dienste ebenso, wie die zuvor genannten Anbieter Amazon, Microsoft und IBM, auf den drei Ebenen IaaS, PaaS und SaaS an. Die *Google Compute Engine* ist beispielsweise das IaaS-Angebot aus der Infrastruktur der Rechenzentren von Google [Google a]. Mit der *Google Compute Engine* kann der Nutzer eigene Virtuelle Maschinen erzeugen oder aus unterschiedlich vorkonfigurierten Abbildern von Linux- und Microsoft Windows-Systemen wählen [Google a]. Somit lässt sich eine komplette Infrastruktur zum Betrieb eigener Dienste aufbauen. Die Preise ergeben sich anhand der verbrauchten Ressourcen und werden sekundengenau abgerechnet [Google a].

Die *Google App Engine* ist ein PaaS-Angebot mit Programmier- und Ausführungsumgebung, mit dessen Hilfe Anwendungen hochverfügbar und automatisch skalierbar auf der Google Infrastruktur erstellt und betrieben werden können. Als Programmiersprachen kommen hierbei Java, Python und die Google-eigene Sprache *Go* zum Einsatz [Google b].

Google Workspace stellt auf Grundlage von Google-Anwendungen ein Toolset für Office-Anwendungen, Kalender, Speicherdiensten geräteunabhängig als eine komplette softwareseitige Büroausstattung (für das Berufs- und Privatleben) dar [Google c]. Die Preise richten sich dabei, wie bei SaaS üblich, nach dem gebuchten Funktionsumfang sowie der Anzahl der Nutzer und wird monatlich abgerechnet [Google d].

2.8.5 Deutsche Telekom/T-Systems

Die Deutsche Telekom mit ihrer Tochter T-Systems gehört zwar aktuell nicht zu den sogenannten Global Playern, stellt aber in Deutschland eine Größe dar und findet daher an dieser Stelle eine Erwähnung.

Sie ist seit einiger Zeit im Cloud-Segment tätig und baut ihre Angebote und Services immer mehr zu einem Gesamtproduktangebot für alle Bereiche des Cloud Computing aus [Deutsche Telekom a]. Gerade in Deutschland und dort vor allem im Geschäftskundensegment ist die Deutsche Telekom stark vertreten und nutzt die Vorteile ihrer Telekommunikationsinfrastrukturen bis zum Kunden [Deutsche Telekom b]. Dabei werden Services aus dem IaaS-, PaaS- und SaaS-Bereich in den drei Nutzungsarten Private-, Hybrid- und Public-Cloud angeboten [Deutsche Telekom a].

Im Bereich IaaS bietet die Deutsche Telekom die *DSI vCloud* (auf Basis von VMware) und die *Open Telekom Cloud* (auf Basis von OpenStack) [Deutsche Telekom c], [Deutsche Telekom

d]. Die Preise für die *Open Telekom Cloud* variieren nach Beanspruchung der Ressourcen sowie nach Zeit und werden nach genutzten Stunden abgerechnet [Deutsche Telekom c]. Wohingegen bei der *DSI vCloud* eine monatliche Abrechnung nach beanspruchten Ressourcen stattfindet [Deutsche Telekom e].

Außerdem bietet die Deutsche Telekom SaaS-Anwendungen unter anderem für Bereiche wie *Office & Administration*, *ERP & Logistik* und *Marketing & Sales* über einen eigenen Marktplatz (siehe 2.6.2) an [Deutsche Telekom f].

2.9 Arbeitslast – Lastsituationen und der Umgang mit diesen

Der vorliegende Abschnitt gibt eine Einführung zu dem Begriff der „*Last*“ in klassischen IT-Systemen sowie im Cloud Computing. Betrachtet wird der Umgang mit Lastsituationen über verschiedene Maßnahmen wie Skalierung, n-Tier Webarchitekturen und Load Balancer. Weiterhin werden aktuelle Methoden der Analyse und Diagnose von Lastzuständen in der klassischen IT und im Cloud Computing aufgezeigt. Das dadurch gewonnene Verständnis zu Lastsituationen und dem Umgang mit ihnen soll dabei helfen, die entsprechenden Schritte bei der Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen nachzuvollziehen, die sich mit dem Erstellen der Systemarchitekturen hard- und softwareseitig befassen.

2.9.1 Begriff der Last, Lastausprägungen und Service Level Agreement

Last oder auch Arbeitslast kann in informationstechnischen Systemen auf vielfältigste Weise vorhanden sein. Beispielsweise in Form der Prozessorauslastung, Arbeitsspeicherbelegung, Storage-Belegung oder Netzwerkverkehr.

Der Lastbegriff bezieht sich in diesem Fall auf die Inanspruchnahme einer Kapazität bzw. Ressource, die bei der Bearbeitung von Anfragen oder Aufgaben an das System benötigt werden, um diese zu bearbeiten, und ist auf vielfältige Weise messbar. Lastmanagement und Ressourcenmanagement sind Verfahren, die das Ziel verfolgen, die anfallende und vorhandene Last in Form von laufenden oder wartenden Systemprozessen sinnvoll zu organisieren, da überfüllte Zustände einzelner Ressourcen zu erheblichen Einbußen in der Performance eines Systems führen können [Schwanengel 2014, S. 23].

Last auf IT-Systemen kann, wie oben angesprochen, auf vielfältige Art beobachtet werden. Dabei ist die Vorhersage von Lastsituationen wichtig, damit die betriebenen IT-Systeme möglichst immer unter den jeweiligen Lastsituationen ihre Aufgabe erfüllen können. Für den Betrieb von IT-Systemen ist es daher wichtig, sich mit der zu erwartenden oder vorhandenen Charakteristik

der verschiedenen Lastsitutation vertraut zu machen, um die IT-Systeme derart zu betreiben, dass sie mit den jeweiligen Lastsituationen umgehen können. Schwanengel beschreibt hierzu exemplarisch verschiedene Lastmuster, von denen hier drei als Beispiel für eine einfache charakteristische Lastsitutionen genannt werden [Schwanengel 2014, S. 36-38]:

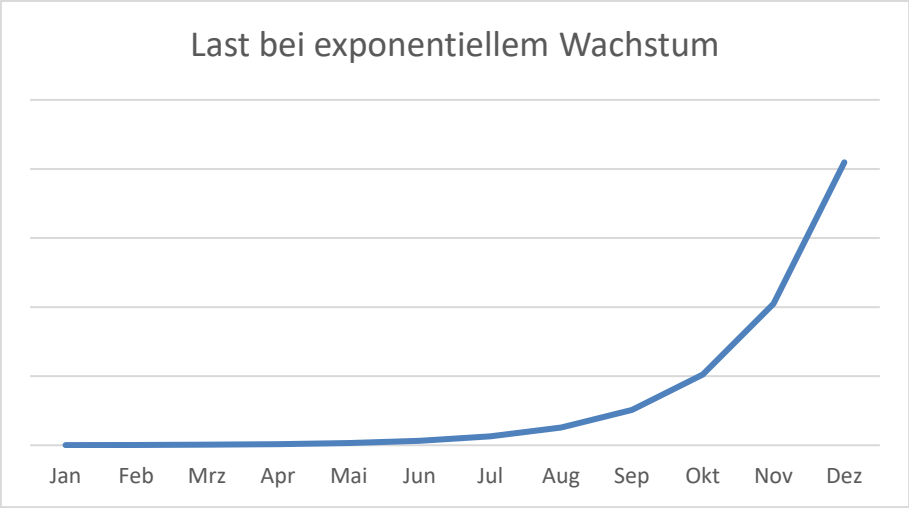


Abbildung 11: Last bei exponentiellem Wachstum

In Anlehnung an Quelle: [Schwanengel 2014, S. 37]

Abbildung 11 stellt ein exponentielles Wachstum der Last dar, welches beispielsweise bei einem erfolgreichen neuen Webservice eines Start-Up Unternehmens angetroffen werden kann.

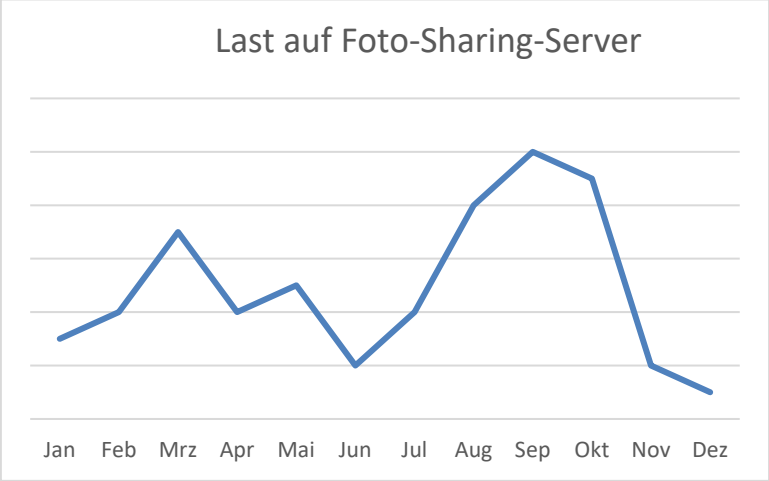


Abbildung 12: Last auf Foto-Sharing-Server

In Anlehnung an Quelle: [Schwanengel 2014, S. 37]

Das hier dargestellte Lastmuster (Abbildung 12) stellt exemplarisch die Auslastung eines Foto-Sharing-Dienstes dar. Lastspitzen sind zu den typischen Urlaubszeiten und kurz danach zwischen März/April und August bis Oktober erkennbar, da die Nutzer in diesen Zeiträumen vermehrt den Service nutzen.

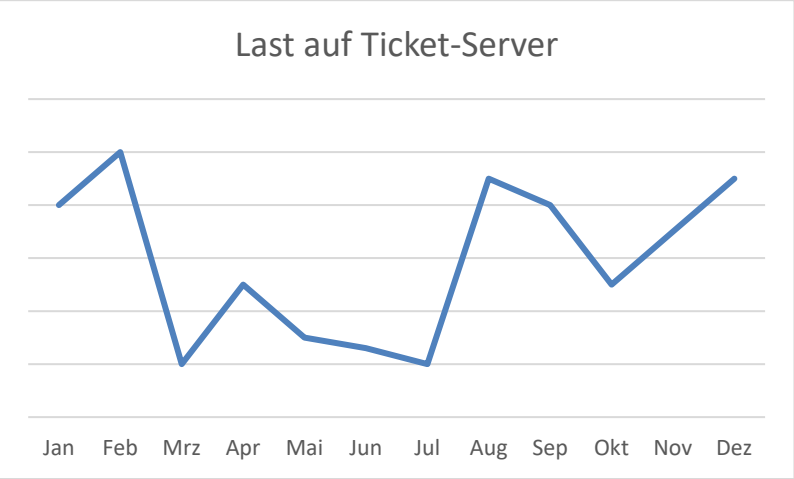


Abbildung 13: Last auf Ticket-Server

In Anlehnung an Quelle: [Schwanengel 2014, S. 37]

Dieses Lastmuster (Abbildung 13) stellt die Last auf einem Ticket-Server für Events wie Konzerte oder Sportveranstaltungen dar. Die Last folgt dem zeitlichen Verlauf für die Verkäufe von entsprechenden Tickets über das Jahr verteilt.

Das Verständnis für die jeweiligen Charakteristiken von Lastsituationen und die Gründe ihres Entstehens helfen dabei die Systeme entsprechend den an sie gestellten Anforderungen zu dimensionieren und seitens der Hard- und Softwarearchitektur derart zu erstellen, dass sie in der Lage sind, in den verschiedensten Lastsituationen zu funktionieren. Lastsituationen auf IT-Systemen, für die diese aufgrund ihrer Dimensionierung oder ihres architektonischen Aufbaus nicht ausgelegt sind, können in ihrer Lauffähigkeit negativ beeinflusst werden. Lastsituationen und ihre Bewältigung bestimmen somit auch die Qualität eines IT-Dienstes. Gerade im Cloud-Kontext mit einer vorhandenen vertraglichen Beziehung zwischen Anbieter und Kunde kann dies zu Problemen führen, wenn die zugesicherte Qualität seitens des Anbieters nicht eingehalten werden kann. Im IT-Dienstleistungsbereich haben sich sogenannte *Service Level Agreements* (kurz SLA) für die Leistungsbeschreibung bei der Erbringung von IT-Leistungen und ihrer vereinbarten Qualität etabliert [Gadatsch / Mayer 2006, S. 195]. Diese finden auch beim Cloud Computing Verwendung [Meir-Huber 2011, S. 57].

Exkurs: Service Level Aggreement

„*Service Level Agreements sind ein vergleichsweise neues Konzept, das überwiegend in Dienstleistungsbereichen (insbesondere der Informations- und Kommunikationstechnik) Anwendung findet*“ [Gadatsch / Mayer 2006, S. 195]. Bei SLA handelt es sich um Vereinbarungen zwischen Dienstanbieter und Kunde, die die Eigenschaften eines Vertrages regeln [Meir-Huber 2011, S. 57]. Beispiele für typische Inhalte von SLA sind die Verfügbarkeit (z.B.: 99,95% pro Monat) und Regelungen bei deren Unterschreitung [Meir-Huber 2011, S. 57]. SLA definieren den Umfang eines Dienstes und zeigen dem Kunden Möglichkeiten auf, wenn diese Vereinbarungen nicht eingehalten werden. [Meir-Huber 2011, S. 57]. SLA sind ausgabeseitig orientiert, d.h. aus Sicht des Dienstnehmers [Baun et al. 2011, S. 74]. Es wird zwischen internen und externen SLA unterschieden [Gadatsch / Mayer 2006, S. 195] (siehe Abbildung 14).

Tabelle 3: Beispiele für Inhalte eines SLA [Meir-Huber 2011, S. 59/60]

Verfügbarkeit	Beschreibt die garantierte Verfügbarkeit des Dienstes z.B.: 99,95% pro Monat
Servicegutschriftsansprüche	Beschreibt die Möglichkeit für Servicegutschriften bei der Unterschreitung der Verfügbarkeit
SLA-Ausschlüsse	Regeln, wann ein SLA nicht gültig ist
Geplante Wartungen	Definition von Ausfallzeiten für geplante Wartungen der Dienste, die nicht Bestandteil der geplanten Verfügbarkeit sind
Meldung von Serviceverstößen	Definition der Wege zur Bekanntmachung von Serviceverstößen

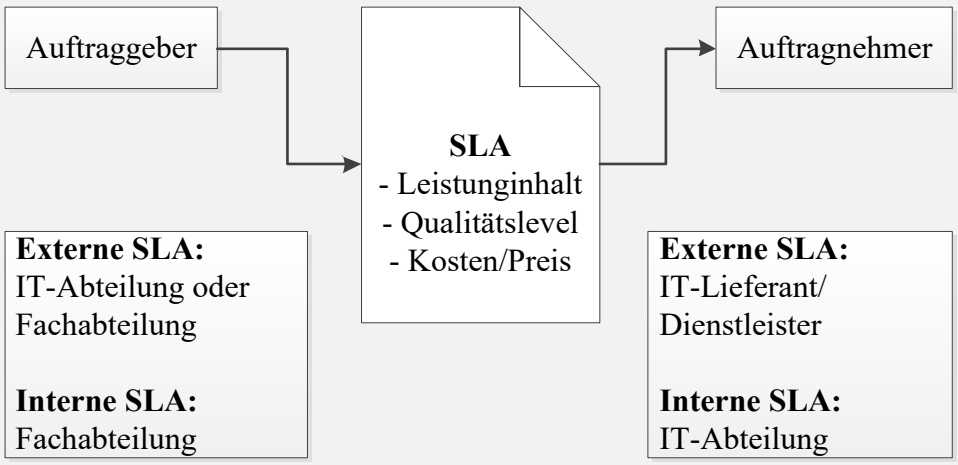


Abbildung 14: Service Level Agreement

In Anlehnung an Quelle: [Gadatsch / Mayer 2006, S. 195]

2.9.2 Umgang mit Last

Um die bisherigen Ausführungen über den Begriff der *Last* und den Einfluss von Lastsituationen auf die Qualität bei der Bereitstellung von IT-Diensten bzw. Cloud-Diensten zu vertiefen sowie aufzuzeigen, welche Möglichkeiten existieren, um auf Änderungen der Last zu reagieren, soll in den nachfolgenden Ausführungen auf den Begriff der *Skalierung* sowie *n-Tier-Webarchitekturen* und *Load Balancer* eingegangen werden. Die Ausführungen dienen dazu die jeweiligen Begriffe für den Kontext dieser Arbeit einzuführen und ein grundlegendes Verständnis für sie zu entwickeln, ohne auf spezifische technische Umsetzungen einzugehen, da dies im Rahmen dieser Arbeit nicht notwendig ist.

2.9.3 Skalierung

Skalierung ist eine wichtige, nichtfunktionale Eigenschaft von Computersystemen, um Rechenleistung zu vervielfachen und zu beschleunigen [Schmietendorf 2015, S. 55]. Skalierung wird dabei oft als zentrale Eigenschaft von Cloud Computing angesehen [Meir-Huber 2011, S. 97]. Der Begriff der Skalierbarkeit wird in der Informationstechnik häufig im Zusammenhang mit parallelen Rechensystemen verwendet, um Rechenleistung zu verteilen und umfangreiche Rechenaufgaben zu beschleunigen [Meir-Huber 2011, S. 97]. Einfacher ausgedrückt: Skalierung wird verwendet, um auf die schwankende Auslastung von IT-Systemen zu reagieren. Im Cloud-Kontext haben Anwendungen scheinbar unendlich viele Ressourcen zur Verfügung, die Architekturen der Systeme und Anwendungen müssen aber eine Skalierung ermöglichen, um diese Ressourcen effektiv nutzen zu können [Meir-Huber 2011; S. 97]. Daher sollen in diesem Abschnitt der Begriff und die Verfahren, die der Skalierung zugrunde liegen, näher erläutert werden.

2.9.4 Skalierungstypen

Zur Skalierung von IT-Systemen stehen die drei Typen horizontale, vertikale sowie funktionale Skalierung zur Verfügung [Fiegler et al. 2015, S. 56]. Bei der vertikalen Skalierung wird die Leistungsanpassung, z.B. durch Hinzunahme/Herausnahme von Prozessoren oder Erhöhung/Reduzierung des Arbeitsspeichers, eines einzelnen Systemknotens erreicht. Dieser Skalierungstyp wird auch als Scale-Up bzw. Scale-Down bezeichnet [Fiegler et al. 2015, S. 56/57]. Bei der horizontalen Skalierung, die auch Scale-Out genannt wird, wird die Leistungsfähigkeit eines IT-Systems oder einer Cloud-Umgebung durch die Anzahl (Hinzufügen oder Herausnehmen) parallel zur Bearbeitung der Aufgabe bereitgestellter Knoten angepasst. Der Ressourcenbedarf zur Abarbeitung der Anforderungen verteilt sich dabei auf mehrere Knoten [Fiegler et

al. 2015, S. 56/57]. Zur Steuerung der Verteilung der Anfragen auf ein horizontal skaliertes System können vorgelagerte Load Balancer verwendet werden (siehe 2.9.6). Um die Skalierung von Anwendungen zu unterstützen, bietet sich die funktionale Untergliederung eines IT-Systems an. Dabei wird die Anwendung in ihre funktionalen Einzelteile, wie z.B. Präsentations-, Logik- und Datenschicht zerlegt, sodass diese auf unterschiedlichen Ressourcen lauffähig ist [Fiegler et al. 2015, S. 56/57]. Die jeweiligen Schichten können nun wiederum horizontal oder vertikal skaliert werden, um das Gesamtsystem an den Leistungsbedarf anzupassen [Fiegler et al. 2015, S. 57]. Auf diese Layer-Architekturen wird zur besseren Verständlichkeit unter 2.9.7 nochmals eingegangen.

Nachfolgende Abbildung 15 stellt den Unterschied zwischen vertikaler und horizontaler Skalierung dar:

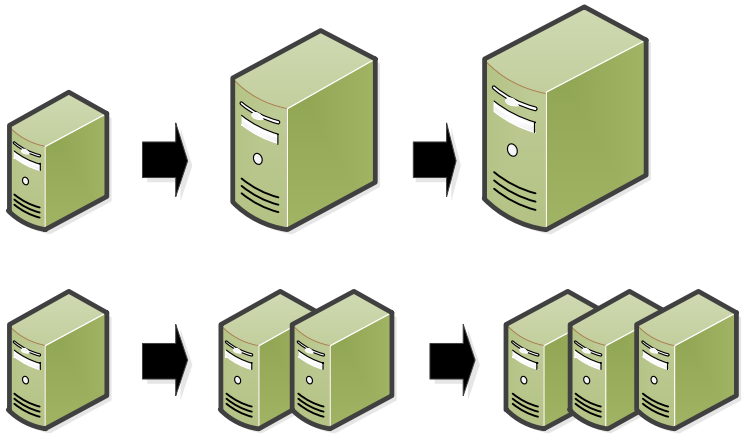


Abbildung 15: Skalierungstypen: vertikale und horizontale Skalierung

In Anlehnung an Quelle: [Sabharwal / Wali 2013, S. 90]

2.9.5 Anwendbarkeit der Skalierung im Cloud Computing

Skalierung wird in vielen Diskussionen als zentrale Eigenschaft des Cloud Computing angesehen [Meir-Huber 2011, S. 97]. Dies wird auch durch die Definition des NIST für den Begriff Cloud Computing durch die Nennung der Elastizität als wichtige Eigenschaft des Cloud Computing hervorgehoben (vgl. 2.1).

Die Anforderung der Elastizität beschreibt die Fähigkeit Cloud-Systeme durch Funktionen wie Scale-Up, Scale-Out oder Scale-Down dem aktuellen Leistungsbedarf anzupassen (vgl. 2.9.4). In der Cloud stehen den Anwendungen fast beliebig viele Ressourcen zur Verfügung, um sie in ihrer Leistungsfähigkeit durch Skalierung der jeweiligen Lastsituation anzupassen [Meir-Huber 2011, S. 97]. Um dies ausnutzen zu können, müssen die Anwendungen in der Lage sein, die

Skalierung zu ermöglichen [Meir-Huber 2011, S. 97]. Anders ausgedrückt, müssen für eine erfolgreiche Unterstützung der Skalierung hierfür die Voraussetzungen auf jeder Ebene des Cloud Computing (siehe 2.2, Abbildung 5) vorhanden sein. Dies betrifft somit die IaaS-Schicht (u.a. die eingesetzten Betriebssysteme und Datenbanken) und die darunter befindliche physische Hardware seitens des Rechenzentrums bis hinauf zu den bereitgestellten SaaS-Anwendungen. Damit ist die Möglichkeit zur Skalierung essenziell von der Gesamtarchitektur des Cloud Systems abhängig. Es muss beachtet werden, dass die Ausnutzung dieser Cloud-Eigenschaft auch von deren Finanzierung abhängig ist, die in der Regel, wie im Cloud Computing üblich, nach der Nutzung der Ressourcen erfolgt [Meinel et al. 2011, S. 98]. Elastizität als Eigenschaft des Cloud Computing beschreibt darüber hinaus auch die Fähigkeit, Ressourcen schnell bereitzustellen und wieder zurückzunehmen, was einen hohen Automatisierungsgrad der Skalierung erfordert [Fiegler et al. 2015. S. 58]. Fiegler et al. nennen vier Skalierungsanforderungen in Cloud-Systemen [Fiegler et al. 2015. S. 59]:

Tabelle 4: Skalierungsanforderungen im Cloud Computing

Skalierungsanforderung	**Beschreibung**
Elastizität	Skalierung muss Konzepte des Scale-Up, Scale-Down und Scale-Out unterstützen (vgl. 2.9.4).
Reaktivität und Proaktivität	Skalierung muss reaktive wie auch proaktive Skalierung unterstützen. Reaktive Skalierung untersucht die Auslastung und stellt die Ressourcen entsprechend nach. Proaktive Skalierung regelt die Auslastung und Bereitstellung der Ressourcen präventiv.
Multi-Layer	Die Skalierung in Cloud-Systemen muss deren Schichtenarchitektur berücksichtigen und deren jeweilige Skalierung pro Schicht unterstützen.
Ressourcen Beschränkung	Da auch Cloud-Ressourcen nicht im endlosen Umfang verfügbar sind, muss dies eine Skalierung berücksichtigen

Bei der Skalierung in klassischen virtuellen Umgebungen mit virtuellen Maschinen (vgl. 2.5.1), wie auch in den angesprochenen Cloud-Umgebungen, besteht ebenfalls die Möglichkeit horizontal und vertikal die betriebenen virtuellen Maschinen zu skalieren. Dies kann mittels entsprechenden Softwareskripten und Templates (Abbilder von virtuellen Maschinen) sogar automatisiert werden [Fiegler et al. 2015. S. 59/60]. Hierbei können vorgelagerte Load Balancer (vgl. 2.9.6) eingesetzt werden, um die Last auf die virtuellen Maschinen zu verteilen [Fiegler et al. 2015. S. 60].

Zusätzlich zur Skalierung im Cloud-Umfeld und spezifischer im Zusammenhang mit virtuellen Maschinen ist Skalierung auch auf die Dienstbereitstellung mittels Container-Architekturen anwendbar. Unter 2.5.2 wurde diese Technologie im Zusammenhang zur Anwendungsvirtualisierung bereits angesprochen. Auch eine Container-Architektur ermöglicht vertikale und horizontale Skalierung. Der Vorteil besteht darin, dass Container schneller bereitgestellt werden können als virtuelle Maschinen und durch ihre geringe Größe eine höhere Anzahl von Containern auf weniger physischer Hardware betrieben werden kann, als es bei der Virtualisierung mittels virtueller Maschinen der Fall wäre [Fiegler et al. 2015. S. 60/61].

Weiterhin ist die Container-Architektur sehr gut für die funktionale Zerlegung von Diensten geeignet, um Anwendungen granular aufzusplitten und somit die Vorteile der Skalierung auszuschöpfen (vgl. 2.9.6), da wesentlich weniger Overhead zur Lauffähigkeit anfällt, als es bei virtuellen Maschinen der Fall wäre [Fiegler et al. 2015. S. 61].

Skalierung auf physischer oder virtueller Systemseite ist, wie beschrieben, die Grundlage zur horizontalen oder vertikalen Leistungsanpassung der darauf ausgeführten Anwendungen oder Dienste. Wie ebenfalls angesprochen, müssen aber die Anwendungen oder Dienste selbst in der Lage sein, die Möglichkeiten der Skalierung auch zu nutzen.

Historisch gesehen, hatten Anwendungen früher oft eine monolithische Architektur, das heißt, alle Anwendungskomponenten wie Bibliotheken, Businesslogik und Anwendungsdaten wurden auf einer IT-Infrastruktur bzw. einem System und in einer Anwendung betrieben und gehalten [Fiegler et al. 2015. S. 62] [Herden et al. 2006, S. 25]. Danach fand eine Entwicklung der Architekturen von verteilten Schichten bis hin zu leichtgewichtigen Komponenten statt [Fiegler et al. 2015. S. 62]. Ist eine Skalierung einer monolithischen Anwendung nötig, muss das gesamte System darunter als Ganzes skalieren. Dadurch werden nicht nur die relevanten Komponenten angepasst, sondern auch alle weiteren Komponenten, obwohl dies eventuell nicht nötig wäre [Fiegler et al. 2015. S. 62].

Um diesem Problem zu begegnen, werden heutzutage n-Tier-Schichtenarchitekturen in der Softwareentwicklung verwendet, um unterschiedliche Anwendungsschichten (z.B. Daten-, Geschäftslogik-, und Präsentationsschicht) zu trennen und diese dann auf verschiedene Systemknoten zu verteilen und zu betreiben. Diese Schichten können dann jeweils einzeln flexibel horizontal oder vertikal skaliert werden [Fiegler et al. 2015. S. 62].

Der nachfolgende Abschnitt 2.9.7 „n-Tier Webarchitekturen“ gibt zu diesem Thema einen tieferen Einblick.

2.9.6 Load Balancer

Wie unter 2.9.5 angeführt, werden Load Balancer eingesetzt, um den Netzwerkverkehr z.B. Aufrufe eines Cloud-Dienstes dynamisch oder statisch auf eine Reihe von virtuellen Maschinen zu verteilen. Load Balancer sind in der Lage, durch Lastverteilung die Gesamtleistung eines Systems zu verbessern, indem die Last der Benutzer oder Anwendungen auf verschiedene gleichartige virtuelle Maschinen bzw. Server verteilt wird [Sabharwal / Wali 2013, S. 93]. Dafür werden die rückwärtigen Server hinter einer einzelnen URL bzw. IP-Adresse, die auf den Load Balancer zeigt und die Verbindungen regelt, versteckt [Sabharwal / Wali 2013, S. 93]. Load Balancer stellen somit eine Schlüsseltechnologie für Skalierungsszenarios dar, wobei als häufiges Beispiel die Bereitstellung eines Internetservices mit vielen Backendservern genannt werden kann [Sabharwal / Wali 2013, S. 93]. Für die Konfiguration und Arbeitsweise von Load Balancern stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, von denen die wichtigsten hier genannt sind:

Tabelle 5: Load Balancing Verfahren

Verfahren	Beschreibung
Round-Robin-Verfahren	Dabei werden neue Anfragen gleichmäßig an die dahinterliegenden Server verteilt. Anfragen von bekannten Gegenstellen werden an das zuvor zugeordnete Zielsystem zugewiesen. Hierbei handelt es sich um keine richtige Lastverteilung, da der Zustand der dahinterliegenden Zielsysteme unbekannt ist [Schnabel 2016].

NAT mit Feedback	Erweiterung des Round-Robin-Verfahrens um den Austausch von Lastinformationen zwischen dem Load Balancer und dem dahinterliegenden Server. Durch diese Informationen kann die Reihenfolge der Anfrageweiterleitungen an die Server beeinflusst werden [Schnabel 2016].
URL-Verfahren	Dieses Verfahren ist speziell für Webserver geeignet. Der Load Balancer entscheidet aufgrund der URL, auf welchen Server die Anfrage weiterzuleiten ist. Die einzelnen Server halten dabei unterschiedliche Verzeichnisse des Webdienstes. Um die Last sinnvoll zu verteilen, ist eine vorhergehende Analyse des Datenverkehrs und der Last auf den einzelnen Teilen des Webdienstes erforderlich [Schnabel 2016].
Dienst-basiertes-Verfahren	Bei diesem Verfahren werden die unterschiedlichen Komponenten des dahinterliegenden Webdienstes auf verschiedene Server verteilt. Dabei ist es wichtig, im Vorfeld durch eine Analyse des Webdienstes die Dienste/Komponenten zu identifizieren, bei denen eine Separierung auf einzelne Server positiv zum Lastzustand des gesamten Systems beitragen kann [Schnabel 2016].
Least Connections	Der Load Balancer zählt die Anzahl der Verbindungen, die die Server aufweisen und sendet dann die nächste Anfrage zu dem Server, der die wenigsten Verbindungen aufweist. [Sabharwal / Wali 2013, S. 95].
Fastest Response	Bei dieser Methode überprüft der Load Balancer, wieviel Zeit jeder Server für eine Antwort benötigt und entscheidet anhand der schnellsten Antwortzeit, zu welchem Server die Verbindung weitergeleitet wird. [Sabharwal / Wali 2013, S. 95].

Nachfolgende Abbildung stellt die Position eines Load-Balancers für ein Cluster aus Webserver dar:

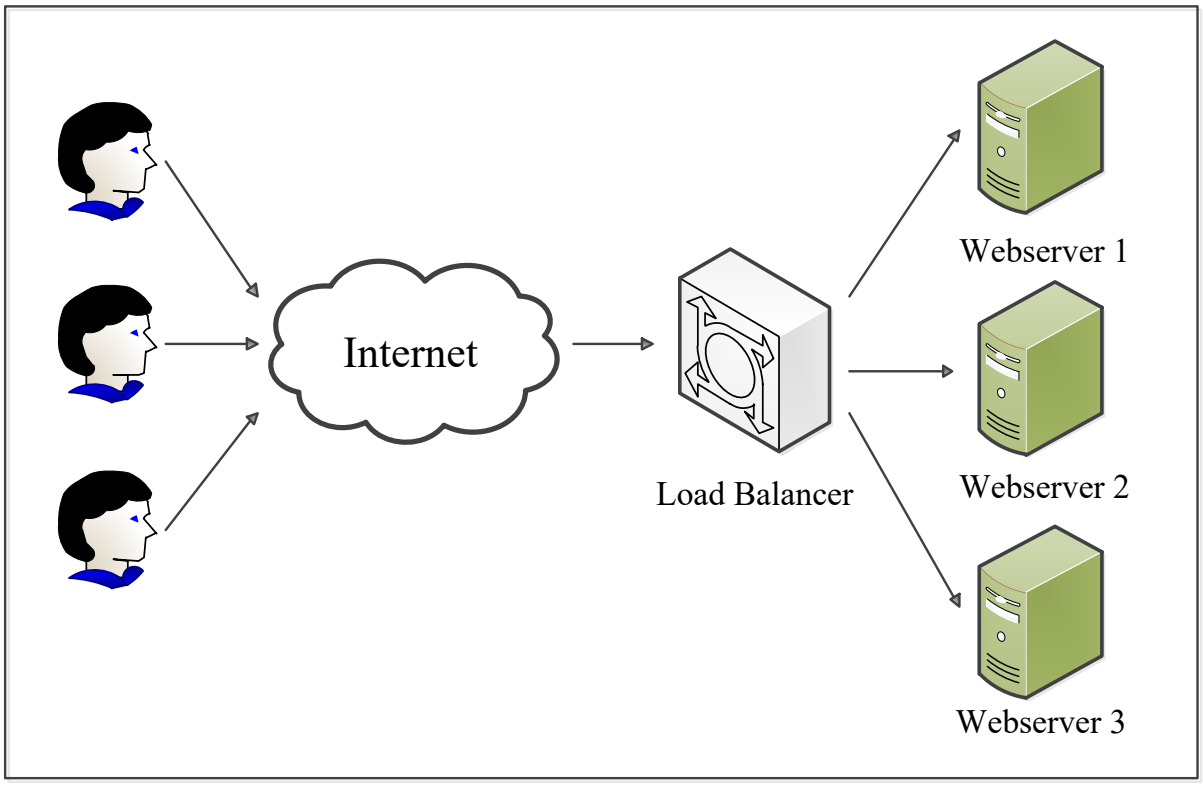


Abbildung 16: Einsatz von Load Balancing bei Webservern

2.9.7 n-Tier Webarchitekturen

Der Begriff „n-Tier Webarchitektur“ wurde bereits unter Punkt 2.9.5 erwähnt. Dies hat den Grund, dass die genannten Skalierungstypen (vgl. 2.9.4) oftmals nur mithilfe einer geeigneten Architektur der Anwendungen, die auf den zu skalierenden Systemen ausgeführt werden, sinnvoll umsetzbar sind, um die Systeme entsprechend der Lastsituation anzupassen. Die drei Techniken: Skalierung (vgl. 2.9.3), Load Balancer (vgl. 2.9.6) und die hier angesprochenen n-Tier Webarchitekturen sind somit eine Grundlage, diese Anpassungen an die jeweilige Lastsituation zu ermöglichen sowie im Weiteren den Ressourcenverbrauch der Anwendungen, unter der Nutzung von IaaS-Diensten bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen im Cloud Computing, dynamisch an die aktuelle Form der Nutzerlast anzupassen, um von den Vorteilen des Cloud Computings zu profitieren.

Die n-Tier-Architekturen als Anwendungsarchitektur folgen dem Entwicklungsprinzip der *Strukturierung* [Zarnekow 2007, S. 182]. Sie stellen als Architekturmittel eine Basisarchitektur im Software-Design dar [Vogel et al. 2009, S. 34/35]. Dabei findet bei n-Tier Architekturen eine Trennung einzelner Schichten (Tier) der Anwendung statt, wobei jede Schicht der darüberliegenden Schicht Dienste anbietet [Starke 2011, S. 44]. Diese einzelnen Schichten können auf

unterschiedlichen Systemknoten betrieben werden [Vogel et al. 2009, S. 226]. Die Trennung der einzelnen Schichten hat viele Vorteile hinsichtlich Flexibilität, Skalierbarkeit, Lastbalancierung und Fehlertoleranz [Dunkel et al. 2008, S. 222].

Die Trennung erfolgt, beispielsweise bei der 3-Tier-Architektur, zwischen der Benutzeroberfläche (Präsentationsschicht), der Geschäftslogik (Business-Object-Schicht) und der Datenhaltung (Persistenzschicht und Datenbankschicht) der Anwendung (siehe Abbildung 17) [Vogel et al. 2009, S. 225] [Masak 2005, S. 120/121].

Folgende Tabelle beschreibt die Schichten in einer 3-Tier-Architektur [Masak 2005, S. 120/121]:

Tabelle 6: Schichten in der 3-Tier-Architektur

Schicht	**Beschreibung**
Präsentationsschicht	Stellt alle notwendigen Informationen für die Benutzeroberfläche bereit
Business-Object-Schicht	Stellt die eigentliche Anwendungsschicht dar, mit der Verarbeitung der Geschäftsprozesse
Persistenz- und Datenbank-Schicht	Abbildung des Objektmodells aus der übergeordneten Schicht in einem meist relationalen Datenbankmodell und Datenhaltung in einer relationalen Datenbank

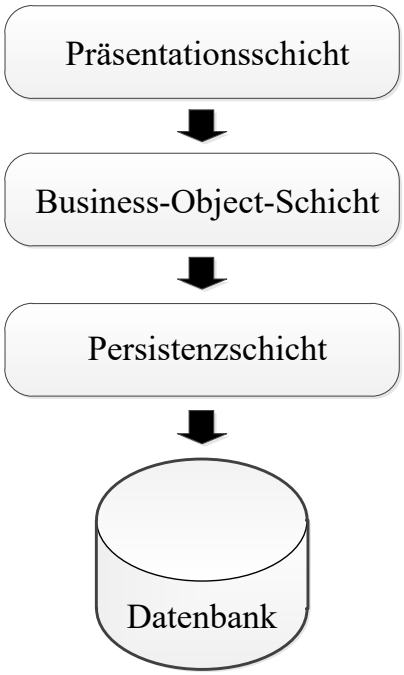


Abbildung 17: 3-Tier Architektur

In Anlehnung an Quelle: [Masak 2005, S. 120/121]

2.10 Lastanalyse und Systemüberwachung

Für die Überwachung, Planung und Analyse der Systemzustände und des Ressourcenverbrauchs von komplexen IT-Systemen stehen heutzutage vielfältige Möglichkeiten des sogenannten Monitorings zur Verfügung. Der Einsatz solcher Monitoring-Werkzeuge gestattet die Ressourcenplanung der überwachten IT-Systeme durch die Möglichkeit der Analyse von Auslastungsverläufen der Vergangenheit, Abschätzungen auf den zukünftigen Ressourcenbedarf dieser IT-Systeme zu treffen. Darüber hinaus ist durch ihre Verwendung die Möglichkeit gegeben, frühzeitig Veränderungen im Verhalten der überwachten Systeme zu erkennen oder kritische Zustände, die die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen, zu erfassen. Der Einsatz von Monitoring-Werkzeugen ist somit auch im Hinblick auf die Leistungserbringung beim Vorhandensein von Service Level Agreements (vgl. 2.9.1) wichtig.

An dieser Stelle soll stellvertretend kurz auf das Monitoring-Werkzeug *Nagios* eingegangen werden, welches sich in den letzten Jahren zu einem De-facto-Standard etabliert hat und als Open Source von einer großen Community von Entwicklern entwickelt und gepflegt wird [Laußer 2010, S. 13/14].

Mit *Nagios* ist es möglich, spontane Ausfälle kritischer Systeme frühzeitig zu erkennen und somit die Systeme stabil zu betreiben sowie weiterhin Abweichungen von Sollzuständen einzelner Systemkomponenten wie z.B. CPU, Arbeitsspeicherauslastung oder Festplattenfüllstand zu erfassen [Scherbaum 2009, S. 3/4]. Dadurch kann durch vorausschauendes Handeln die Verfügbarkeit wichtiger Systeme und des Netzwerks verbessert sowie diese Leistungsdaten dokumentiert werden sowie Abschätzungen zum zukünftigen Ressourcenverbrauch durch Vergangenheitsdaten getroffen werden [Scherbaum 2009, S. 3/4]. Dazu steht eine große Anzahl von Modulen (Plug-in) zur Überwachung verschiedenster Parameter unterschiedlichster Systeme zur Verfügung [Scherbaum 2009, S. 22]. Eine Weboberfläche informiert die Administratoren über den Status der einzelnen Systeme und Dienste [Laußer 2010, S. 31]. Weiterhin sind verschiedenste Arten der Benachrichtigung, z.B. E-Mail und SMS, konfigurierbar [Scherbaum 2009, S. 179]. Diese Zustände können vier verschiedene Stufen, in Abhängigkeit der vorgegebenen Sollwerte und dem Vergleich zum Prüfwert, annehmen: OK, WARNING und CRITICAL sowie UNKNOWN.

Weiterhin ist *Nagios* mittels entsprechender Module in der Lage, die Verläufe der ausgelesenen Werte über die Zeit grafisch darzustellen. Nachfolgende Abbildung 18 stellt die CPU-Auslastung eines Servers in den letzten 24h dar. Gut zu erkennen sind die jeweiligen Schwellwerte: WARNING bei 80% und CRITICAL bei 90%.

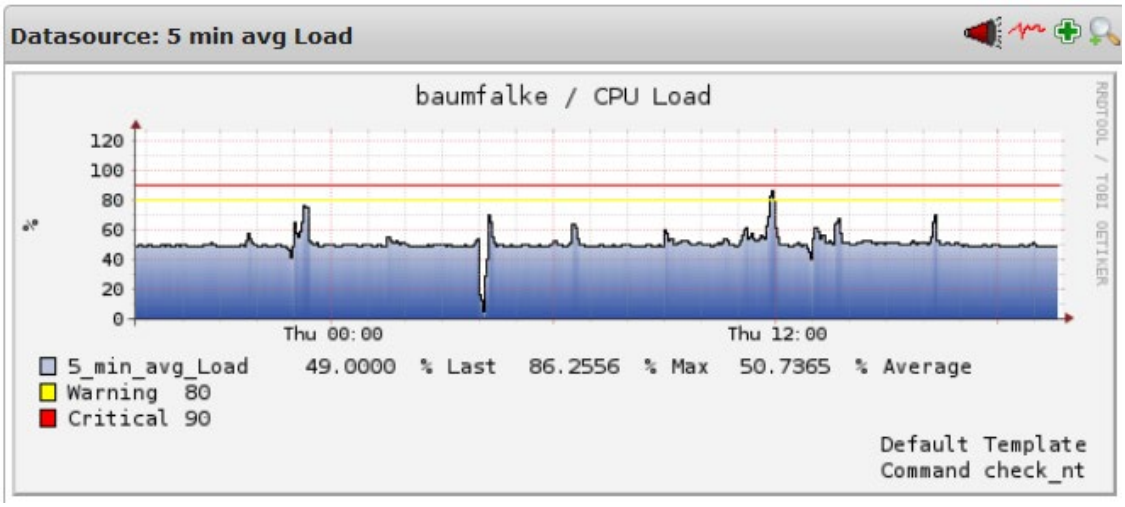


Abbildung 18: Auslastung der CPU einer virtuellen Maschine in 24h

Um den Systemzustand und die Auslastung von IT-Systemen zu überprüfen und kritische Zustände frühzeitig zu erkennen, existieren weitere Monitoringsysteme, teilweise frei verfügbar

als Open Source oder herstellergebunden, die an dieser Stelle zur Übersicht und Ergänzung in einer Tabelle aufgeführt sind (siehe Tabelle 7). Die hier gezeigte Liste an Monitoring-Werkzeugen nennt nur die bekannten Vertreter (Open Source) [Bigelow] sowie weitere proprietäre Systeme und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Tabelle 7: Weitere Monitoring-Werkzeuge

System	Bemerkung
Icinga (Open Source)	Abspaltung von Nagios 2009, daher mit Nagios grundsätzlich vergleichbarer Ansatz
OpenNMS (Open Source)	Freies Management-System zur Überwachung von komplexen Systemlandschaften, Java-basiert, arbeitet mit standardisierten Management Agenten, Unterstützung durch eine große Community [OpenNMS]
Spacewalk (Open Source)	Linux Monitoring-System für Red-Hat basierte Linux Distributionen, Unterstützung durch eine offene Community [Spacewalk]
Zabbix (Open Source)	Freies Management-System zur Überwachung von komplexen Systemlandschaften, umfangreiche grafische Oberfläche, Agenten-basiert, Unterstützung durch eine große Community [Zabbix]
Prometheus (Open Source)	Modernes freies Management-System speziell für skalierbare IT-Systeme, Zeitreihen-Datenbank, umfangreiche Weboberfläche und Datenvisualisierung [Prometheus]
Microsoft System Center (proprietär)	IT-Management-System mit umfangreichen Funktionen, die über das eigentliche Monitoring von physischen und virtualisierten heterogenen IT-Infrastrukturen hinausgehen, z.B. Inventarisierung, Softwareverteilung und Lizenzverwaltung [Microsoft System Center]
VMware vCenter Operations Manager	vCenter Opertations Manager von VMware erfasst Leistungsdaten von überwachten Software- und Hardwareressourcen von virtualisierten Um-

(proprietär)	gebungen (auf Basis von VMware) und ermöglicht voraussagende Analysen sowie Echtzeitinformationen bei Problemen der Systemlandschaft [VMware]

Zusätzlich zu den erwähnten Monitoring-Systemen stehen speziell im Bereich Cloud Computing durch die in Abschnitt 2.8 genannten Anbieter weitere Möglichkeiten zur Überwachung der betriebenen Cloud-Infrastrukturen zur Verfügung, die speziell an die jeweilige Cloud-Plattform des Anbieters angepasst sind. Exemplarisch hierfür werden die Möglichkeiten von Amazon AWS (vgl. 2.8.1) und Microsoft Azure (vgl. 2.8.2) vorgestellt:

2.10.1 Amazon CloudWatch

Amazon CloudWatch ist ein Werkzeug zur Überwachung von AWS Cloud-Ressourcen für Anwendungen, die Kunden auf AWS betreiben. *CloudWatch* kann Metriken, wie zum Beispiel über die CPU-Auslastung und Latenzen erfassen und Protokolldateien sammeln. Weiterhin kann man benutzerdefinierte Alarmierungen festlegen und automatisch auf Änderungen reagieren [Amazon AWS d].

Es besteht die Möglichkeit, eigene Metriken speziell auf die Anforderungen des Kunden abgestimmt zu erstellen. Dabei wird ein systemweiter Einblick in die Auslastung der Ressourcen, die Anwendungsleistung und die Integrität gewährt. Diese erzeugten Statistiken können als Diagramme angezeigt werden und unterstützen damit die Problembehandlung des Kunden, da Trends erkannt und entsprechende Entscheidungen (manuell oder automatisch) getroffen werden können. Darüber hinaus stehen die Funktionen der *Amazon CloudWatch* als API zur Verfügung, um automatisierte Szenarios zu unterstützen. Die Kosten von *CloudWatch* richten sich dabei nach dem Umfang der Überwachung und der zeitlichen Abfolge und sind in der Grundausprägung kostenlos [Amazon AWS d].

2.10.2 Microsoft Azure Monitor

Microsoft bietet für seine Azure IaaS-Plattform die Komponente *Azure Monitor* an, um die Cloud-Dienste des Kunden zu überwachen. Damit besteht die Möglichkeit, Leistungsmetriken, Nutzungsdaten, Aktivitäts- und Diagnoseprotokolle der Systeme zu erstellen und zu überwachen. Diese werden auf einem Dashboard dem Administrator des Kunden visuell aufbereitet zur Verfügung gestellt. Standardmäßig werden neue Cloud-Dienste mit einer geringen Über-

wachung konfiguriert. Bei dieser Überwachung werden Leistungsindikatoren des Hostbetriebssystems für die Rolleninstanzen (virtuelle Maschinen) gesammelt. Bei dieser minimalen Überwachung wird sich dabei auf CPU-Auslastung, Dateneingang, Datenausgang, Lese- und Schreibdurchsatz der Laufwerke beschränkt [Microsoft Azure i]. Darüber hinaus ist es kostenpflichtig möglich, eine ausführlichere Überwachung einzurichten, um genauere Analysen beim Betrieb der Systeme durchführen zu können [Microsoft Azure j]. Standardmäßig werden die Daten der Überwachungspunkte alle drei Minuten gelesen und zu Metriken zusammengeführt. Warnungen und Alarme auf Basis der Überwachungsmetriken können über E-Mail dem Administrator des Kunden gesendet werden. Dabei besteht die Möglichkeit, die Schwellwerte der jeweiligen Warnungen und Alarmmeldungen selbst zu definieren [Microsoft Azure i].

3 Informationsmanagement

Das Informationsmanagement hat sich sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis als eigenständiges Themengebiet entwickelt [Scheeg 2005, S. 9]. Es ist ein Teilbereich der Unternehmensführung mit der Aufgabe, den für die Unternehmensziele bestmöglichen Einsatz der Ressource Information zu gewährleisten [Krcmar 2011, S. VIII]. Dabei umfasst das Informationsmanagement alle Führungsaufgaben, die sich mit Informations- und Kommunikationssystemen im Unternehmen und IT-Organisationen befassen [Zarnekow et al. 2011, S. 5]. Der Begriff *IT-Organisation* bezieht sich hierbei sowohl auf unternehmensinterne als auch auf externe Einheiten, die im Rahmen ihrer Geschäftstätigkeit IT-Service-Dienstleistungen für interne bzw. externe Kunden anbieten [Zarnekow et al. 2011, S. 5]. Dies umfasst die Planung, Steuerung und Überwachung von Informationssystemen [Lassmann et al. 2006, S. 291]. Dabei werden Informationssysteme als sozio-technische Systeme verstanden, die Informationen erzeugen und verarbeiten können [Lassmann et al. 2006, S. 291].

Lassmann et al. beschreiben die Aufgaben des Informationsmanagements anhand dreier Ebenen [Lassmann et al. 2006, S. 291/292]:

- *Strategische Aufgabenebene*: Entwicklung der IT-Strategie durch Definition der Zielrichtung für den Einsatz der Informationsinfrastruktur zur Unterstützung der Unternehmensziele
- *Administrative Aufgabenebene*: Setzt die Vorgaben der IT-Strategie zur Systementwicklung um
- *Operative Aufgabenebene*: Umfasst die Aufgaben zur Sicherung der Funktionsfähigkeit der IT-Infrastruktur

In der Literatur finden sich einige Beispiele für die Gestaltung von Modellen von Informationsmanagementsystemen mit Zielen, Aufgaben und Instrumenten, auf die für einen tieferen Einblick in das Thema Informationsmanagement verwiesen wird:

- Integriertes Informationsmanagement nach Zarnekow (vgl. 3.1) [Zarnekow et al. 2005]
- Informationsmanagement nach Brenner [Brenner 1994]
- Informationsmanagement nach Heinrich und Lehner [Heinrich / Lehner 2005]
- Informationsmanagement nach Krcmar [Krcmar 2011]

3.1 Integriertes Informationsmanagement

Laut Zarnekow et al. umfasst das Informationsmanagement alle Führungsaufgaben im Umgang mit Informations- und Kommunikationssystemen im Unternehmen im Allgemeinen und für IT-Organisationen im Besonderen. Dabei treten IT-Organisationen sowohl als unternehmensinterne (z.B. interne Fachbereiche) als auch als externe Einheiten auf dem freien Markt in Erscheinung, um IT-Services (Hardware, Software, Dienstleistungen) anzubieten. Dadurch haben sich die Interaktionsmodelle zwischen IT-Organisation als Leistungserbringer (IT-LE) und internen sowie externen Kunden als Leistungsabnehmer (IT-LA) aufgrund der zunehmenden Dienstleistungsorientierung weiterentwickelt. Die traditionelle projekt- und aufgabenbezogene Zusammenarbeit verändert sich hin zu einer marktorientierten Kunden-Lieferantenbeziehung [Zarnekow et al. 2011, S. 5].

An dieser Stelle soll beispielhaft kurz auf das Integrierte Informationsmanagementmodell nach Zarnekow et al. als ein Vertreter der Informationsmanagementmodelle eingegangen werden [Zarnekow et al. 2005]. Zarnekow et al. verbinden die Kunden-Lieferanten-Beziehung mit dem Supply Chain Management zum Integrierten Informationsmanagement [Zarnekow et al. 2005]. Es stellt zentrale Managementprozesse eines IT-Dienstleisters mittels eines Source-Make-Deliver-Ansatzes dar. Kern des Modells bilden die Aufgaben zur IT-Leistungserbringung und IT-Leistungsabnahme und betrachtet den gesamten Wertschöpfungsprozess samt Lieferanten und Kunden (siehe Abbildung 19) [Zarnekow et al. 2005, S. 68] [Zarnekow et al. 2011, S. 5].

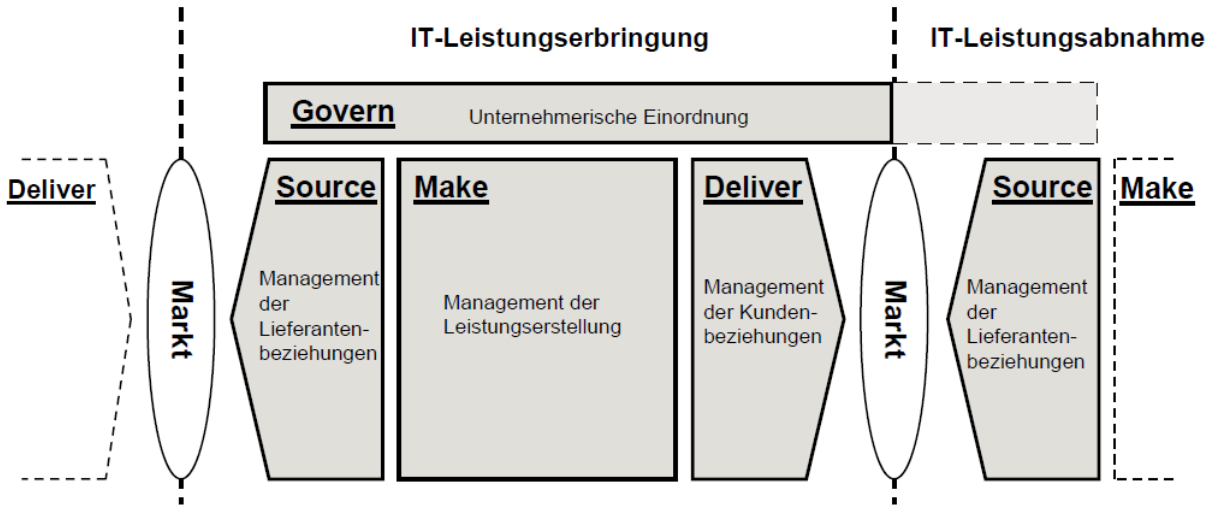


Abbildung 19: Gesamtmodell des integrierten Informationsmanagements (IIM-Modell)

Quelle: [Zarnekow et al. 2005, S. 68]

Die IT-Leistungsabnehmer kaufen IT-Leistungen in Form von IT-Produkten vom IT-Leistungserbringer und bilden eine Kunden-Lieferanten-Beziehung, die über einen Markt abgewickelt wird. Leistungsabnehmer sind in der Regel Geschäftsbereiche eines Unternehmens und die Leistungserbringung erfolgt durch einen IT-Dienstleister. Befinden sich beide innerhalb eines Unternehmens, existiert zwischen beiden ein unternehmensinterner Markt. Wohingegen bei externen Leistungserbringern ein externer Markt besteht [Zarnekow et al. 2005, S. 68].

Die Beschaffung (Source-Prozess) im Sinne des IT-LE beinhaltet das Management aller Lieferantenbeziehungen und deren Aufgaben [Zarnekow et al. 2011, S. 6]. Die Beschaffung (Source-Prozess) im Sinne des IT-LA bildet die Schnittstelle zum Leistungserbringer [Zarnekow et al. 2005, S. 68].

Die über die Beschaffung zugeführten Ressourcen fließen in den Leistungserstellungs- bzw. Produktionsprozess des IT-LE ein, der diese wiederum zu absatzfähigen IT-Services umwandelt [Zarnekow et al. 2011, S. 6]. Die Produktion (Make-Prozess) umfasst alle Aufgaben, die zum Management der IT-Leistungserstellung erforderlich sind [Zarnekow et al. 2005, S. 69]. In deren Fokus stehen dabei eine effiziente Planung, Entwicklung und Produktion der IT-Services [Zarnekow et al. 2011, S. 7].

Vertrieb und Kommunikation (Deliver-Prozess) beinhalten alle Aufgaben zum Management der Kundenbeziehungen im Zuge der angebotenen IT-Dienstleistungen. Dabei müssen die Bedürfnisse des Kunden in interne Anforderungen an die IT-Leistungserstellung übertragen werden, um kundengerechte IT-Services zu erbringen [Zarnekow et al. 2011, S. 7].

IT-Governance (Govern-Prozess) ist als Querschnittsprozess für die übergeordneten Führungsaufgaben, die Organisationsstrukturen sowie Prozesse einer strategischen Gesamtplanung verantwortlich [Zarnekow et al. 2005, S. 69]. Sie stellt damit die Unterstützung der Geschäftsprozesse sowie -ziele durch den zweckmäßigen Einsatz von IT-Systemen und IT-Services und den verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen und Risiken sicher [Zarnekow et al. 2011, S. 6]. Sollten sich IT-Leistungserbringer und IT-Leistungsabnehmer innerhalb eines Unternehmens befinden, kann eine übergreifende Governance existieren, die für beide Seiten Gültigkeit hat [Zarnekow et al. 2005, S. 69].

3.2 IT-Produktlebenszyklus

In den nachfolgenden Abschnitten soll die Einordnung nach Aufgaben und Verfahren der Bereiche IT-Entwicklung und IT-Betrieb anhand des Lebenszyklus von IT-Produkten dargestellt werden.

IT-Produkte durchlaufen, wie andere Produkte, einen Lebenszyklus [Zarnekow et al. 2005, S. 41]. Im Bereich der IT findet man dabei hauptsächlich Konzepte zu Lebenszyklusmodellen für das Management in der Softwareentwicklung. Modelle von der Planung bis zur Außerbetriebnahme von IT-Produkten existieren dabei innerhalb des Informationsmanagements äußerst selten [Zarnekow et al. 2005, S. 42].

Ein Beispiel eines solchen ganzheitlichen Lebenszyklus von Informations- und Softwaresystemen beschreibt Baumöl [Baumöl 1998, S. 145]: *„Ähnlich wie Produkte, kann man die Lebenszeit eines betrieblichen Informationssystems in einen mehrphasigen Lebenszyklus einordnen: dem sogenannten Informationslebenszyklus. Eine Unterteilung der Phasen in ihre Grobstruktur könnte zum Beispiel wie folgt aussehen“:*

- *„Entwurf einer Anforderungsdefinition und Planung des Systems“*
- *„Entwicklung der Komponenten und Integration zu einem Gesamtsystem“*
- *„Einführung, Betrieb und Wartung“*
- *„Neuentwicklung, wobei dann das alte System wegfällt oder Recycling des Altsystem (IVb)s, hier erlebt das System eine „Renaissance“ und der Lebenszyklus beginnt von vorn“*

Auch Zarnekow et al. unterteilen den Lebenszyklus von IT-Produkten und IT-Anwendungssystemen in mehrere Phasen [Zarnekow et al. 2005, S. 43/44 und 138]. Dabei sind für IT-Produkte die Perspektive des Leistungserbringers und die Perspektive des Absatzmarktes für die Lebenslaufbetrachtung möglich [Zarnekow et al. 2005, S. 43/44]. Abbildung 20 stellt den Lebenszyklus aus der herstellerorientierten Perspektive dar.

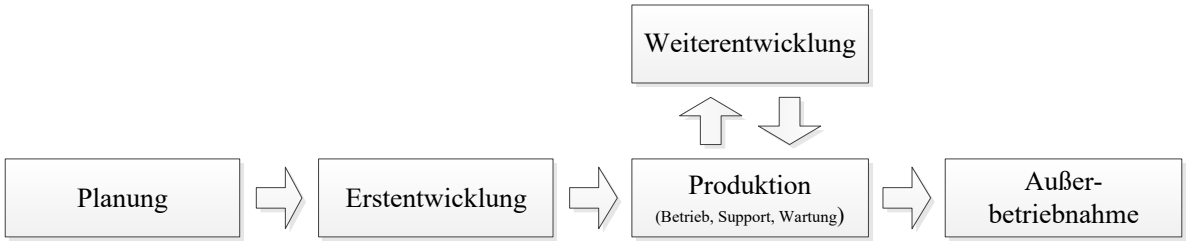


Abbildung 20: Lebenszyklus von IT-Produkten und IT-Anwendungssystemen

In Anlehnung an Quelle: [Zarnekow et al. 2005, S. 44 und 139]

Dieser Lebenszyklus beginnt mit einer Planungsphase, gefolgt von der Phase der Erstentwicklung. Die Erstentwicklung beinhaltet hierbei neben der eigentlichen Entwicklung auch Testleistungen. Anschließend beginnt die Phase der Produktion des IT-Produktes einschließlich des Betriebs der Produktionsinfrastruktur (z.B. Server, Netzwerke, Produktsupport und Wartung). Daran parallel angeschlossen findet die Weiterentwicklung des IT-Produktes (z.B. neue Kundenanforderungen und funktionale Erweiterungen) statt. Mit der Außerbetriebnahme, als letzte Phase, endet der Lebenszyklus des IT-Produktes bzw. IT-Anwendungssystems [Zarnekow et al. 2005, S. 43/44].

Die oben genannten Phasen können mit konkreten Aufgaben versehen werden [Zarnekow et al. 2005, S. 139]:

Tabelle 8: Aufgaben innerhalb der Lebenszyklusphasen eines IT-Anwendungssystems

Lebenszyklusphase	**Aufgabe**
Planung	Projektplanung Grobkonzept Prototyp
Erstentwicklung/Weiterentwicklung	Fachkonzeption Systemdesign Systementwicklung Integration Test Installation/Einführung
Produktion	Schulung Laufender Betrieb

	Korrigierende Wartung Anwendungssupport
Außerbetriebnahme	Entsorgung physischer Komponenten Datensicherung für Folgeverwendung Datenmigration

Anhand dieser Phasen soll nachfolgend auf Verfahren in der IT-Entwicklung und dem IT-Betrieb eingegangen werden. Die ersten beiden Phasen sind der IT-Entwicklung zuzuordnen und es werden verschiedene Vorgehensmodelle innerhalb dieser Phasen vorgestellt. Die dritte und vierte Phase wird vom IT-Betrieb verantwortet. Auch hier werden Ansätze zu den verwendeten Verfahren dargestellt.

Exkurs TCO

Als TCO „Total Cost of Ownership“ wird ein von der Gartner Group entwickeltes Modell bezeichnet, demzufolge beim Erfassen der tatsächlichen Kosten verteilter Informationssysteme alle Faktoren berücksichtigt werden [Großmann / Koschek 2005, S. 318]. Beim TCO-Ansatz werden die IT-Kostenstrukturen durch eine vollständige Erfassung der Kosten analysiert, die bei Beschaffung, Bereitstellung und Entsorgung von IT-Komponenten entstehen [Gadatsch 2012, S. 44ff]. Bedeutung erlangte das Konzept 1987 durch Bill Kirwin, als dieser für die Gartner-Group eine Methode zur Ermittlung der gesamten resultierenden Belastungen, die aus IT-Investitionen entstehen, erarbeitete [Schmidt / Vieregge]. Das TCO Konzept ist verwandt mit dem Konzept „Real Cost of Ownership (RCO)“ und dem „Lowest Cost of Ownership (LCO)“ [Gadatsch / Mayer 2006 S. 89ff].

Beim TCO-Ansatz wird zwischen direkten Kosten und indirekten Kosten unterschieden. Direkte Kosten (z.B. Anschaffungskosten) sind für die Verantwortlichen transparent und sichtbar, wohingegen indirekte Kosten (z.B. durch Fehlbedienung) sich der Beeinflussung entziehen [Gadatsch 2012, S. 44ff].

Zu den direkten Kosten gehören unter anderem Anschaffungskosten sowie Kosten der Beschaffungsprozesse, Aufwände für die Installation von Hard- und Software, Schulungskosten, Wartungskosten und Raumkosten. Indirekte Kosten werden durch Produktivitätsverluste der Mitarbeiter und durch Ausfallzeiten verursacht. [Gadatsch 2012, S. 44ff].

Der TCO-Ansatz wurde mithilfe verschiedener Modelle in der Praxis umgesetzt und findet neben der Informationstechnik auch im Automobil- und Maschinenbau Anwendung [Schmidt / Vieregge]. In der Praxis fehlt es aber immer noch an einer einheitlichen Methodik und nachvollziehbaren Praxisstudien [Gadatsch 2012, S. 44ff].

Vorteilhaft ist beim TCO-Ansatz die vollständigere Erfassung der IT-Kosten, als dies im Vergleich zur klassischen Kostenrechnung möglich wäre. Kostenreduktionen sind durch eine höhere Kostentransparenz erleichtert [Gadatsch / Mayer 2006 S. 89ff].

Trotz der Vorteile werden auch Nachteile am TCO-Ansatz gesehen. Dazu zählen, dass der Nutzen bzw. die Erlöse keine Beachtung finden, weiterhin dass das TCO-Konzept „*im Vergleich zu dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung eine rein statische Rechnung*“ darstellt, die keine Zeitpunkte der Zahlungen berücksichtigt. Zusätzlich werden, aufgrund der technikzentrierten Sichtweise, keine Personalkosten von IT-gestützten Prozessen berücksichtigt [Gadatsch / Mayer 2006 S. 89ff].

3.2.1 Erste und zweite Phase: Planung, Erstentwicklung/Weiterentwicklung

IT-Entwicklung umfasst die Erstellung und Weiterentwicklung von Software unter dem Einsatz der Ressource Technologie und Personal [Scheeg 2005, S. 16] [Broy et al. 2000]. Die nachfolgenden Ausführungen geben einen Überblick über häufige in der Softwareentwicklung angewendete Vorgehensmodelle. Diese Modelle zeigen Verfahren zum Ablauf der Entwicklung eines Software-Systems auf [Hanser 2010, S. 1].

Wasserfallmodell

Das Wasserfallmodell stellt das älteste Modell zur Softwareentwicklung dar und wurde 1970 erstmals dargestellt [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 23]. Bei diesem Modell werden die Er-

gebnisse einer Phase in die nächste Phase überführt (siehe Abbildung 21). Dabei sind die Phasen streng voneinander getrennt und jede Phase muss abgeschlossen werden, bevor eine neue Phase beginnt [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24]. Nachteilig an diesem Modell ist, dass es bei umfangreichen Projekten aufgrund der fehlenden Rücksprungmöglichkeit auf vorhergehende Phasen nur schwer angewendet werden kann [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24]. Weiterhin ist keine Möglichkeit des Risikomanagements im Wasserfallmodell implementiert [Ahrendts / Marton 2008, S. 159].

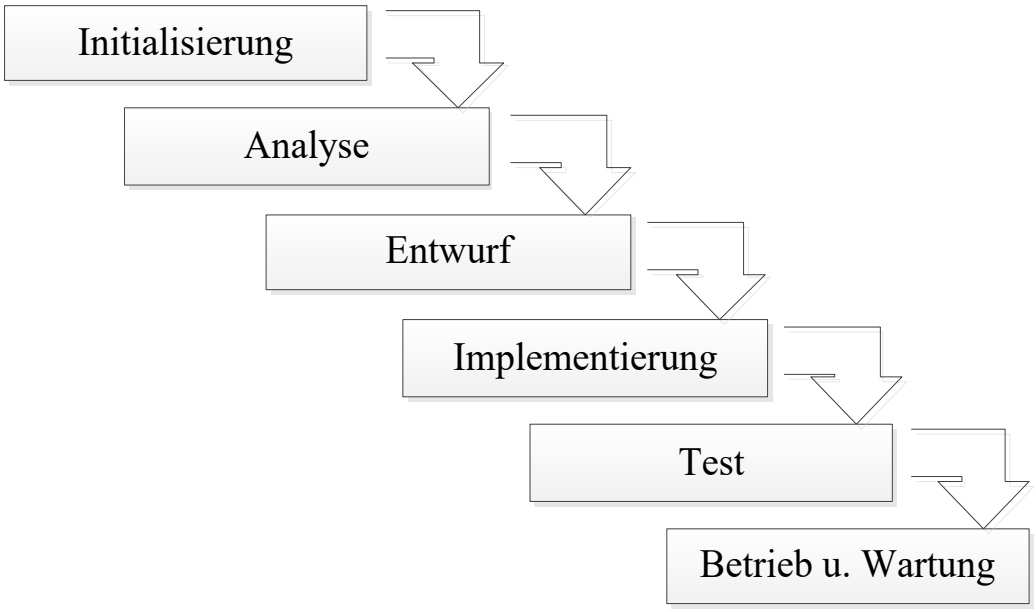


Abbildung 21: Wasserfallmodell

In Anlehnung an Quelle: [Ahrendts / Marton 2008, S. 159]

Spiralmodell

Das Spiralmodell folgt einem stärkeren iterativen Charakter und setzt dabei auf die stetige Wiederholung einzelner Phasen (siehe Abbildung 22) [Ahrendts / Marton 2008, S. 161]. Da sich Anforderungen verändern und erweitern können, wenn Projekte über längere Zeit laufen, wird in diesem Modell das Wasserfallmodell fortlaufend wiederholt und durchläuft dabei die iterativen Zyklen [Ahrendts / Marton 2008, S. 161] [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 26]:

1. Im ersten Schritt die Festlegung von Zielen und Rahmenbedingungen, im späteren Projektverlauf detaillierte Ziele für einzelne Systemkomponenten
2. Bewertung von Alternativen und im späteren Verlauf alternativer Details
3. Fertigstellung, Umsetzung und Abnahme der gewählten Alternativen

4. Planung des nächsten Zyklus nach Fertigstellung des aktuellen Zyklus

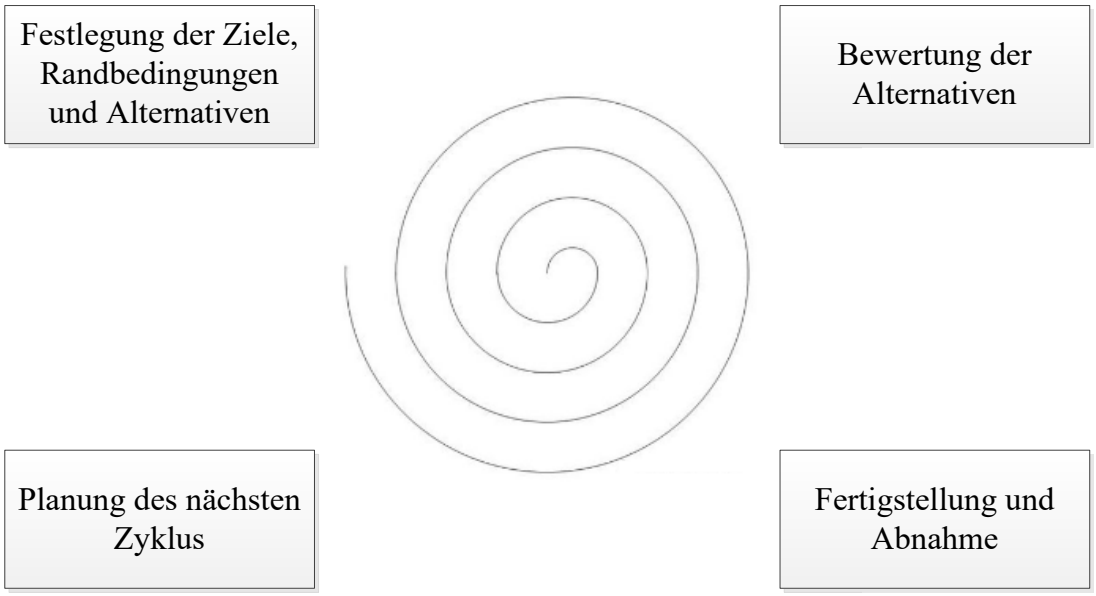


Abbildung 22: Spiral-Modell

In Anlehnung an Quelle: [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 26]

V-Modell

In den 1980er Jahren wurde das Wasserfallmodell erweitert [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24]. Anfang der 1990er Jahre wurde dieses Modell zum V-Modell XT (eXtreme Tailoring) weiterentwickelt [Ahrendts / Marton 2008, S. 163]. Beim klassischen V-Modell (siehe Abbildung 23) wird das Wasserfallmodell auf der linken Seite mit jeweils passenden Tests auf der rechten Seite ergänzt [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24]. Die einzelnen Module werden zu Komponenten zusammengefasst und mittels eines Integrationstest überprüft [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24]. Im Anschluss werden die Komponenten im Systemtest auf ihre gemeinsame Funktionsfähigkeit hin getestet [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24]. Dieses Vorgehensmodell eignet sich aufgrund seiner detaillierten Vorgehensweise auch für die Durchführung umfangreicherer Projekte [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 24].

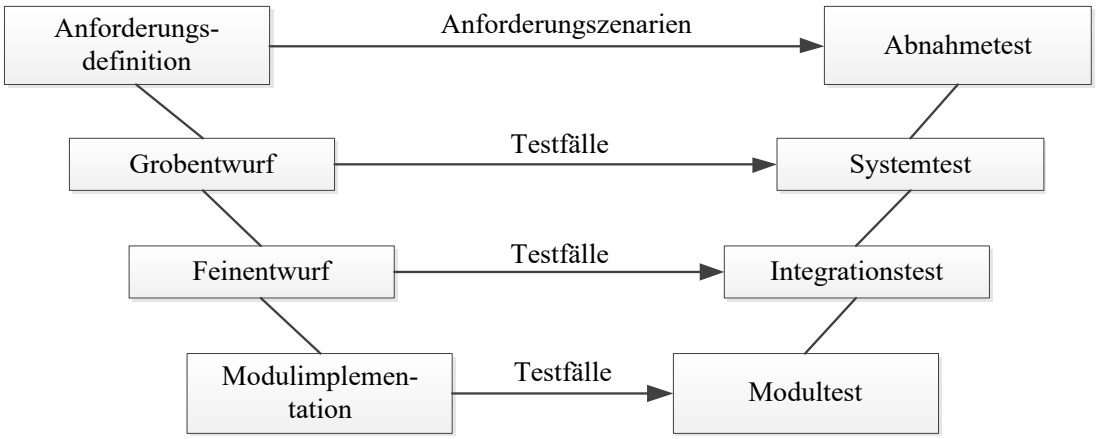


Abbildung 23: V-Modell

In Anlehnung an Quelle: [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 26]

Durch die Erweiterung zum V-Modell XT (siehe

Abbildung 24) soll die Brücke zu agilen Softwareentwicklungsansätzen geschlagen werden. Dies wird über den Zuschnitt des Modells mit der Berücksichtigung der individuellen Projektvorgaben, wie auch der Name eXtreme Tailoring ausdrückt, ermöglicht [Ahrendts / Marton 2008, S. 163].

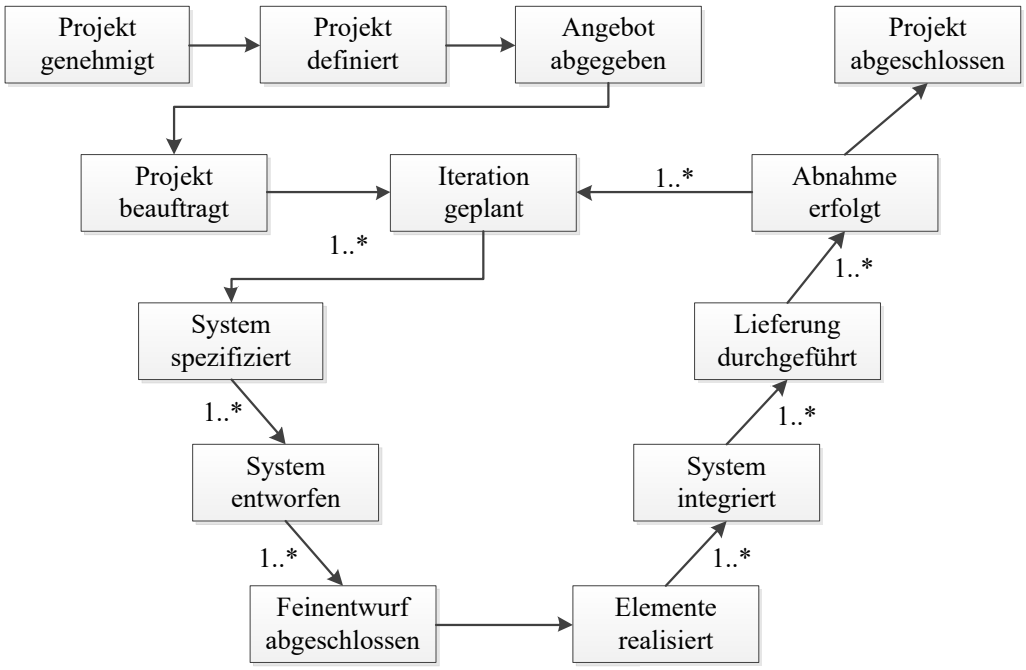


Abbildung 24: V-Modell XT

In Anlehnung an Quelle: [Ahrendts / Marton 2008, S. 164]

Agile Vorgehensmodelle

Älteren Methoden, wie die zuvor genannten Modelle, sagt man aufgrund des hohen Lernaufwands und großer Modelldokumentationen sowie einer starken Bindung an den Phasendurchlauf eine gewisse Beschwerlichkeit nach [Hanser 2010, S. V]. In den letzten Jahren werden immer öfter sogenannte agile Vorgehensmodelle verwendet. Bekannte Vertreter der Gruppe agiler Vorgehensweisen in der Softwareentwicklung sind das *Extrem Programming* und *Scrum*.

Extrem Programming ist ein Modell, das sehr flexibel auf Änderungen reagiert, indem sich komplett auf die Programmierung konzentriert wird. Beispielsweise erfolgt in vielen Fällen keine detaillierte Dokumentation des erstellten Softwareproduktes, da der Aufwand zur Erstellung und Pflege solcher Dokumentationen sehr hoch ist, vielmehr wird versucht den Quelltext gut zu dokumentieren sowie Softwarestandards einzuhalten [Brandt-Pook / Kollmeier 2015, S. 27].

Scrum unterscheidet sich zum Extrem Programming dahingehend, dass es sich um eine Projektmanagementmethode handelt, die zunehmend auch in der Softwareentwicklung Anwendung findet. Sie wurde in den frühen 1990er Jahren entwickelt und besteht aus drei wichtigen Rollen [Hanser 2010, S. 61ff]:

- Product Owner – *übernimmt die Sicht des Endkunden*
- Team – *entwickelt die Software selbstorganisiert*
- Scrum Master – *überwacht die Einhaltung der Scrum-Regeln*

Die klassische Rolle des Projektmanagers fehlt innerhalb von Scrum. Scrum regelt den Projektablauf in Form von Sprints. Innerhalb eines Sprints werden zuvor festgelegte Aufgaben, genannt Storys, innerhalb des Entwicklungsteams abgearbeitet. Der Ablauf eines Scrum-Projektes folgt einer festgelegten Methodik regelmäßiger Meetings innerhalb des Teams sowie mit einem Product Owner [Hanser 2010, S. 68]. Für einen tieferen Einblick in agile Vorgehensmodelle sei an dieser Stelle auf das Buch *Agile Prozesse: Von Xp über Scrum bis MAP* von Eckhart Hanser [Hanser 2010] als weiterführende Literatur verwiesen.

3.2.2 Dritte Phase: Produktion

Die dritte Phase *Produktion* liegt im Verantwortungsbereich des IT-Betriebs. Der IT-Betrieb wird oftmals auch als *IT-Services*, *IT-Operations* oder *IT-Produktion* bezeichnet.

Die IT-Produktion umfasst dabei den Betrieb von Anwendungssystemen unter dem Einsatz von Technologie (Hardware- und Anwendungssysteme) und Personal. Im Gegensatz zur IT-Entwicklung haben sich in der IT-Produktion weniger Strukturvorschläge zur Prozessgestaltung etabliert. Es dominieren vielmehr aufgabenorientierte Beschreibungen [Scheeg 2005, Seite 20].

Ein bekanntes Beispiel zur Beschreibung der Prozesse und Aufgaben im IT-Betrieb ist das *ITIL Framework*. Das ITIL Framework ist ein seit Jahren bewährter Prozessstandard für das IT-Service-Management und liegt seit 2007 in der Version 3 im Auftrag des britischen Office of Government Commerce (ODC) vor [Böttcher 2008, S. XI]. Es stellt als eine historisch gewachsene Bibliothek einen umfassenden und allgemein verfügbaren Leitfaden für das IT-Service Management dar [Ebel 2013, S. 9]. Durch seine Bedeutung aufgrund der Herstellerunabhängigkeit sowie die Bereitstellung von Best-Practices, die ITIL mittlerweile übernommen hat, stellt es einen De-facto-Standard dar [Huber 2011, S. VII]. Durch die operative Relevanz der Best-Practices sowohl für kleine IT-Betriebsabteilungen wie auch für große Service Provider wird dieser Erfolg hervorgerufen [Böttcher 2008, S. XI]. Die IT-Produktion und der IT-Support werden in ITIL V3 durch den gesamten IT-Lebenszyklus von Strategieentwicklung über die Systemeinführung bis hin zum Systembetrieb abgedeckt [Huber 2011, S. 47]. Dafür gliedert sich ITIL V3 in fünf Lebenszyklusphasen bzw. Hauptbereiche (siehe Abbildung 25) [Böttcher 2008, S. 2-4].

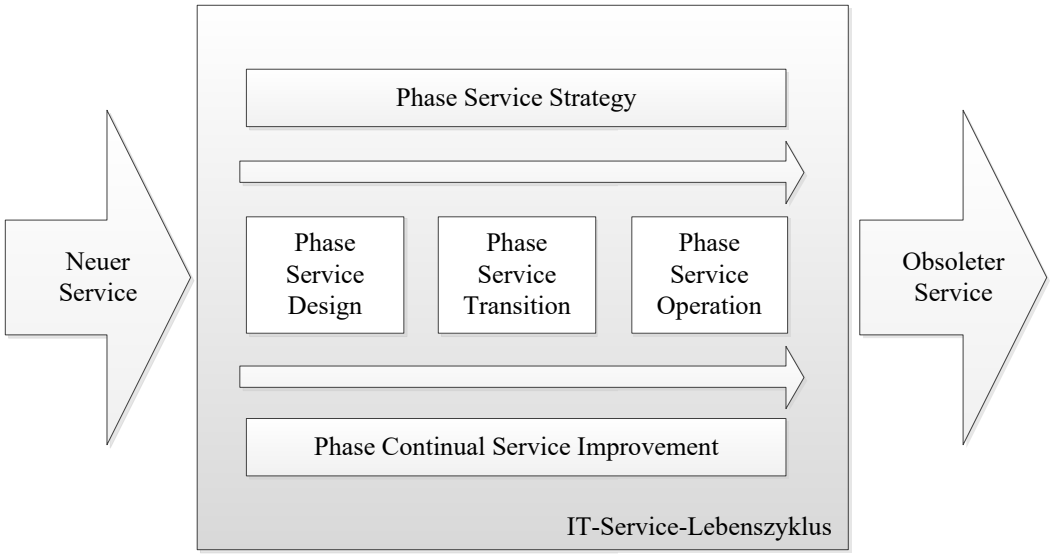


Abbildung 25: Lebenszyklusmodell bei ITIL V3

In Anlehnung an Quelle: [Böttcher 2008, S. 3]

Folgende fünf Hauptbereiche werden in ITIL V3 beschrieben und hier mit ausgewählten Aufgaben versehen [vgl. Huber 2011, S. 49] [vgl. Böttcher 2008, S. 13ff]:

- ***Service Strategy:*** Strategieentwicklung, Gestaltung IT-Servicemanagement bei IT-Dienstleistern und Gestaltung von IT-Serviceportfolios sowie Finanzmanagement

  Ausgewählte Aufgaben:

  - ***Service Portfolio Management:*** Festlegung, welches Serviceangebot die IT-Organisation entwickelt und anbietet
  - ***IT Financial Management:*** die Schaffung von Kostentransparenz für die Überwachung der Leistungserstellung sowie Zurechnung von Kosten auf die IT-Services zum Zweck der Abrechnung
- ***Service Design:*** Konzeption und Design von IT-Services, Definition von Rahmenbedingungen für den Betrieb von IT-Services

  Ausgewählte Aufgaben:

  - ***Service Level Management:*** verhandelt und dokumentiert entsprechende Servicequalitäten bzw. Leistungsniveaus mit den IT-LA
  - ***Capacity Management:*** Sicherstellung der optimalen Kapazität von IT-Services und den dazu benötigten IT-Ressourcen damit stets die ausreichenden Kapazitäten vorhanden und diese ausgelastet sind sowie adäquate Sicherheitsreserven existieren
  - ***Information Security Management:*** leitet die IT-Sicherheitserfordernisse aus Complicance-Anforderungen, gesetzlichen Vorschriften sowie Sicherheitsrichtlinien des Unternehmens ab und bildet daraus notwendige Maßnahmen zum Schutz der Informationen des Unternehmens
- ***Service Transition:*** Realisierung neuer und Veränderung bestehender IT-Services inkl. Qualitätssicherung und Systemeinführung

  Ausgewählte Aufgaben:

  - ***Change Management:*** Steuerung und Dokumentation aller Veränderungen an den IT-Komponenten über den gesamten Informationssystemlebenszyklus
  - ***Service Asset und Configuration Management:*** hat den Zweck, alle IT-Vermögenswerte sowie IT-Konfigurationen zu identifizieren, zu dokumentieren und zu verwalten

- ***Service Operations:*** Betrieb/Administration von IT-Services. Wiederherstellung von Services im Fehler- und Problemfall

  Ausgewählte Aufgaben:

  - ***Event Management:*** die Auswirkungen von Störungen in der IT-Infrastruktur auf die Geschäftsprozesse und -ziele minimieren, IT-Komponenten mit Störungen frühzeitig erkennen, proaktive Identifizierung von Störungsursachen sowie durchgehende Kontrolle aller kritischen IT-Komponenten
  - ***Incident Management:*** Sicherstellung eines möglichst fehlerfreien Betriebs der Informationssysteme, schnellstmögliche Behebung und Minimierung negativer Auswirkungen der Störungen
- ***Continual Service Improvment***: systematische Verbesserung der Servicequalität, der verwendeten Prozesse, Ressourcen und Methoden

  Ausgewählte Aufgaben:

  - Sicherstellung der Einhaltung der SLAs
  - Sicherstellen des Leistungsniveaus der Management-Prozesse
  - Überprüfung und Einhaltung von Prozessvorgaben
  - Ableiten und Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen

3.2.3 Vierte Phase: Außerbetriebnahme

Die vierte Phase beschreibt das Ende des Lebenszyklus von Informationssystemen, in dem entweder die Außerbetriebnahme oder die Ablösung/Migration des Altsystems als Aufgabe anstehen [Baumöl 1998, S. 146]. In dieser Phase können beide Bereiche IT-Betrieb und IT-Entwicklung benötigt werden, beispielsweise wenn Anpassungen am Alt- oder Nachfolgesystem zur Datenübernahme benötigt werden, kann die IT-Entwicklung den IT-Betrieb unterstützen.

3.3 IT-Produkt- und IT-Leistungsbegriff

Produkte stellen absatzwirtschaftliche Leistungen dar, die beim Kunden bzw. Konsumenten ein Bedürfnis befriedigen und einen Nutzen stiften [Scheeg 2005, S. 27] [Zarnekow 2007, S. 39]. Der Unterschied zu einer beliebigen Leistung ist der zwingende Nutzen eines Produktes für den Kunden [Zarnekow 2007, S. 39]. Bevor in Unternehmen die Trennung zwischen IT-LE (IT-Leistungserbringer) und IT-LA (IT-Leistungsabnehmer) gezogen wurde, lag der Erzeugung von IT-Leistungen meist keine Produktdefinition zugrunde [Scheeg 2005, S. 27] [Zarnekow

2007, S. 39]. Die IT-Abteilung gab IT-Leistungen als Unterstützungsleistungen an andere Organisationseinheiten ab und hatte den vergleichbaren Status der allgemeinen Verwaltung im Unternehmen [Scheeg 2005, S. 27] [Zarnekow 2007, S. 39]. Durch Schaffung einer Kunden-Lieferanten-Beziehung zwischen IT-LE und IT-LA wurde es erforderlich, Produkte zu definieren [Zarnekow 2007, S. 39]. Anstatt einer einheitlichen Produktdefinition entwickelten sich für IT-Entwicklung und IT-Produktion unterschiedliche Produktsichten [Zarnekow 2007, S. 39]. Die IT-Entwicklung betrachtete die von ihr erstellten IT-Anwendungsprogramme oder durch sie bereitgestellten Entwicklungsressourcen als ihre Produkte, wohingegen die IT-Produktion technische Leistungsgrößen, wie bspw. „MIPS“, „Gigabyte Speicherplatz“ oder „Gigabyte übertragene Daten“ als ihre Produkte ansah [Scheeg 2005, S. 27] [Zarnekow 2007, S. 39]. Ersichtlich ist, dass beide Produktdefinitionen auf einer faktorbasierten Sichtweise fußen [Zarnekow 2007, S. 39].

Zarnekow beschreibt besondere Merkmale von IT-Produkten [Zarnekow 2007, S. 51]:

- IT-Produkte werden meist über einen längeren Zeitraum von Anwendern genutzt. Für die Produktion bedeutet dies, dass die Produkte und die darin gebündelten IT-Leistungen über einen längeren Zeitraum produziert werden müssen.
- IT-Produkte unterliegen in ihrer Nutzungsdauer vielen Änderungen. Da sich die funktionalen und qualitativen Anforderungen des Kunden häufig ändern, müssen diese modifiziert werden.
- Zwischen verschiedenen IT-Produkten bestehen starke Abhängigkeiten und Interdependenzen. Dies ist auf die enge Verzahnung und Integration in die Geschäftsprozesse des Kunden beim Einsatz dieser IT-Produkte zurückzuführen.

Weiterhin stellt Zarnekow drei Entwicklungsstufen für IT-Produkte entlang der Geschäftsorientierung dar (siehe Abbildung 26) [Zarnekow et al. 2004, S. 44] [Scheeg 2005, S. 28/29]:

- Stufe 1: „*ressourcenorientierte IT-Produkte*“ - In dieser untersten Stufe werden die, durch die IT-Abteilung bereitgestellten Ressourcen zu IT-Produkten erhoben (beispielsweise das IT-Produkt „1 Personentag Entwicklung“ oder „Bereitstellung von 1 GB Speicherplatz“). Aus Sicht des IT-LA handelt es sich nicht um Produkte nach dem Produktbegriff. Der IT-LA kombiniert derartige Leistungen, um seinen Bedarf zu decken.
- Stufe 2: „*lösungsorientierte IT-Produkte*“ - Auf dieser Stufe sind IT-Produkte einzelne IT-Lösungen mit Bezug zu den geschäftlichen Anforderungen des IT-LA (beispielsweise die Bereitstellung eines Systems zur Rechnungserstellung oder eine CAD-Lösung

für Konstruktionen). Aus Sicht des IT-LA bildet diese Form des IT-Produktes einen ersten Schritt in Richtung einer geschäftsorientierten Zusammenarbeit mit dem IT-LE.

- Stufe 3: „*prozessorientierte IT-Produkte*“ - Produkte dieser Form sind für den IT-LA eine Geschäftsprozessunterstützung. Der IT-LA wählt diese Form, weil solche Produkte ihm einen Nutzen bei der Abwicklung seiner Prozesse stiften. Beispielsweise ist ein Produkt dieser Form „IT-Unterstützung einer Gehaltsabrechnung“. Derartige Produkte können aus einer Vielzahl von IT-Leistungen bestehen.
- Stufe 4: „*Geschäftsproduktorientierte IT-Produkte*“ - Hierbei werden die IT-Produkte des IT-LE in Produkte des IT-LA integriert. Beispiele lassen sich an dieser Stelle in der Unterhaltungselektronik oder in der Automobilbranche (Telematic-Anwendungen moderner KFZ) finden.

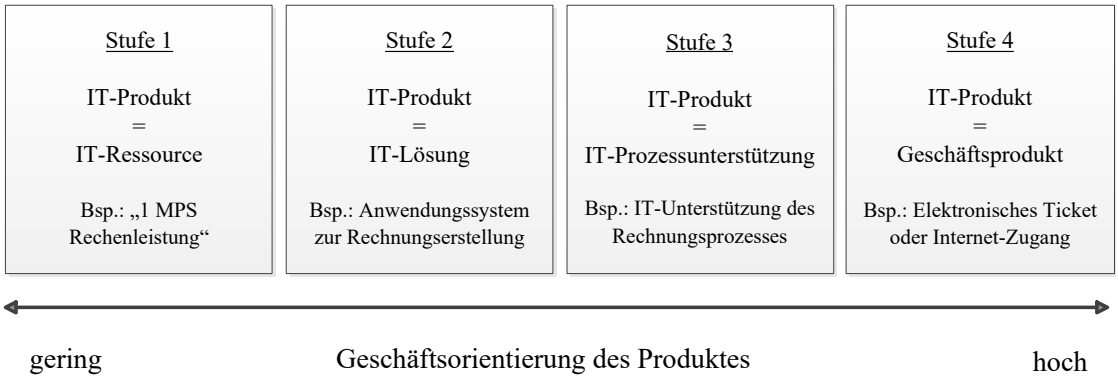


Abbildung 26: Kategorien von IT-Produkten

In Anlehnung an Quelle: [Zarnekow et al. 2004, S. 44]

Um die verschiedenen Formen der IT-Produkte produzieren zu können, muss der IT-LE Produktionsfunktionen erbringen, für die IT-Leistungen produziert werden müssen. IT-Leistungen stellen dabei die produktionswirtschaftliche Sichtweise, also den Output der Produktion in Form von Fertigungsprodukten, dar [Zarnekow 2007, S. 48]. Dabei können mehrere IT-Leistungen für bestimmte Produktfunktionen benötigt werden (siehe Abbildung 27).

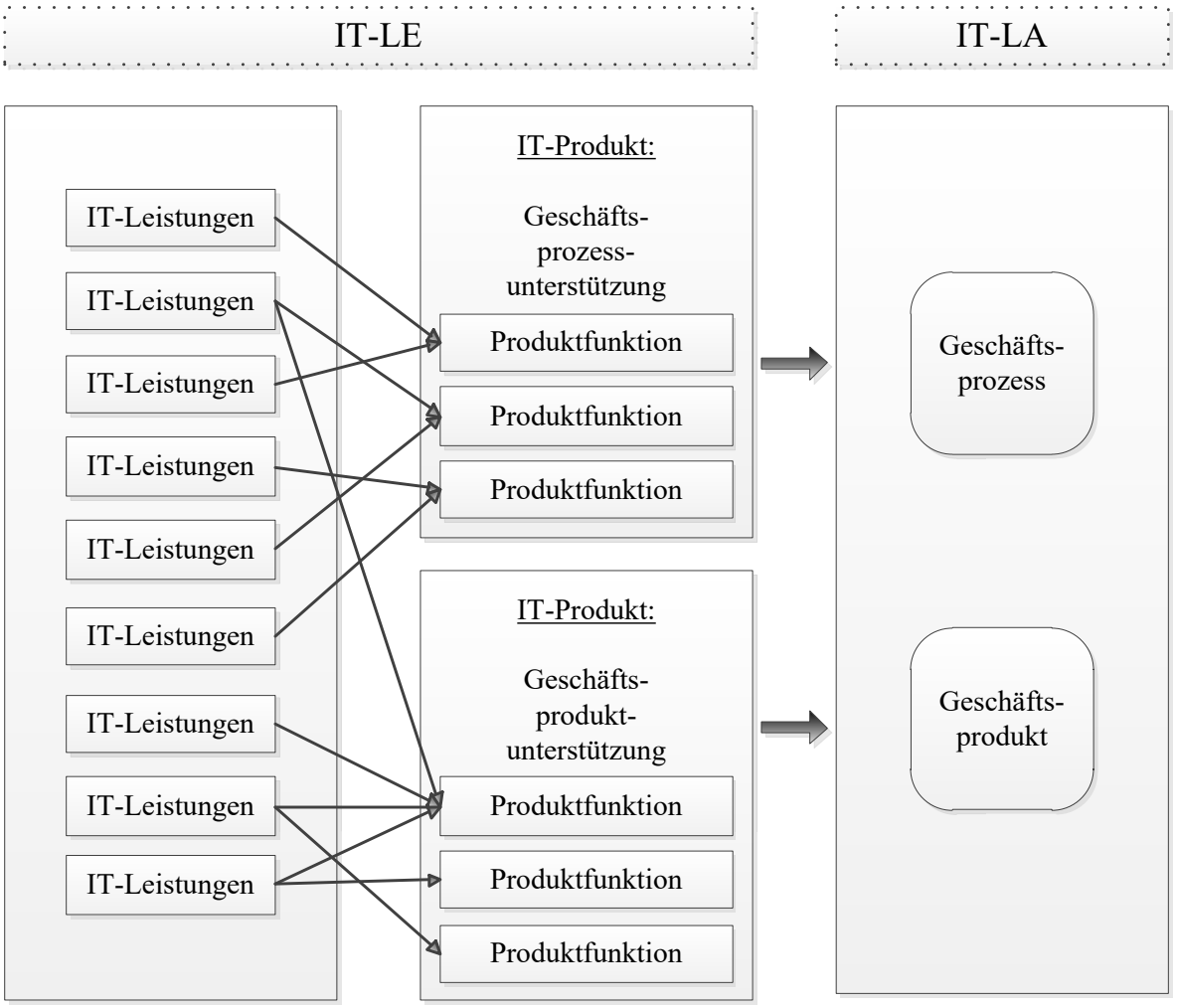


Abbildung 27: Entstehung von IT-Produkten

In Anlehnung an Quelle: [Zarnekow 2007, S. 48]

Für die Produktion dieser IT-Leistungen setzt der IT-LE vor allem Produktionsanlagen ein, z.B. Server, Storage und Netzwerke. Dabei werden diese Produktionsfaktoren mittels Produktionsprozesse derart kombiniert, dass IT-Leistungen entstehen. Die daraus hervorgegangenen IT-Leistungen ermöglichen die Erbringung der Produktionsfunktionen, die in ihrer Summe das IT-Produkt darstellen (siehe Abbildung 28) [Zarnekow 2007, S. 49].

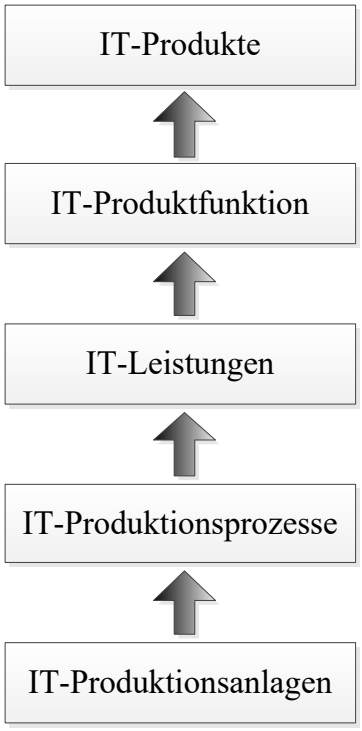


Abbildung 28: Weg zum IT-Produkt

In Anlehnung an Quelle: [Zarnekow 2007, S. 50]

3.4 IT-Controlling

3.4.1 Begriff und Zielsetzung des IT-Controllings

Für den Begriff *IT-Controlling* tauchen in der Literatur und Praxis zahlreiche Varianten auf, z.B. [Gadatsch 2012, S. 1]:

- ADV-Controlling (Automatisiertes Datenverarbeitungs-Controlling)
- DV-Controlling (Datenverarbeitungs-Controlling)
- EDV-Controlling (Elektr. Datenverarbeitungs-Controlling)

Der Begriff *IT-Controlling* wird im deutschen Sprachraum verwendet, wohingegen im englischen Sprachraum teilweise der Begriff *IT-Performance-Management* üblich ist [Gadatsch 2012, S. 1].

Durch steigenden Kostendruck wird IT-Controlling oft mit Kostenreduktion in der IT verwechselt. Als Ursache hierfür kann der ansteigende IT-Kostenanteil durch die immer stärkere Durchdringung der Geschäftsprozesse mit Informations- und Kommunikationstechnik gesehen werden. Begünstig durch mangelnde Transparenz dieser Kosten entsteht der Eindruck, dass die IT-Kosten reduziert werden müssen [Gadatsch 2005, S. 1].

Durch die zunehmende Durchdringung der Unternehmen mit IT und den damit verbundenen anwachsenden Ausgaben begründet sich die Verbreitung einer Planungs-, Koordinations- und Kontrollfunktion im Informationsmanagement. Das Informationsmanagement trägt dabei die Führungs- und Handlungsverantwortung, während die Verantwortung für die Transparenz beim IT-Controlling liegt und dieses damit zur Verantwortung für eine erfolgreiche Aufgabenwahrnehmung beim Informationsmanagement und dessen Nachweis beiträgt [Scheeg 2005, S. 29].

IT-Controlling hat einen festen Platz in der Betriebswirtschaftslehre und ist eine Kerndisziplin der Wirtschaftsinformatik [Gadatsch 2012, S. 1]. Jüngere Definitionen des Begriffes IT-Controlling betrachten es als ein Instrument zur Entscheidungsvorbereitung im Rahmen der Nutzung von IT-Ressourcen [Gadatsch 2012, S. 1/2]. Somit ist das IT-Controlling eine betriebswirtschaftliche Aufgabe zur Sicherstellung der Effektivität und Effizienz der Informationstechnik im Unternehmen [Gadatsch 2016, S. 1].

3.4.2 Aufgaben des IT-Controlling

Die Aufgabenumfänge und die Ziele des IT-Controlling sind nicht einheitlich festgelegt und variieren stark [Gadatsch 2009, S. 295] [Gadatsch 2012, S. 1]. Gadatsch nennt fünf Aufgabenkomplexe eines IT-Controllers [Gadatsch 2012, S. 9]:

Tabelle 9: Aufgabenkomplexe eines IT-Controllers

Funktion	Aufgaben (auszugsweise)
Planung	Unterstützung der IT-Strategieentwicklung und -umsetzung Koordination der strategischen mit der operativen IT-Planung Unterstützung der Planung von IT-Ressourcen
Steuerung	Steuerndes Eingreifen in die Prozesse und Aktivitäten bei Soll-/Ist-Abweichungen Koordination und Überwachung der festgelegten Korrektur- und Verbesserungsmaßnahmen im IT-Bereich
Information	Analyse, Kommentierung, Plausibilisierung und Berichterstattung von Informationen des IT-Bereichs Beratung in Bezug auf:

	- die Ausarbeitung der IT-Strategie - die IT-Kosten- und Leistungsverrechnung - alle Belange der strategischen und operativen IT-Planung
Kontrolle	Soll-Ist-Vergleiche in Bezug auf: - die IT-Projektabwicklung - den IT-Betrieb und IT-Support - die Einhaltung von Standards - die Kontrolle aller Maßnahmen im Rahmen des IT-Risikomanagements und der IT-Sicherheit
Instrumente	Entwicklung, Implementierung und Betrieb von Führungsinstrumenten im Bereich: - der IT-Strategie - der IT-Planung - der IT-Projektabwicklung - des IT-Betriebs

3.4.3 Werkzeuge des IT-Controlling

Um die Ziele des IT-Controlling zu erreichen, stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung. Scheeg nimmt hier eine Gliederung von Controlling-Werkzeugen nach kostenbasierten und nicht-kostenbasierten bzw. überwiegend qualitativen Werkzeugen vor und verweist darauf, dass dem IT-Controlling grundsätzlich alle Instrumente des allgemeinen Controllings zur Verfügung stehen, die gegebenenfalls auf die Belange des Informationsmanagements anzupassen sind [Scheeg 2005, S. 31].

Gadatsch nimmt eine Unterteilung nach strategischen und operativen Controlling-Werkzeugen vor (siehe Abbildung 29) [Gadatsch 2012, S. 11-13] [Gadatsch 2016, S. 6].

	Bezugsbereich	Zielformulierung	Zielsteuerung	Zielerfüllung
Strategisches IT-Controlling-Konzept (ohne Zeithorizont)	• Konzern • Unternehmen • Geschäfts-felder	• Ausrichtung der IT an Unternehmens-zielen • IT als Wettbewerbs-faktor	• Strategischer Werkzeug-kasten	• Unter-nehmenswert • Wettbewerbs-fähigkeit • Existenz-sicherung
Operatives IT-Kontrolling-Konzept (mit Zeithorizont)	• Geschäfts-prozesse • Kosten-stellenleiter • Anwendungs-systeme	• Unterstützung der Geschäfts-prozesse durch effizienten IT-Einsatz	• Operativer Werkzeug-kasten	• Gewinn • Liquidität • Rentabilität

Abbildung 29: Merkmale des IT-Controllings

In Anlehnung an Quelle: [Gadatsch 2012, S. 10]

Strategische Methoden unterstützen das IT-Management bei der Formulierung, Umsetzung und Überwachung der IT-Strategie und orientieren sich ohne Zeithorizont am Gesamtunternehmen [Gadatsch 2016, S. 6] [Gadatsch 2012, S. 10]. Sie dienen damit der Steigerung der Effektivität des Unternehmens [Gadatsch 2012, S. 10]. Eine richtige Werkzeugauswahl lässt sich langfristig am Unternehmenswert und an der Wettbewerbsfähigkeit messen (siehe Abbildung 30).

IT-Strategie	IT-Balance Scorecard
Unterstützung des IT-Managements bei Formulierung und Umsetzung der IT-Strategie	Bereitstellung und Analyse strategischer Kennzahlen Monitoring der IT-Strategie
IT-Standardisierung & Konsolidierung	**IT-Portfoliomanagement**
Unterstützung des IT-Managements bei Festlegung und Durchsetzung von Programmplänen und IT-Standards	Bewertung, Auswahl und Steuerung von Neu- oder Wartungsprojekten Bewertung von IT-Sicherheitsprojekten

Abbildung 30: Strategische IT-Controlling-Werkzeuge

In Anlehnung an Quelle: [Gadatsch 2012, S. 11]

Operative IT-Controlling-Werkzeuge sollen die Effizienz, der vom strategischen IT-Controlling vorgegebenen Maßnahmen steigern. Dabei wird der Einsatz dieser Werkzeuge an Gewinn, Liquidität und Rentabilität des Unternehmens gemessen. Hierbei stehen unter anderem klassische Kosten- und Investitionsrechnung zur Verfügung. Die nachfolgende Abbildung 31 dokumentiert den operativen IT-Controlling-Werkzeugkasten [vgl. Gadatsch 2012, S. 10].

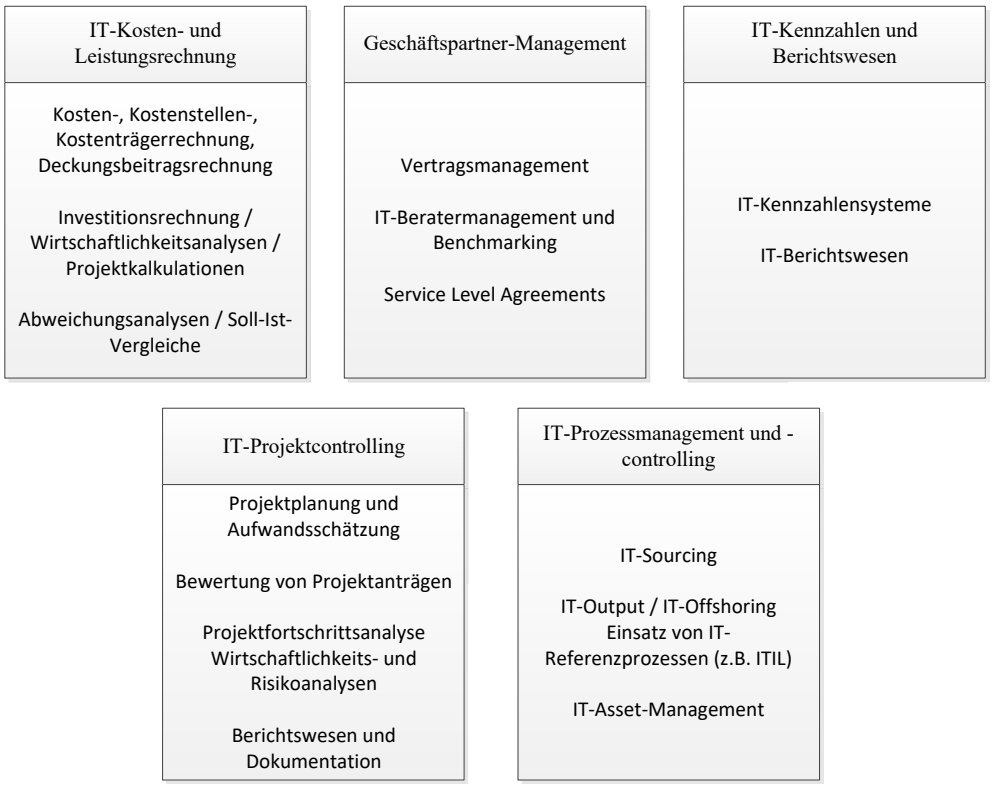


Abbildung 31: Operative IT-Controlling-Werkzeuge

In Anlehnung an Quelle: [Gadatsch 2012, S. 11]

3.5 Wirtschaften und Wirtschaftlichkeit

Wirtschaften ist die Notwendigkeit, dass auf der einen Seite die menschlichen Bedürfnisse und somit der nachgefragte Output unendlich groß erscheinen und auf der anderen Seite die Mittel, um diese Bedürfnisse zu befriedigen und die zur Verfügung stehenden Mittel bzw. der Input beschränkt sind [Vahs/Schäfer-Kunz 2007, S. 11].

Somit lässt sich nach Wöhe der Begriff des *Wirtschaftens* wie folgt definieren [Wöhe 2008, S. 2]:

„Wirtschaften bedeutet das planvolle Verfügen über knappe Güter zur Bedürfnisbefriedigung entsprechend dem ökonomischen Prinzip“

Allgemein wird unter dem Begriff der *Wirtschaftlichkeit* das nachhaltig günstigste Verhältnis zwischen Nutzen und Kosten verstanden [Heinrich / Lehner 2005, S. 368]. Wirtschaftlichkeit beschreibt den wertmäßigen Ausdruck von Aktivitäten nach dem Ökonomischen Prinzip oder auch Wirtschaftlichkeitsprinzip [Wöhe 2008, S. 2]. Das ökonomische Prinzip leitet sich aus dem Rationalprinzip ab [Vahs/Schäfer-Kunz 2007, S. 11].

Nach dem Rationalprinzip gilt, dass das Erreichen eines vorgegebenen Ziels mit dem Einsatz möglichst geringer Mittel zu verwirklichen ist. Das ökonomische Prinzip ist in den Ausprägungen Maximumprinzip und Minimumprinzip definiert [Vahs/Schäfer-Kunz 2007, S. 11].

Das Maximumprinzip besagt, dass mit einem gegebenen mengen- oder wertmäßigen Input ein möglichst großer mengen- oder wertmäßiger Output zu erzielen ist. Wohingegen beim Minimumprinzip ein gegebener mengen- oder wertmäßiger Output mit möglichst geringem mengen- oder wertmäßigem Input zu erzielen ist [Vahs/Schäfer-Kunz 2007, S. 11/12].

Produktivität stellt das Verhältnis zwischen der Outputmenge und den eingesetzten Faktoren der Inputmenge dar. Mit ihr wird die mengenmäßige Wirtschaftlichkeit beschrieben [Vahs/Schäfer-Kunz 2007, S. 43]. Nach Scheeg basieren Wirtschaftlichkeit und Produktivität auf den beiden Erfolgsquellen Effizienz und Effektivität (siehe Abbildung 32) [Scheeg 2005, S. 33].

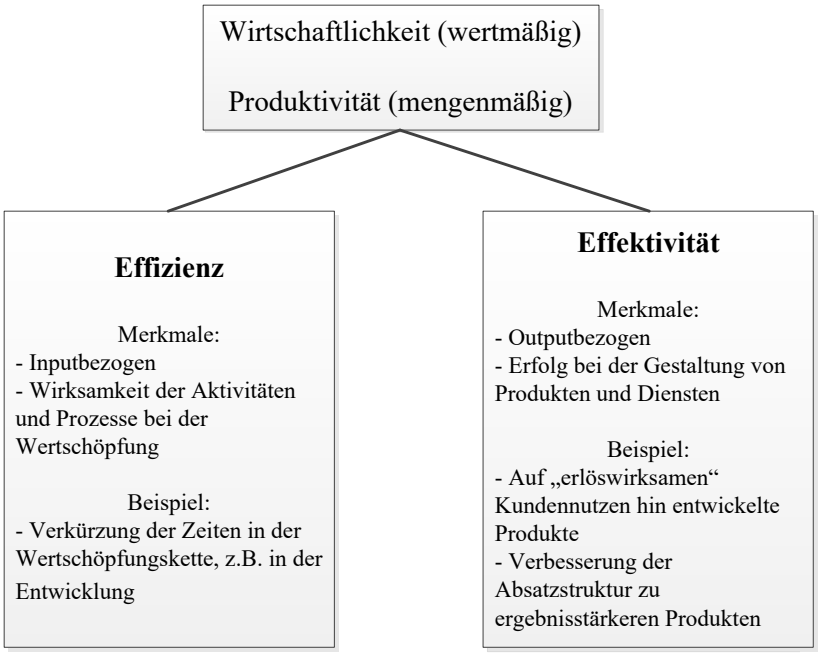


Abbildung 32: Effizienz und Effektivität als Erfolgsquellen

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 33]

Effektivität bezieht sich auf die Leistungs- und Produktseite der unternehmerischen Wertschöpfungsprozesse und somit auf den Output dieser Prozesse. Eine Handlung ist als „*effektiv in Bezug zu einem bestimmten Zweck*“ zu betrachten, „*wenn sie eine Zustandsänderung bewirkt, mit der dieser Zweck erfüllt wird*“ [Scheeg 2005, S. 33] [Dykckhoff/Ahn 2001].

Effizient ist eine Handlung, wenn sie „*in Bezug auf eine bestimmte Teilmenge der relevanten Ziele und in Bezug auf eine bestimmte Teilmenge von Handlungsalternativen eine Zustandsänderung bewirkt, die bei Wahl einer anderen Handlungsalternative aus der Teilmenge im Hinblick auf keines der im Einzelfall ausgewählten Ziele eine Verbesserung erlaubt, ohne gleichzeitig bei einem anderen der ausgewählten Ziele zu einer Verschlechterung zu führen*“ [Scheeg 2005, S. 33] [Dykckhoff/Ahn 2001, S. 115].

Bildlich gesprochen ist das Fällen eines Baumes mit einer Axt effektiv, wohin gegen das Fällen eines Baumes mit einer Motorsäge effizient ist.

3.6 Schätzverfahren zur Kostenplanung

Schätzverfahren zur Kostenplanung sind in der IT-Entwicklung ein wichtiges Instrument zur Bestimmung des Aufwandes für die Realisierung eines IT-Entwicklungsvorhabens sowie zur Vorbereitung und Unterstützung von Entscheidungen in der IT-Entwicklung [Scheeg 2005, S. 65]. Um den voraussichtlichen Aufwand in einer frühen Phase bei der Einführung, Konzeption und dem Betrieb von Informationssystemen zu ermitteln, verwendet man die Aufwandsschätzung [Heinrich / Lehner 2005, S. 433]. Eine verlässliche Aufwandsschätzung gehört dabei zu den zehn wichtigsten Erfolgsfaktoren bei Softwareprojekten [Gadatsch 2012, S. 128].

Die Herausforderung, die Projektkosten einer IT-Entwicklung zu kalkulieren bzw. den Projektaufwand zu schätzen, hat zur Entstehung vieler Schätzmethoden geführt. Da keine von ihnen voll befriedigen kann, wurden Schätzverfahren entwickelt, die eine Kombination mehrerer Schätzmethoden darstellen, um ihre jeweiligen Stärken zu nutzen und deren Schwächen zu vermeiden [Heinrich / Lehner 2005, S. 433].

Angewendet werden Aufwandsschätzungen unter anderem für folgende Situationen [Gadatsch 2012, S. 128]:

- Auswahlentscheidungen: Wahl des günstigsten Projektes aus mehreren Alternativen (z.B. Eigenentwicklung oder Fremdbezug)
- Durchführungsentscheidungen: Projektkosten liefern eine Entscheidungsgrundlage zur Wirtschaftlichkeitsanalyse, ob ein Projekt durchgeführt wird oder nicht
- Plandatengewinnung für das Projektcontrolling
- Angebotserstellung bei Softwarehäusern, IT-Abteilungen

Für hinreichend genaue Schätzungen müssen Daten über abgeschlossene Projekte erfasst werden. Mit einer solchen Datenbasis können Schätzungen immer weiter verbessert werden. Sogenannte Einflussfaktoren stellen Bezugsgrößen dar, für die ein Zusammenhang zwischen ihrer jeweiligen Ausprägung innerhalb eines Projektes und dem Projektaufwand bzw. den Projektkosten besteht [Heinrich / Lehner 2005, S. 433]. Einflussfaktoren, die aus einem zu entwickelnden Anwendungssystem resultieren, könnten beispielsweise sein: der Umfang, die Komplexität oder die Qualität des zu entwickelnden Anwendungssystems [Zarnekow 2007, S. 192]. Einflussfaktoren werden in die Gruppen „*Einflussfaktoren aus dem zu entwickelnden System*“ (produktbezogene Einflussfaktoren) und „*Einflussfaktoren aus dem Entwicklungsprozess*“ (prozessbezogene Einflussfaktoren) unterteilt [Heinrich / Lehner 2005, S. 433]:

Beispiele für produktbezogene Einflussfaktoren

- *Quantität*: Ausdruck der Größe eines Programms, meist in Anzahl Programmzeilen oder Anzahl an Anweisungen.
- *Komplexität*: Quantifizierung durch Festlegung von Regeln zur Klassifizierung der qualitativ beschriebenen Projekte, denen Aufwandsgrößen zugeordnet werden.
- *Qualität*: Quantifizierung der Qualität durch Zerlegung in Qualitätsmerkmale, wie zum Beispiel: Funktionalität, Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit und Effizienz.

Beispiele für prozessbezogene Einflussfaktoren:

- *Projektdauer*: Projektdauer kann meist nur bei personell zu schwach besetzten Projekten verkürzt werden. Ab einer bestimmten Mitarbeiterzahl wächst der Personalaufwand überproportional (Brookssches Gesetz).

- *Personalqualität*: Es wird davon ausgegangen, dass der Projektaufwand mit der Personalqualität sinkt. Sie ist dabei unter anderem abhängig von der fachlichen Ausbildung und Erfahrung der Projektmitarbeiter.
- *Entwicklungsumgebung*: Die Entwicklungsumgebung ist Haupteinflussfaktor hinsichtlich des Projektaufwandes. Bei Einsatz einer geeigneten Entwicklungsumgebung kann sich der Projektaufwand drastisch reduzieren.

Ein Großteil der Verfahren zur Schätzung von IT-Entwicklungsleistungen basiert auf einer (oder einer Kombination) von Basismethoden [Scheeg 2005, S. 67].

Beispiele für Basismethoden:

- *Analogiemethode*: Baut auf Erfahrungswerten abgeschlossener Projekte auf und stellt die am häufigsten genutzte Methode dar [Scheeg 2005, S. 67] [Heinrich / Lehner 2005, S. 435]. Sie kann in allen Projektphasen eingesetzt werden [Gadatsch 2012, S. 131]. Mittels Ähnlichkeitskriterien werden Unterschiede zwischen abgeschlossenen und dem geplanten Projekt herausgearbeitet und bewertet [Gadatsch 2012, S. 131]. Beispiele für Ähnlichkeitskriterien sind [Gadatsch 2012, S. 131]:
  - Art der Datenorganisation
  - Verarbeitungsart
  - Verwendete Programmiersprache
  - Qualifikation des eingesetzten Personals
- *Relationsmethode*: Nutzt wie die Analogiemethode zur Schätzung der Projektaufgabe Vergleiche mit ähnlichen realisierten Projektaufgaben [Heinrich / Lehner 2005, S. 435]. Der Unterschied zur Analogiemethode liegt in der Vorgehensweise, die bei der Relationsmethode stärker formalisiert ist [Heinrich / Lehner 2005, S. 435].
- *Multiplikatormethode*: Bei dieser erfolgt eine Zerlegung des durchzuführenden IT-Entwicklungsproduktes, um anschließend den Aufwand pro Einheit zu ermitteln [Scheeg 2005, S. 67]. Sie wird auch als „Aufwand-pro-Einheit-Methode“ bezeichnet und setzt mit ihrer Betrachtung bei den Projektkosten und nicht beim Projektaufwand an [Heinrich / Lehner 2005, S. 436]. Das IT-Entwicklungsprodukt wird so weit zerlegt, bis jedem Teil der Aufwand zugeordnet werden kann (in Analogie zu den bereits beschriebenen Methoden auf Basis bereits realisierter IT-Entwicklungsprodukte). Weiterhin erfolgt eine Zuordnung zu Aufwandskategorien. Abschließend werden die Produkteinheiten

mit dem Aufwand der jeweiligen Aufwandskategorie multipliziert. Die Gesamtkostenschätzung ergibt sich aus der Summe der Teil-Aufwandsschätzungen [Scheeg 2005, S. 68].

- *Gewichtungsmethode*: wird auch als „Faktorenmethode oder Methode der parametrischen Schätzgleichungen“ bezeichnet [Heinrich / Lehner 2005, S. 435]. Bei dieser wird der Projektaufwand durch Ausprägungen der Einflussfaktoren des geplanten Projektes berechnet [Heinrich / Lehner 2005, S. 435]. Schätzgleichungen bilden den Kern dieser Methode, die durch unterschiedliche Einflussgrößen beschrieben werden und durch Regressionsgrade eine Abschätzung des Gesamtaufwands ermöglichen [Scheeg 2005, S. 68].
- *Methode der parametrischen Gleichungen*: Zur Anwendung kommen mathematische Gleichungen, die die Abrechnungsdaten durchgeführter Projekte zur Aufwandsschätzung berücksichtigen [Gadatsch 2012, S. 132]. Mittels Korrelationsanalysen wird für unterschiedliche Faktoren der Einfluss auf den Gesamtaufwand des Entwicklungsprozesses errechnet [Scheeg 2005, S. 68]
- *Prozentsatzmethode*: basiert auf der Betrachtung der Verteilung der Kosten (Aufwände) auf die verschiedenen Phasen im Lebenszyklus [Scheeg 2005, S. 68]. Für die Berechnung der Prozentsätze kann in der Regel auf umfangreiches Datenmaterial zurückgegriffen werden, da Aufwands- und Kostenerfassung meist nach Phasen erfolgt [Heinrich / Lehner 2005, S. 434].

Function-Point-Verfahren zur Aufwandsschätzung

An dieser Stelle soll das Function-Point-Verfahren als ein Vertreter der Schätzverfahren vorgestellt werden. Grundgedanke beim Function-Point-Verfahren (FPV) ist, dass der Projektaufwand primär mit dem Umfang und der Komplexität der Funktionen der zu erstellenden Anwendung ist und das Ergebnis des Verfahrens als Function Points darstellt [Heinrich / Lehner 2005, S. 438].

Entwickelt wurde das FPV Anfang der 1980er Jahre durch das Unternehmen IBM und erlangte seither eine weltweite Akzeptanz und Verbreitung. Ziel der Schätzung mittels des FPV ist es, den Gesamtaufwand in Mitarbeitermonaten anzugeben. Dabei bilden Erfahrungen aus realisierten Anwendungssystemen durch Anwendung der Analogie- und Gewichtungsmethode die Grundlage der Schätzung. Das FPV wird dabei schrittweise vollzogen [Scheeg 2005, S. 70]:

1. *Kategorisierung*: Zuordnung der fachlichen Produktanforderungen in sogenannte Funktionskategorien. Beispielsweise: Eingabefunktionen, Ausgabefunktionen und Dateifunktionen.
2. *Klassifizierung*: Klassifizierung der Funktionskategorien in „einfach“, „mittel“ oder „komplex“ auf Grundlage von Beispielen aus der Vergangenheit oder unternehmensspezifischen Richtlinien.
3. *Übertragung der Zwischenergebnisse in ein Berechnungsformular*: Entsprechend der Kategorisierung und Klassifizierung werden die Anforderungen gewichtet. Mittels der Anzahl der gewichteten Anforderungen lassen sich Punktwerte ermitteln. Die Function-Points ergeben sich aus den Zeilensummen der jeweiligen Kategorie und Klassifizierung.
4. *Bewertung der Einflussfaktoren*: Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen Rahmenbedingungen für die Erbringung einer Entwicklungsleistung, des sogenannten Kontextes. Der Kontext findet Berücksichtigung, indem den Einflussgrößen Punktwerte zwischen 0 und 10 zugeordnet werden.
5. *Berechnung der bewerteten Function*-Points: Die Einflussgrößen aus Schritt 4 können eine Summe von 0 bis 60 aufweisen. Die Berechnung der gewichteten Function-Points erfolgt über die Formel:

$$Function\ Points = \left(\frac{\Sigma\ Einflussfaktoren}{100} + 0{,}7\right) * \text{unbewertete Function Points}$$

6. *Ermittlung des (Zeit-)Aufwandes auf Basis einer Function-Point-Zuordnungstabelle*: Den Function-Point-Werten werden realisierter Zeitaufwand und/oder Kosten aus der Erfahrungsdatenbank gegenübergestellt.
7. *Aktualisierung bestehender Zuordnungstabellen*: Nach der Fertigstellung des Entwicklungsprojektes werden die entstandenen Aufwände in der Erfahrungsdatenbank für zukünftige Schätzungen dokumentiert.

4 Klassische integrierte IT-Kostentabellen nach Scheeg

Die Ausführungen in diesem Kapitel sollen die *integrierten IT-Kostentabellen* vorstellen, die auf einem Controlling-Konzept nach Scheeg aus dem Jahr 2005 beruhen [vgl. Scheeg 2005]. Diese Einführung in die integrierten IT-Kostentabellen soll dabei helfen, die Ausführungen zum Lösungskonzept dieser Arbeit (siehe Kapitel 5.7) besser zu verstehen, da die ursprüngliche Variante der integrierten IT-Kostentabellen für das Lösungskonzept an die Anforderungen für die Bereitstellung und Produktion von SaaS-Diensten angepasst werden.

Für die Erläuterungen in diesem Kapitel wird ein durchgehendes Beispiel verwendet, um die Anwendung dieses Controlling-Konzeptes anschaulich darzustellen. Dieses Beispiel wird zur besseren Nachvollziehbarkeit später auch in Kapitel 5.7 bei der Vorstellung der eigentlichen Lösungskonzeption dieser Arbeit verwendet.

Im Vorfeld der Erstellung der ursprünglichen integrierten IT-Kostentabellen hat Scheeg im Rahmen einer Fallstudie zu den Lebenszykluskosten von 30 Anwendungen aufgezeigt, dass die Kosten der Anwendungsentwicklung in Unternehmen überwiegend bekannt sind, aber die Kosten für den Betrieb der Anwendungen oftmals nur im Rahmen umfassender Recherchen bestimmt werden konnten. Ein Überblick über die gesamten Kosten blieb dabei die Ausnahme [Scheeg 2005, S. 2].

Scheeg zieht den Schluss: *„ …der IT-Betrieb sei bei der Entwicklung von Anwendungssystemen nicht ausreichend beteiligt oder werde erst in (zu) späten Phasen einbezogen, …, greift jedoch als alleinige Erklärung für die planerische Intransparenz bei den IT-Produktionskosten zu kurz“* [Scheeg 2005, S. 2]. Scheeg sieht weiterhin das Problem beim IT-Betrieb selbst mit zwei unterschiedlichen Sichten. Diese zwei Sichten sind zum einen die technische Sicht des Kapazitätsmanagements und zum anderen die kaufmännische Sicht des IT-Controllings. Diese Intransparenz, speziell um die Kenntnis der Anwendungskosten im IT-Betrieb, birgt die Gefahr für Ineffizienz [Scheeg 2005, S. 2].

Das daraus abgeleitete Ziel war die Entwicklung eines IT-Controlling-Instrumentes im Hinblick auf eine effiziente Bereitstellung von IT-Leistungen als Lösung zur Überwindung der getrennten Betrachtung der Kosten von IT-Entwicklung und IT-Betrieb.

Ein weiteres Ziel war das Erschließen von Effizienzpotenzialen des Informationsmanagements im Vergleich zu bislang angewandten Konzepten und Vorgehensweisen sowie die Zusammenführung der technischen und kaufmännischen Sicht auf die IT-Produktionsressourcen [Scheeg 2005, S. 3].

Folgende Auflistung gibt einen Überblick zu den Zielen der integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg [Scheeg 2005, S. 3]:

- *Entwicklung und Beschreibung eines IT-Controlling-Instruments, dass die Steuerung im Hinblick auf Effizienz ermöglicht*
- *Überwindung der kostenmäßig separaten Betrachtung von IT-Entwicklung und IT-Betrieb, d.h. Schaffung einer integrierten Kostensicht*
- *Beschreibung der Anforderungen für den praktischen Einsatz in Unternehmen*
- *Prototypische Umsetzung des IT-Controlling-Instruments in einer Standardsoftware der Kosten- und Leistungsverrechnung*

Diesen Erkenntnissen und den Zielen folgend, liegt der Fokus der IT-Leistungserstellung auf den Kernprozessen IT-Entwicklung und IT-Betrieb. Scheeg merkt an, dass technische Lösungskonzepte einer integrierten Sicht auf IT-Entwicklung und IT-Produktion bisher nicht existieren oder nicht dokumentiert sind [Scheeg 2005, S. 4]. Daher liegt der Nutzen einer Lösung in der Schaffung einer integrierten Sicht auf diese zwei Bereiche. Eine erarbeitete prototypische Implementierung der Lösungsarchitektur zeigt einen Weg wie ein integriertes, lebenszyklusorientiertes IT-Controlling umgesetzt werden könnte.

Darüber hinaus kann durch die simultane Berücksichtigung der Kenngrößen von IT-Entwicklung und IT-Betrieb in der Planungsphase der Gestaltung neuer Anwendungssysteme eine neue Qualität der Entscheidungsunterstützung erreicht werden [Scheeg 2005, S. 4].

Scheeg stellt im Kontext der integrierten IT-Kostentabellen die Produktdefinition zwischen IT-LE und IT-LA als Dreh- und Angelpunkt dar. Begründet wird dies damit, dass es für Nutzer von IT-Leistungen unerheblich ist, wie diese Leistungen hergestellt werden. Für den IT-LA steht der Verwendungszweck im Vordergrund [Scheeg 2005, S. 132].

Daraus leitet sich die Anforderung ab, den Produktbegriff kundenorientiert zu definieren, mit dem Ziel eines gemeinsamen Verständnisses der Aufgabenwahrnehmung zwischen IT-LE und IT-LA, sowie das Verantwortungsbewusstsein zwischen IT-Entwicklung und IT-Produktion auf ihre kostenmäßigen wechselseitigen Abhängigkeiten aufzuzeigen [Scheeg 2005, S. 132/133].

Scheeg stellt dabei folgende Kriterien für die Kundenorientierung von IT-Produkten dar [Scheeg 2005, S. 133]:

- *Abstraktion von technischen Größen*
- *Verständlichkeit / Nachvollziehbarkeit*
- *Beeinflussbarkeit der zukünftigen Kostenbelastung*
- *Konstanz und Vorhersehbarkeit der Preise für Produkte*
- *Vergleichbarkeit mit Produkten und Preisen anderer Anbieter*
- *Reproduzierbarkeit*
- *Stabilität des Verfahrens für langfristige Planung*

Weiterhin wird die Verantwortung zwischen IT-LA und IT-LE klar getrennt. Folgende Punkte liegen in der Verantwortung des IT-LA zur Beschreibung eines IT-Produktes [Scheeg 2005, S. 139/140]:

- *fachliche Anforderungen an das Produkt*
- *Bestimmung des mengenmäßigen Bedarfs an IT-Produkten*
- *Bestimmung des (geplanten) Nutzungszeitraumes der IT-Produkte*

Im Gegensatz dazu liegt die Verantwortung des IT-LE bei:

- *der technischen Realisierung des IT-Produktes*
- *der Abdeckung der fachlichen Anforderungen des IT-LA*
- *der Lieferung in der geforderten Menge zum definierten Zeitpunkt/definierten Zeitrahmen*

4.1 Vorgehensweise

Das Lösungskonzept der integrierten IT-Kostentabellen verfolgt das Ziel, Schwächen des Informationsmanagements im Hinblick auf eine wirtschaftliche Bereitstellung von IT-Leistungen zu verbessern. Erreicht wird dies durch ein einheitliches Produktverständnis innerhalb des IT-LE über alle Phasen der Leistungserstellung mit einer integrierten Kosten-Plansicht von IT-Entwicklung und IT-Produktion [Scheeg 2005, S. 137].

Die Erstellung von integrierten IT-Kostentabellen erfolgt in zwei Schritten. Der erste Schritt beinhaltet die Bildung einer Realisierungsmatrix. Diese dient dazu, mögliche Alternativen der IT-Entwicklung (IT-Entwicklungsalternativen) mit den Möglichkeiten der IT-Produktion (IT-Produktionsalternativen) zu vergleichen. Ziel ist dabei sicherzustellen, dass die IT-Produktion Produktionsplattformen vorhalten kann, die den Anforderungen der IT-Entwicklung entsprechen. IT-Entwicklungsalternativen stellen dabei nach dem Konzept der allgemeinen Kosten-

stellen unterschiedliche Fertigungsmethoden dar, während unterschiedliche IT-Produktionsalternativen Maschinen bzw. Fertigungsplattformen entsprechen. Die Realisierungsmatrix zeigt somit die gemeinsamen Möglichkeiten von IT-Entwicklung und IT-Produktion zur Erbringung von IT-Leistungen auf, für die im zweiten Schritt die Kosten ermittelt werden, um eine Auswahl nach Effizienz- und Wirtschaftlichkeitskriterien treffen zu können [Scheeg 2005, S. 138].

Die auf diese Weise dargestellten kostenrechnerisch bewerteten Realisierungsmöglichkeiten bilden die integrierten IT-Kostentabellen.

4.2 Vorstufen bis zur Realisierungsmatrix

4.2.1 Einführendes Beispiel

Um den Weg zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen anschaulich darzustellen, wird in diesem Kapitel ein durchgehendes Beispiel verwendet. Es ist anzumerken, dass in diesem Beispiel die verwendeten Technologien, Mengengerüste und Leistungsparameter frei gewählt sind.

Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Eine Wohnungsverwaltung (im weiteren Verlauf IT-LA genannt) nutzt eine Software zur Verwaltung und Organisation der bestehenden Mietverträge mit ihren Mietern, die von der internen IT-Abteilung (im weiteren Verlauf IT-LE genannt) bereitgestellt wird. Zurzeit sind 10.000 Mietverträge mit Mietern vorhanden, die über ein bestehendes Altsystem verwaltet werden. Für das Altsystem liegt keine Dokumentation vor und der Hersteller ist nicht mehr existent. Aufgrund von funktionalen und ergonomischen Anforderungen sowie der fehlenden Herstellerunterstützung soll dieses System ersetzt werden. Ein neues System, das eingeführt werden soll, soll die Funktionen der Vertragserstellung, Vertragsspeicherung sowie Vertragsverwaltung unterstützen. Die Wohnungsverwaltung schätzt, dass pro Jahr 1.000 neue Mieteinheiten hinzukommen für die Verträge verwaltet werden müssen.

Es ist also mit einem Anstieg von rund 1.000 Verträgen pro Jahr zu rechnen. In der Verwaltung arbeiten zurzeit drei Mitarbeiter, die gleichzeitig Verträge bearbeiten müssen. Daraus resultiert die Anforderung, dass die Software mindestens drei parallele Zugriffe auf Mietverträge bewältigen muss.

Die Antwortzeit des Systems soll unter einer Sekunde liegen, um ein flüssiges Arbeiten zu ermöglichen. Weiterhin geht die Wohnungsverwaltung davon aus, dass in den nächsten drei Jahren das Wachstum und die funktionalen Anforderungen an die Software konstant bleiben.

Tabelle 10: Anforderungen IT-LA Bsp.: Vertragsverwaltung

Anforderungen des IT-LA	Mengengerüst laut IT-LA
- Neueinführung „Vertragsverwaltungssoftware“ zur Verwaltung von Mietverträgen einer Wohnungsverwaltung mit den Funktionen: Vertragserstellung, Vertragsspeicherung und Vertragsverwaltung - Anforderungen für die nächsten drei Jahre stabil - Antwortzeit unter einer Sekunde	- Drei parallele Zugriffe auf die Software - Ausgangsmenge der Verträge: 10.000 Stück - Zuwachs an Verträgen pro Jahr: 1.000 Stück - Zu erwartende durchschnittliche Anzahl der Verträge der nächsten drei Jahre: 11.500 Stück

4.2.2 Festlegen der IT-Entwicklungsalternativen

Bei der Entwicklung von Anwendungssystemen ergibt sich eine Vielzahl von Alternativen zu deren Umsetzung. Im Kontext der integrierten IT-Kostentabellen werden diese Alternativen als IT-Entwicklungsalternativen bezeichnet. Folgende beispielhafte Angaben kann eine Beschreibung einer IT-Entwicklungsalternative enthalten [Scheeg 2005, S. 141/142]:

- *Art und Anzahl der Module, Organisation von Funktionalitäten und Datenhaltung sowie Art und Anzahl der Verbindungsstellen (Architektur)*
- *Einsatz unterschiedlicher Entwicklungsplattformen (CASE-Tools)*
- *Gestaltung der Benutzeroberfläche*
- *Betriebssystem für IT-Produkterstellung*
- *Datenbanksystem für IT-Produkterstellung*

Der Begriff *IT-Entwicklungsalternative* wird wie folgt definiert [Scheeg 2005, S. 142]: *“Eine IT-Entwicklungsalternative kann aus einer einzigen Anwendung bestehen oder aber mehrere*

Anwendungen mit mehreren Modulen umfassen. Eine Entwicklungsalternative deckt unabhängig von den ihr zugrundeliegenden technischen Gestaltungsparametern die fachlichen Anforderungen für die Realisierung eines IT-Produktes vollständig ab“

Dabei ist es unerheblich, ob die Entwicklungsalternativen eigene Entwicklungen darstellen und/oder zu Teilen oder komplett von einem Lieferanten hinzugekauft werden (siehe Abbildung 33) [Scheeg 2005, S. 142].

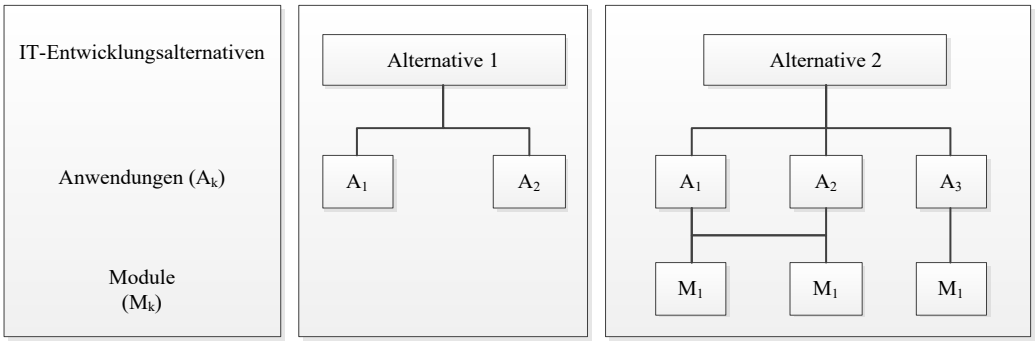


Abbildung 33: IT-Entwicklungsalternativen und Anwendungen

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 142]

Vorgehensweise zur Erstellung der IT-Entwicklungsalternativen

Traditionell durchläuft beispielsweise im erweiterten Wasserfallmodell ein Produkt während des Erstellungsprozesses den Grobentwurf und die Spezifikationsphase (Feinentwurf) (vgl. 3.2.1). Im Grobentwurf erfolgt eine grobe Spezifikation des zu erstellenden oder zu modifizierenden Softwaresystems, als dessen Ergebnis ein Pflichtenheft erstellt wird. Anschließend erfolgt die Erstellung eines Feinentwurfes. Ziel dieser Phase ist eine vollständige Spezifikation des zu erstellenden Softwareproduktes [Sandhaus et al. 2014, S. 31] [Scheeg 2015, S. 143].

Der Feinentwurf beinhaltet beispielsweise Kontroll- und Datenstrukturen, Schnittstellenbezeichnungen, zu verwendete Algorithmen sowie einen Übersichtsplan zur Implementierung [Sandhaus et al. 2014, S. 31].

Scheeg merkt an, dass für die Erstellung einer Realisierungsmatrix an diesen beiden Phasen der traditionellen Vorgehensweise nachfolgende Änderungen vorgenommen werden müssen [Scheeg 2005, S. 143]:

- Bei der Erstellung der Realisierungsmatrix in der Planungsphase erfolgt noch keine Kostenschätzung in der neuen Vorgehensweise, da eine Kosteneinschätzung eine festgelegte Realisierungsalternative unterstellt, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht entschieden ist.
- Am Ende der Spezifikationsphase sind mögliche Realisierungsalternativen identifiziert. Im Gegensatz zur traditionellen Vorgehensweise wird noch nicht durch die IT-Entwicklung eine Entscheidung für eine Ausgestaltung der Entwicklungsparameter definiert. An dieser Stelle sind in der neuen Vorgehensweise die verschiedenen Möglichkeiten der Umsetzung zu identifizieren und zu dokumentieren. Dabei geht es um praktisch umsetzbare Möglichkeiten und nicht um theoretisch mögliche Alternativen.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Die vom IT-LA genannten Anforderungen werden vom IT-LE aufgenommen und ausgewertet. Der IT-LE identifiziert für die Entwicklung des neuen Systems zur Vertragsverwaltung anhand der genannten Anforderungen drei mögliche IT-Entwicklungsalternativen (siehe Tabelle 11). Zwei der möglichen Realisierungsalternativen basieren auf der Eigenentwicklung einer geeigneten Software. Die dritte Realisierungsmöglichkeit ist der Einkauf und die Anpassung einer am Markt vorhandenen Vertragsverwaltungssoftware.

Tabelle 11: IT-Entwicklungsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung

Bezeichnung / Gestaltungsparameter	Entwicklungs-alternative 1 (EA1)	Entwicklungs-alternative 2 (EA2)	Entwicklungs-alternative 3 (EA3)
Architektur	Monolithische Eigenentwicklung	Modulare Eigenentwicklung	Monolithische Fremdentwicklung
Datenbanksystem	DB2	Oracle	integrierte MySQL
Betriebssystem	Unix, Windows	Windows	Unix, Windows
Benutzeroberfläche	grafisch	grafisch	grafisch
Programmiersprache	Java	C++	Java
Entwicklungsumgebung	IntelliJ	Virtual Studio	keine

4.2.3 Erfassung der IT-Produktionsalternativen

Scheeg unterscheidet in der IT-Produktion bei der Betrachtung von Alternativen drei Ebenen:

- *Ebene der IT-Produktionsplattformen*
- *Ebene der Produktionsressourcen*
- *Ebene der Leistungen, die von Ressourcen abgegeben werden können*

Die Ebene der IT-Plattformen (PP) beschreibt eine Kombination aus Hardware und Basissoftware und bildet einen bestimmten Typ von technischen Ressourcen und sind somit vergleichbar mit Maschinengruppen in der Fertigungsindustrie. Der Analogie zur Fertigungsindustrie folgend, stellen Produktionsressourcen Maschinen dar, wobei es sich beispielsweise um Server inklusive Basissoftware handeln kann. Basisfunktionalitäten, die solche Produktionsressourcen erbringen können, beispielsweise Verarbeitung und Speicherung von Daten bei einem Server, stellen die Ebene der IT-Produktionsressourcenleistungen dar [Scheeg 2005, S. 145].

Die qualitativen Eigenschaften von IT-Produktionsalternativen stellen die Gestaltungsparameter dar. Einige Beispiele sind hier genannt [Scheeg 2005, S. 145]:

- *Anzahl und Art der CPU (x86, ARM, RISC)*
- *Art und Größe der Speichermedien*
- *Art des Betriebssystems oder verwendete Datenbanktechnologie*

Es wird davon ausgegangen, dass üblicherweise die Gestaltungsparameter verfügbar und dokumentiert in der IT-Produktion vorliegen, da sie eine wichtige Grundlage des Kapazitätsmanagements darstellen und für deren Beschreibung der Realisierungsalternativen kein zusätzlicher Aufwand zu erwarten ist [Scheeg 2005, S. 145].

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Der IT-LE hält in der IT-Produktion verschiedene Plattformen bereit, die sich in den Gestaltungsparametern wie Prozessor, Storage, RAM oder Betriebssystem unterscheiden. Diese können als mögliche Produktionsplattform für die Anfrage des IT-LA herangezogen werden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Produktionsplattformen Bsp.: Vertragsverwaltung

Bezeichnung / Gestaltungsparameter	Produktions-plattform 1 (PP1) physischer Server Windows	Produktions-plattform 2 (PP2) physischer Server Linux
Hosttyp	physisch	physisch
Prozessor	Intel 4-8 Core 2,5GHz	AMD 8 Core 2,2 GHz
Betriebssystem	Windows	Linux
Datenbanksystem	MS SQL	DB2
Monitoring	Icinga	Nagios
Storage	Je 500GB	Je 200GB

4.2.4 Erstellen einer Realisierungsmatrix

Nachdem die IT-Entwicklungsalternativen und die IT-Produktionsalternativen bekannt sind, erlaubt dies die Erstellung einer Realisierungsmatrix. Dazu werden die IT-Entwicklungsalternativen und die vorhandenen oder geplanten IT-Produktionsplattformen übersichtlich in einer Matrix gegenübergestellt. Ziel dieser Gegenüberstellung ist es, frühzeitig IT-Entwicklungsalternativen auszuschließen, für die keine IT-Produktionsplattformen existieren [Scheeg 2005, S. 146]. Dadurch entsteht eine Realisierungsmatrix bestehend aus den zwei Dimensionen „*IT-Entwicklungsalternativen*“ horizontal und „*IT-Produktionsplattformen*“ vertikal. Scheeg weist explizit darauf hin, dass die Betrachtung der Realisierbarkeit noch keinen Beitrag zur Entscheidungsunterstützung im Hinblick auf die Effizienz des IT-LE liefert. Um dies zu erreichen, ist eine weitere Detaillierung der Realisierungsmatrix mit Kosteninformationen notwendig [Scheeg 2005, S. 145].

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Die möglichen IT-Entwicklungs- sowie IT-Produktionsalternativen (bestehend aus den verfügbaren Produktionsplattformen) des IT-LE zur möglichen Erbringung der Dienstleistung „Vertragsverwaltung“ sind tabellarisch als Realisierungsmatrix dargestellt. Die Zellen mit „ja“ stellen technisch umsetzbare Realisierungsmöglichkeiten dar (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Realisierungsmatrix Bsp.: Vertragsverwaltung

Entwicklungsalternativen / Produktionsalternativen	Entwicklungsalternative 1 (EA1) Monolithische Eigenentwicklung	Entwicklungsalternative 2 (EA2) Modulare Eigenentwicklung	Entwicklungsalternative 3 (EA3) Monolithische Fremdentwicklung
Produktionsplattform 1 (PP1) physischer Windows Server	ja	ja	ja
Produktionsplattform 2 (PP2) physischer Linux Server	ja	nein	nein

4.3 Aufstellen der integrierten IT-Kostentabellen

Nachdem die Realisierungsmatrix aufgestellt ist, die den ersten Schritt zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen darstellt, gilt es nun im zweiten Schritt die Kosten der Herstellung der IT-Produkte zu ermitteln. Dabei gibt es prinzipiell zwei Varianten zu deren Darstellung [Scheeg 2005, S. 147/148]:

- *Darstellung von Periodenkosten bspw. für die angenommene Nutzungsdauer (geplanter Lebenszyklus) oder anderer definierter Betrachtungsperioden*
- *Darstellung der Stückkosten*

Nachfolgende Tabelle 14 stellt eine generische IT-Kostentabelle für die erste Variante, entlang der Dimensionen IT-Entwicklungs- und IT-Produktionsalternativen, dar.

Tabelle 14: Generische IT-Kostentabelle

Kosten der Entwicklungs-alternativen (KEAn) / **Kosten der Produktions-alternativen (KPAn)**	**EA1** **X Mio.**	**(EA2)** **Y Mio.**	**(EA3)** **Z Mio.**
PP1	$X + KPA_1(EA_1)$	$Y + KPA_1(EA_2)$	…
PP2	$X + KPA_2(EA_1)$	…	…
PP3	$X + KPA_2(EA_1)$	…	…
MIN:			

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 148]

Dabei zeigen die Zellen die Plankosten der IT-Entwicklung und der IT-Produktion im geplanten Nutzungszeitraum. Innerhalb einer Zelle beschreibt dies die IT-Entwicklungskosten einer spezifischen IT-Entwicklungsalternative (KEA_n) und die zu jeder IT-Entwicklungsalternative gehörenden IT-Produktionskosten auf den IT-Produktionsplattformen (KPA_n) für den Betrachtungszeitraum. Die Gesamtkosten ergeben sich aus der Addition dieser beiden Werte [Scheeg 2005, S. 148].

Laut Scheeg ist Folgendes zu beachten: *„In integrierten IT-Kostentabellen sind annahmegemäß die Kosten einer Entwicklungsalternative über sämtliche Produktionsplattformen hinweg konstant. Sind mehrere Entwicklungsalternativen hinsichtlich ihrer technischen Ausprägungen identisch, unterscheiden sie sich jedoch hinsichtlich ihrer Kosten, so handelt es sich in der Entscheidungsmatrix um zwei unterschiedliche Alternativen.“.*

Als Beispiel hierfür nennt Scheeg unterschiedliche Entwicklungsalternativen für die gleiche Produktionsplattform, die in ihrer Architektur aufgrund unterschiedlicher Annahmen hinsichtlich der Skalierung anders designt werden [Scheeg 2005, S. 149].

4.3.1 Vorgehensweise

Integrierte IT-Kostentabellen folgen der Logik der Kalkulation von mehrteiligen Erzeugnissen [Scheeg 2005, S. 149]. Dabei wendet Scheeg einen vierstufigen Prozess zur Ermittlung der notwendigen Kosteninformationen an (siehe Abbildung 34).

1. *Stufe: Ermittlung der Entwicklungskosten für jede Entwicklungsalternative*
2. *Stufe: Bestimmung der Verbrauchsmengen jeder Entwicklungsalternative*
3. *Stufe: Ermittlung der IT-Produktionskosten jeder Entwicklungsalternative*
4. *Stufe: Integration der Entwicklungskosten sowie Produktionskosten der Alternativen zu integrierten IT-Kostentabellen*

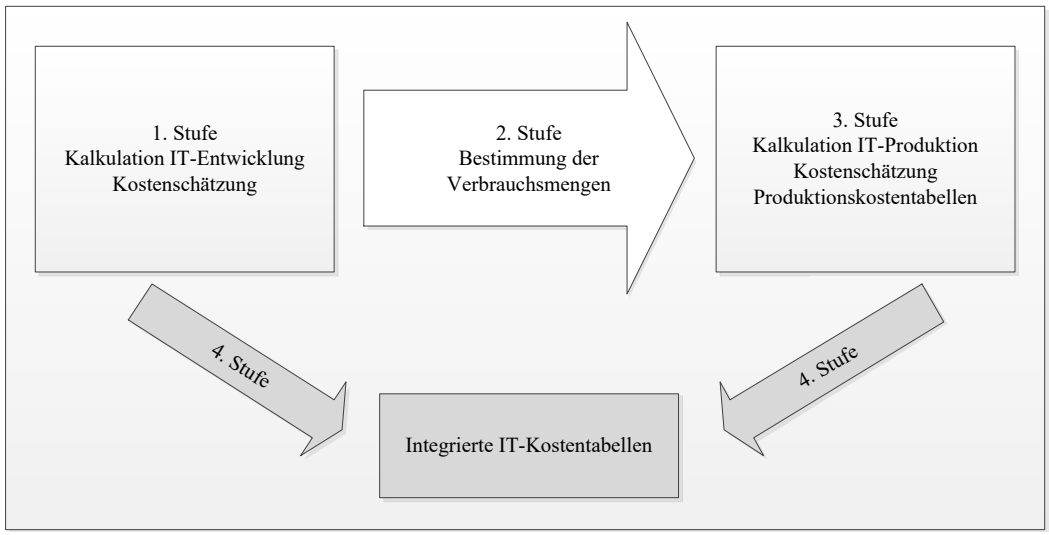


Abbildung 34: Erstellung integrierter IT-Kostentabellen

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 150]

4.3.2 Stufe 1: Kostenschätzung der IT-Entwicklungsalternativen

Grundlage für die Kostenschätzung sind die Spezifikationen und Beschreibungen der Entwicklungsalternativen, die nach der Überprüfung ihrer Realisierbarkeit mittels der Realisierungsmatrix weiterhin zur Verfügung stehen. Kosten bei einer Entwicklungsalternative entstehen hauptsächlich über Personalkosten, Kosten für Entwicklungsplattformen sowie sonstigen Kosten beispielsweise Miete von Gebäuden oder Lizenzkosten bei Verwendung von extern gekaufter Software [Scheeg 2005, S. 150]. Die Schätzung dieser Kosten kann über die genannten klassischen Methoden erfolgen (vgl. 3.6).

Zwei Darstellungsvarianten für die integrierte IT-Kostentabelle, nach denen die Berechnung der Kosten erfolgen kann, sind möglich [Scheeg 2005, S. 152] vgl. 4.3:

- ***Lebenszyklus:*** *sollte der Zeitraum die geplante Lebensdauer sein, können die IT-Entwicklungskosten unmittelbar übernommen werden.*
- ***Stückkosten:*** *Verteilung auf Planmengen. Kosten der Entwicklungsalternative werden auf die geschätzte Planabsatzmenge gleichmäßig verteilt.*

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

In diesem Fall kann der IT-LE aufgrund der Erfahrungen aus ähnlichen Projekten für die Entwicklungsalternativen 1 und 2 Schätzwerte für den Entwicklungsaufwand in Personentagen angeben. Ein Personentag wird in diesem Beispiel mit 1.000€ kalkuliert. Für die Entwicklungsstufe 3 nutzt der IT-LE die Angaben zur Schätzung des Anpassungsaufwandes des Herstellers, die als Consultingleistung unter Punkt „Sonstiges“ aufgeführt sind. Tabelle 15 stellt die Kosten der Entwicklungsalternativen für den geplanten Nutzungszeitraum beim IT-LA von drei Jahren dar:

Tabelle 15: Kosten für die Entwicklungsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung

Kosten in Euro	**Entwicklungs-alternative 1 (EA1) Monolithische Eigenentwicklung**	**Entwicklungs-alternative 2 (EA2) Modulare Eigenentwicklung**	**Entwicklungs-alternative 3 (EA3) Monolithische Fremdentwicklung**
Personalkosten	100.000,00 €	80.000,00 €	10.000,00 €
Software-Case	10.000,00 €	10.000,00 €	6.000,00 €
Softwarelizenzen auf 3 Jahre	0,00 €	0,00 €	30.000,00 €
Hardware-Entwicklungsumgebung	10.000,00 €	15.000,00 €	4.000,00 €
Software-Entwicklungsumgebung	6.000,00 €	8.000,00 €	0,00 €
Sonstiges	0,00 €	0,00 €	28.000,00 €
Summe für 3 Jahre	**126.000,00 €**	**113.000,00 €**	**78.000,00 €**
Stückkosten IT-Entwicklung (Grundlage ist die durchschnittliche Anzahl an Verträgen in den nächsten drei Jahren)	10,96 €	9,83 €	6,78 €

4.3.3 Stufe 2: Bestimmung der Verbrauchsmengen

Da jede IT-Entwicklungsalternative in der IT-Produktion ein bestimmtes Nutzungs- und Verbrauchsverhalten aufweist, sind in dieser Stufe die Verbrauchsmengen jeder Entwicklungsalternative zu bestimmen, um die jeweiligen IT-Produktionskosten ermitteln zu können. Diese Verbrauchsmengen werden als IT-Stücklisten bezeichnet [Scheeg 2005, S. 153].

Damit IT-Entwicklungs- und IT-Produktionsalternativen in Kostentabellen verglichen werden können, sind die IT-Stücklisten mit den Kapazitätsdaten der Produktionsressourcen zu vergleichen. Dies erfordert eine Normierung der Verbrauchs- sowie Kapazitätsdaten, um das Verbrauchsverhalten einer Entwicklungsalternative bewerten zu können. Dies lässt sich zum Beispiel über Benchmarks wie das tpmC oder das SPEC-Benchmark erreichen [Scheeg 2005, S. 157].

Weiterhin ist es möglich, mittels Benchmarkgrößen Verarbeitungskapazitäten in der IT-Produktion zu beschreiben (z.B. ein Server hat eine Verarbeitungskapazität von 200.000 tpmC). Auslastungsdaten und freie Kapazitäten der IT-Produktionsressourcen lassen sich auf die gleiche Weise beschreiben. Für Übertragungs- und Speicherbedarfsbeschreibungen existieren produktionsplattformunabhängige Größen, zum Beispiel übertragene Traffic-Daten pro Monat oder in Verbindung mit der Speicherdauer in *Gigabyte-Monate* bei Festplattenspeicher. Mittels des Verbrauchsverhaltens der IT-Stücklisten mit der Gesamtzahl an herzustellenden IT-Produkten kann der Gesamtressourcenbedarf ermittelt und als normierte Größe beschrieben werden [Scheeg 2005, S. 158].

Für den Begriff der IT-Stückliste werden zwei Annahmen getroffen [Scheeg 2005, S. 154]:

1. *„Die Verbrauchsmengen für die Herstellung von einem (Stück) IT-Produkt sind konstant“*
2. *„Zwischen der Produktionsmenge von IT-Produkten und den Verbrauchsmengen besteht ein linearer Zusammenhang“*

Weiterhin sind zwei Fälle für die Bestimmung von IT-Stücklisten und von IT-Produkten definiert [Scheeg 2005, S. 154]:

1. *Fall: Der IT-LE hat Erfahrungswerte bei der Produktion des IT-Produktes oder eines vergleichbaren Produktes. Daher kann auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden.*

Bei Produkten eines externen Herstellers kann auf Angaben des Lieferanten zurückgegriffen werden.

2. *Fall: Das IT-Produkt war bisher beim IT-LE nicht in der Produktion und es kann nicht auf eigene IST-Daten zurückgegriffen werden, daher sind die Verbrauchswerte zu ermitteln.*

Die Bedarfe an IT-Leistungen lassen sich über Multiplikation der Stücklisteninformationen mit der geplanten Ausbringungsmenge errechnen. Um die Verbrauchsmengen der IT-Entwicklungsalternativen zu bestimmen, wählt Scheeg in seinen Betrachtungen das Beispiel des Software Performance Engineering (SPE).

Die Methoden des SPE basieren auf drei Säulen (siehe Abbildung 35) [Scheeg 2005, S. 154]:

- Lastparameter: *nutzungsorientierte Größen, z.B. Anzahl gleichzeitiger Nutzer*
- Systemparameter: *spezifische Eigenschaften einer Entwicklungsalternative, z.B. Software-Architektur*
- Hardwareparameter: *spezifische Eigenschaften der IT-Produktionsumgebung, z.B. CPU-Geschwindigkeit*

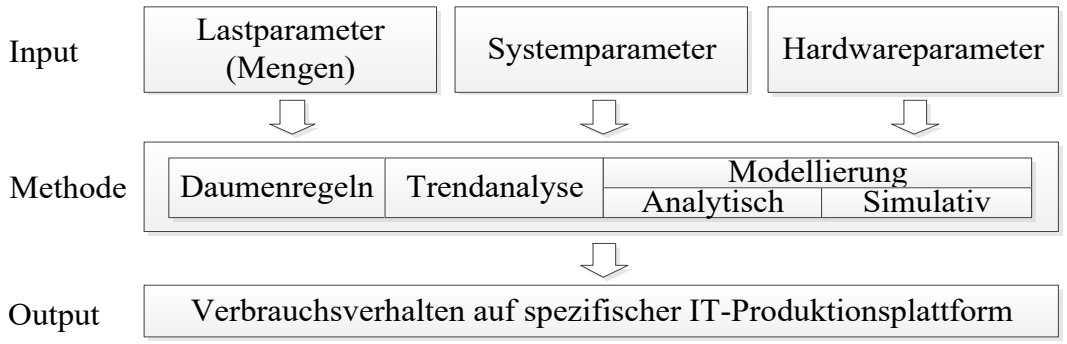


Abbildung 35: Methoden des Software Performance Engineering (SPE)

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 155]

Für die Ermittlung des Verbrauchsverhaltens werden auf diese Parameter verschiedene Methoden angewandt. Diese reichen von der einfachen Daumenregel, basierend auf allgemeinen

Regeln und sind daher eher als Richtlinien zu betrachten, bis zu aufwendigen Simulationsverfahren [Scheeg 2005, S. 155/156].

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Für die Verbrauchsmengenschätzung kann der IT-LE für die Entwicklungsalternative 1 und 2 auf Erfahrungen beim Betrieb des Vorgängersystems sowie eines ähnlichen von ihm auf Grundlage der gleichen Technologien entwickelten ERP-Systems zurückgreifen. Für die Entwicklungsvariante 3 kann der IT-LE zur Bestimmung der Verbrauchswerte unter den Parametern des IT-LA, die Angaben des Softwarelieferanten verwenden bzw. durch diese die Verbrauchswerte abschätzen. Aus diesen Angaben resultiert die unten dargestellte Tabelle mit den normierten IT-Stücklisten.

Tabelle 16: IT-Stückliste nach Anforderungen IT-LA Bsp.: Vertragsverwaltung

Normierte IT-Stückliste	Entwicklungsalternative 1 (EA1) Monolithische Eigenentwicklung	Entwicklungsalternative 2 (EA2) Modulare Eigenentwicklung	Entwicklungsalternative 3 (EA3) Monolithische Fremdentwicklung
Verarbeiten eines Vertrages (CPU) in tpmC	7.000,00	8.500,00	9.500,00
Verarbeiten von drei Verträgen (CPU) in tpmC	21.000,00	25.500,00	28.500,00
Speichern (Storage HDD) in Gigabyte-Monate (36Stk.)	5.040,00	5.760,00	7.200,00

Für die Verarbeitung der Verträge wurde für die Angabe der Verarbeitungsleistung der TPC Benchmark Typ C zur Angabe der Größe der normierten Transaktionen pro Minute (tpmC) gewählt. Die Speichermengen für Storage-Speicher beziehen sich auf die Laufzeit von drei Jahren und werden in Gigabyte-Monaten angegeben. Die Menge der zu speichernden Verträge beträgt, laut Prognose des IT-LA, am Anfang des ersten Jahres 10.000 Stück und am Ende des dritten Jahres 13.000 Stück. Der Mittelwert von 11.500 Stück und die durchschnittliche Größe eines Vertrages von 5 MB ergibt einen Rohdatenumfang zu speichernder Vertragsakten von rund 55 GB. Weiterhin kommen zu den Rohdaten noch der Aufwand zur Speicherung der Betriebsumgebung hinzu (Tabelle 17).

Tabelle 17: Speicherverbrauch der IT-Entwicklungsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung

Annahmen für Speicherverbrauch		
EA1	EA2	EA3
55GB Verträge 85GB System (OS, DB, usw.)	55GB Verträge 105GB System (OS, DB, usw.)	55GB Verträge 145GB System (OS, DB, usw.)
140GB	**160GB**	**200GB**

4.3.4 Stufe 3: Ermittlung der Produktionskosten der IT-Entwicklungsalternativen

Bestimmung der Produktionsalternativen

In der Realisierungsmatrix wurden nur die Ebenen der IT-Produktionsplattformen betrachtet, um erste IT-Entwicklungsalternativen ausschließen zu können (vgl. 4.2.3). Eine detailliertere Betrachtung der IT-Produktionsplattformen auf der Ebene der einzelnen Server bzw. Produktionsressourcen ist an diesem Punkt notwendig, um die integrierten IT-Kostentabellen mit Kosteninformationen füllen zu können. Dabei hat an dieser Stelle eine qualitative Beschreibung der Gestaltungsparameter der IT-Produktionsplattformen zu erfolgen. Voraussetzung für die Auswahl bedarfsgerechter Ressourcen für die jeweiligen Anforderungen der IT-Entwicklungsalternativen ist die Nennung der Basisfunktionalitäten, die eine Ressource abgeben kann. Dies erfolgt als qualitative Beschreibung über die Nennung der Basisfunktionalitäten, wie z.B. „Verarbeiten“ und „Speichern“ [Scheeg 2005, S. 160].

Scheeg beschreibt hierfür die IT-Produktionsalternativen wie folgt (siehe Abbildung 36) [Scheeg 2005, S. 160]: „*IT-Produktionsalternativen sind mögliche Kombinationen von Leistungen für die Produktion von IT-Produkten. Das bedeutet, dass sich eine Produktionsalternative aus Leistungen einer einzigen Produktionsressource zusammensetzen kann, ebenso wie sie eine Kombination von Leistungen über verschiedene IT-Plattformen hinweg darstellen kann. IT-Produktionsalternativen beschreiben also die konkreten Möglichkeiten der IT-Produktion für den Betrieb von Anwendungssystemen unter Berücksichtigung der aktuellen Auslastung der unterschiedlichen Ressourcenleistungen“*

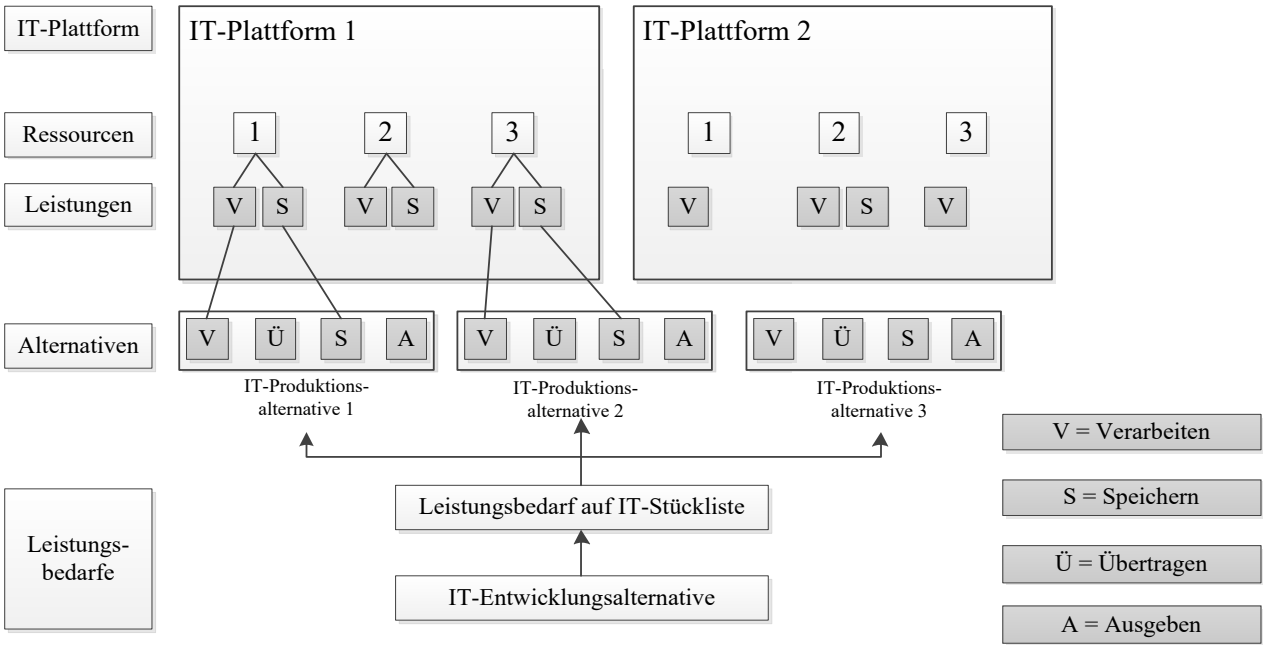


Abbildung 36: Ermittlung von IT-Produktionsalternativen

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 160]

Um nun die IT-Produktionsalternativen miteinander vergleichen zu können, erfordert dies die Darstellung der Leistungs- und Auslastungsdaten der Produktionsressourcen in vergleichbaren Größen [Scheeg 2005, S. 161]. Eine wichtige Voraussetzung zur Ermittlung von IT-Produktionsalternativen ist dabei, dass eine ausreichende Kapazität im Hinblick auf den Ressourcenbedarf besteht [Scheeg 2005, S. 162]. Dies ist wie folgt formuliert [Scheeg 2005, S. 162]: *„Die normierte und dadurch vergleichbare quantitative Beschreibung ist gemeinsam mit den Informationen über die aktuelle und gegebenenfalls geplante Nutzung der jeweiligen Leistungen der Ressourcen, der Schlüssel für die Ermittlung der unterschiedlichen IT-Produktionsalternativen.“*

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Für die Produktion der Vertragsverwaltung stehen dem IT-LE zwei mögliche Produktionsplattformen zur Verfügung. Der Auszug aus dem Asset Management des IT-LE und der Ressourcenverwaltung zeigt, dass Produktionsplattform 1 aus drei Ressourcen (physischen Servern) und Produktionsplattform 2 aus zwei Ressourcen besteht. Die Leistungen, die diese Ressourcen abgeben können, sind „Verarbeitung“ und „Speicherung“. Zur Speicherung sind die Ressourcen einer jeden Produktionsplattform jeweils an ein Speichersystem (Storage) angeschlossen.

Tabelle 18: Produktionsplattformen des IT-LE Bsp.: Vertragsverwaltung

Produktions-plattform 1	CPU	OS	DB	Leistung
Ressource 1	Intel 8 Core	Windows	MS SQL	Verarbeitung/Speicherung
Ressource 2	Intel 6 Core	Windows	MS SQL	Verarbeitung/Speicherung
Ressource 3	Intel 4 Core	Windows	MS SQL	Verarbeitung/Speicherung

Produktions-plattform 2	CPU	OS	DB	Leistung
Ressource 1	AMD 8 Core	Linux	DB2	Verarbeitung/Speicherung
Ressource 2	AMD 4 Core	Linux	DB2	Verarbeitung/Speicherung

Im nächsten Schritt erweitert der IT-LE diese Sicht auf die Produktionsplattformen und Ressourcen um quantitative Angaben zu Leistungs- und Nutzungsdaten aus dem Kapazitätsmanagement [Scheeg 2005, S. 162]. Dabei wird die Kapazität über normierte Werte angegeben. Für die Leistung „Verarbeiten“ ist der normierte Benchmarkwert tpmC sowie für die Speicherung der Wert „Gigabyte-Monate“ gewählt worden. Nachfolgende Tabelle stellt dies für die Produktionsplattformen 1 und 2 dar.

Tabelle 19: Leistungen der Produktionsalternativen Bsp.: Vertragsverwaltung

Produktions-plattform 1	Verarbeitung (CPU) in tpmC					Speicherung (Storage) in GB				
	Kapazität	K-Punkt	Max. Nutzung in %	Durchschnitts-nutzung in %	Durchschnitt-lich frei (zum K-Punkt)	Kapazität	K-Punkt	Max. Nutzung in %	Durchschnitts-nutzung in %	Durchschnitt-lich frei (zum K-Punkt)
Res-source 1	80.000	68.000	36	24	51.680	1.100	1067	33	18	875
Res-source 2	55.000	46.750	43	36	29.920	700	679	50	35	441
Res-source 3	45.000	38.250	62	48	19.890	500	485	75	57	209
Produktions-plattform 2	Verarbeitung (CPU)					Speicherung (Storage)				
	Kapazität	K-Punkt	Max. Nutzung in %	Durchschnitts-nutzung in %	Durchschnitt-lich frei (zum K-Punkt)	Kapazität	K-Punkt	Max. Nutzung in %	Durchschnitts-nutzung in %	Durchschnitt-lich frei (zum K-Punkt)
Res-source 1	35.000	29.750	37	22	23.205	900	882	54	38	547
Res-source 2	50.000	42.500	24	13	36.975	500	490	37	23	377

Die mit „Kapazität“ gekennzeichneten Spalten beschreiben die maximale Kapazität der jeweiligen Ressource für die Leistungen „Verarbeitung“ und „Speicherung“. Die Spalten „K-Punkt“ beschreiben die maximal wirtschaftlich nutzbare Kapazität der jeweiligen Ressource, über diese hinaus eine Nutzung der jeweiligen Leistung unwirtschaftlich ist [Zarnekow 2007, S. 101]. Die Spalten „Max. Nutzung in %“, „Durchschnittsnutzung in %“ sowie „Durchschnittlich frei (zum K-Punkt)“ zeigen die bisherige Maximalnutzung, durchschnittliche Nutzung zur Maximalkapazität, durchschnittlich freie Kapazitäten zum K-Punkt [Scheeg 2005, S. 162].

Bewertung der Produktionsalternativen

Ziel dieses Schrittes ist die Bewertung der Leistungen, die die Grundlage der Produktionsalternativen darstellen. Dazu muss eine Verrechnungslogik angewendet werden, um normierte, bewertete IT-Leistungen der Produktionsalternativen unter Nutzung von IT-Stücklisten zu erhalten. Dafür wird die technische Sicht um eine kostenrechnerische Sicht mit dem gleichen Detailierungsgrad erweitert [Scheeg 2005, S. 163].

Folgende Abbildung 37 verdeutlicht diesen Teilschritt:

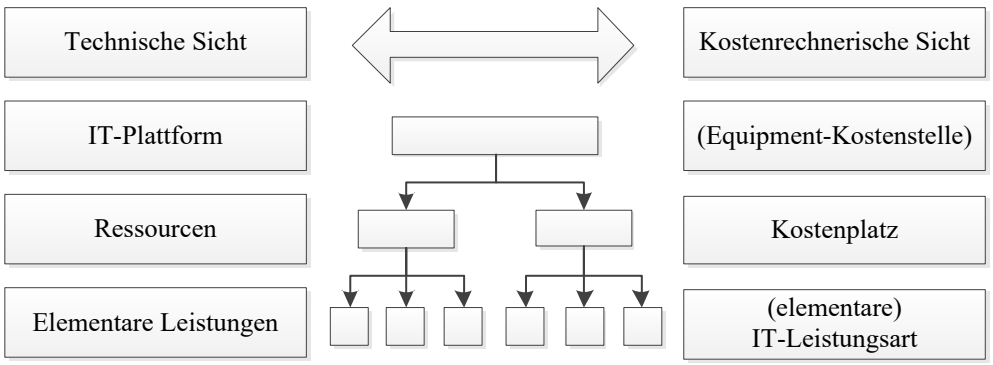
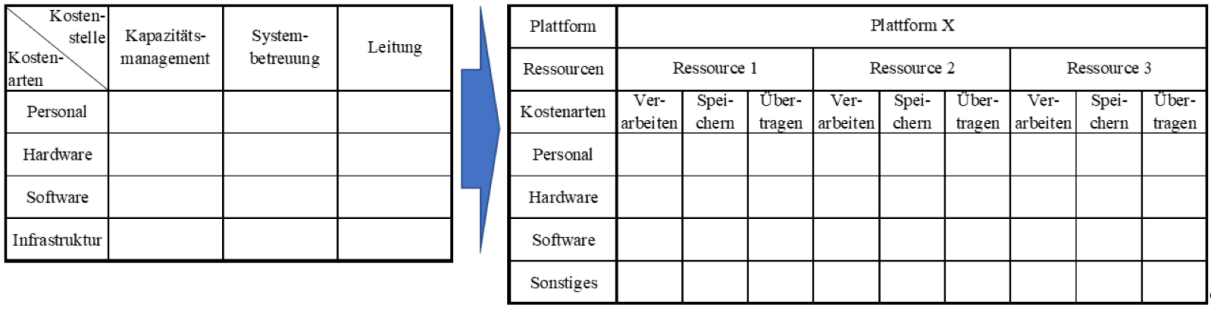


Abbildung 37: Technische und kostenrechnerische Sicht auf die Produktionsressourcen

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 163]

Es werden Kostenstellen auf Ebene der IT-Produktionsplattformen gebildet, die jeweils gleichartige Ressourcen umfassen. Scheeg beschreibt das Ergebnis folgendermaßen [Scheeg 2005, S. 163]: *„Die einzelnen Ressourcen in einer solchen IT-Produktionsplattform-Kostenstelle (Equipment-Kostenstelle) beschreiben einen Kostenplatz. Die Leistungen, die von einem solchen Platz in Form von Basisfunktionalitäten abgegeben werden, stellen elementare technische Leistungsarten dar“.* Alle Kosten müssen den elementaren Leistungsarten der Ressourcen zugeordnet werden. Die integrierten IT-Kostentabellen erfordern eine detaillierte Beschreibung der Leistungen bzw. Leistungsarten für jede Ressource.

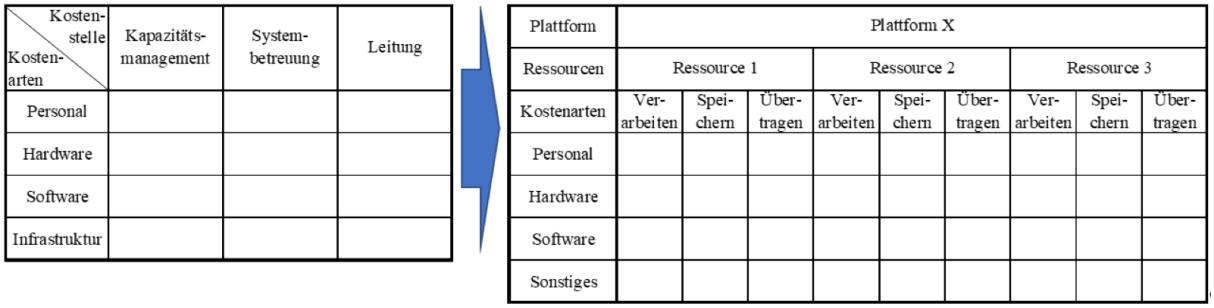
Dafür muss eine Zuordnung der Kostenstellenkosten zu Ressourcen-Leistungsarten erfolgen [Scheeg 2005, S. 163] (siehe



Kostenstelle / Kostenarten	Kapazitätsmanagement	Systembetreuung	Leitung
Personal			
Hardware			
Software			
Infrastruktur			

Plattform	Plattform X								
Ressourcen	Ressource 1			Ressource 2			Ressource 3		
Kostenarten	Verarbeiten	Speichern	Übertragen	Verarbeiten	Speichern	Übertragen	Verarbeiten	Speichern	Übertragen
Personal									
Hardware									
Software									
Sonstiges									

Abbildung 38).



Kostenstelle / Kostenarten	Kapazitätsmanagement	Systembetreuung	Leitung
Personal			
Hardware			
Software			
Infrastruktur			

Plattform	Plattform X								
Ressourcen	Ressource 1			Ressource 2			Ressource 3		
Kostenarten	Verarbeiten	Speichern	Übertragen	Verarbeiten	Speichern	Übertragen	Verarbeiten	Speichern	Übertragen
Personal									
Hardware									
Software									
Sonstiges									

Abbildung 38: Zuordnung Kostenstellenkosten zu Ressourcen-Leistungsarten

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 164]

Mittels der Kosten je Ressourcenleistungsart als Grundlage und mittels der Kapazitäts- und Auslastungsmaße ist es möglich, die Stückkosten jeder Ressourcenleistungsart zu berechnen [Scheeg 2005, S. 166].

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Der IT-LE führt für jede Produktionsplattform eine Kostenstelle. In der nachfolgenden Tabelle 20 sind die Kosten für drei Jahre der jeweiligen Produktionsplattformen dieser Kostenstellen zugeordnet. Für die Produktionsplattform 1 ergibt sich eine Gesamtsumme der Kostenstellenkosten von 597.368,54 € sowie für die Produktionsplattform 2 eine Gesamtsumme von 495.866,92 €. Die Gesamtsumme der Abschreibungen für Verarbeitung und Speicherung belaufen sich auf 84.000€ (42.000€ Verarbeiten, 42.000€ Speichern) für Produktionsplattform 1 und 44.400€ (23.400€ Verarbeiten, 21.000€ Speichern) für Produktionsplattform 2. Die sonstigen Kosten (Summe aus Materialkosten und Sekundärkosten) für Produktionsplattform 1 auf 513.368,54€ und für Produktionsplattform 2 auf 451.466,92€.

Die Abschreibungskosten der jeweiligen Ressource ordnet der IT-LE zur Ermittlung der Plankosten direkt zu. Die sonstigen Kosten sind über alle Ressourcen sowie ihren Leistungsarten gemäß den Abschreibungen geschlüsselt zugeordnet. Daraus ergibt sich folgende Verteilung der sonstigen Kosten auf die Produktionsplattformen und ihrer Ressourcen (Rn) (Siehe Tabelle 21 und Tabelle 22):

Tabelle 21: Umlage „Sonstige Kosten“, Produktionsplattform 1 Bsp.: Vertragsverwaltung

Umlage Sonstige Kosten auf Ressourcen im Verhältnis zur Abschreibung		
	Abschreibung	Umlage
Verarb. R1	16.500,00 €	**100.840,25 €**
Verarb. R2	13.500,00 €	**82.505,66 €**
Verarb. R3	12.000,00 €	**73.338,36 €**
Storage R1	21.000,00 €	**128.342,14 €**
Storage R2	12.600,00 €	**77.005,28 €**
Storage R3	8.400,00 €	**51.336,85 €**

Tabelle 22: Umlage „Sonstige Kosten“, Produktionsplattform 2 Bsp.: Vertragsverwaltung

Umlage Sonstige Kosten auf Ressourcen im Verhältnis zur Abschreibung		
	Abschreibung	Umlage
Verarb. R1	14.400,00 €	**146.421,70 €**
Verarb. R2	9.000,00 €	**91.513,56 €**
Storage R1	14.000,00 €	**142.354,43 €**
Storage R2	7.000,00 €	**71.177,22 €**

Für die Berechnung der Stückkosten werden die verfügbaren normierten Transaktionen und zur Verfügung stehenden Gigabyte im Betrachtungszeitraum als Grundlage herangezogen. Der tpmC Benchmark-Wert wird mit der Anzahl an Minuten im Betrachtungszeitraum multipliziert, um durch diese Hochrechnung die Gesamtzahl der verfügbaren Transaktionen zu erhalten.

Hinweis: Scheeg definiert für die Ermittlung der Stückkosten die K-Punkt-Kapazitäten als Vollbeschäftigung. Dabei wird an dieser Stelle die maximale Produktivität der Kostenstelle und der Ressource bzw. Leistungsart unterstellt [Scheeg 2005, S. 163].

Die nachfolgende Tabelle 23 und Tabelle 24 zeigen die Ergebnisse der Berechnung der Stückkosten (bezogen auf den K-Punkt) für die Leistungsarten „Verarbeiten“ und „Speichern“ der Kostenstellen 1 und 2 je IT-Produktionsplattform und Ressource (Spalten „Kosten je 1 Mio. TA“ und „Kosten je 1 GB-Monat“) des IT-LE.

Tabelle 23: Stückkosten „Verarbeiten“ PP 1 u. 2 Bsp.: Vertragsverwaltung

Produktions-plattform 1	Verarbeitung in tpmC		Kosten	Stückkosten Verarbeiten	
	Kapazität	K-Punkt	Verarbeiten in 3 Jahren	normierte TA in 3 Jahren (525.600min) in Mio.	Kosten je 1 Mio. TA
Ressource 1	80.000	68.000	117.340,25 €	35.740,80	**3,28 €**
Ressource 2	55.000	46.750	96.005,66 €	24.571,80	**3,91 €**
Ressource 3	45.000	38.250	85.338,36 €	20.081,25	**4,25 €**

Produktions-plattform 2	Verarbeitung in tpmC		Kosten	Stückkosten Verarbeiten	
	Kapazität	K-Punkt	Verarbeiten in 3 Jahren	normierte TA in 3 Jahren (525.600min) in Mio.	Kosten je 1 Mio. TA
Ressource 1	35.000	29.750	160.821,70 €	15.636,60	**10,28 €**
Ressource 2	50.000	42.500	100.513,56 €	22.338,00	**4,50 €**

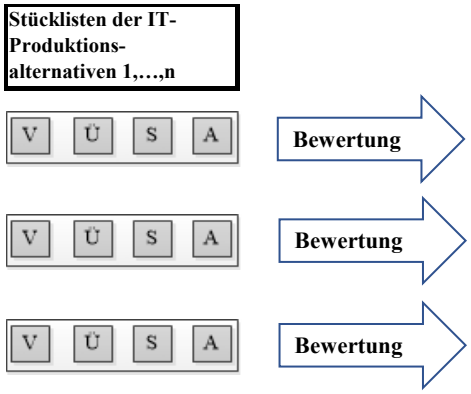
Tabelle 24: Stückkosten „Speichern" PP 1 u. 2 Bsp.: Vertragsverwaltung

Produktions-plattform 1	Speicher in GB		Kosten	Stückkosten Speichern	
	Kapazität	K-Punkt	Speichern in 3 Jahren	Speicher in 3 Jahren (GB-Monate)	Kosten je 1 GB-Monat
Ressource 1	1.100	1067	149.342,14 €	38.412	**3,89 €**
Ressource 2	700	679	89.605,28 €	24.444	**3,67 €**
Ressource 3	500	485	59.736,85 €	17.460	**3,42 €**

Produktions-plattform 2	Speicher in GB		Kosten	Stückkosten Speichern	
	Kapazität	K-Punkt	Speichern in 3 Jahren	Speicher in 3 Jahren (GB-Monate)	Kosten je 1 GB-Monat
Ressource 1	900	882	156.354,43 €	31.752	**4,92 €**
Ressource 2	500	490	78.177,22 €	17.640	**4,43 €**

Erstellung der Produktionskostentabelle

Eine IT-Produktionskostentabelle zeigt ausschließlich die IT-Produktionskosten für die IT-Entwicklungsalternativen. Diese werden durch Multiplikation der Bedarfsmengen aus den IT-Stücklisten und den Stückkosten für jede IT-Entwicklungsalternative gebildet. Bei der lebenszyklusorientierten Betrachtung wird mit der geplanten Absatzmenge multipliziert, um die alternativenspezifischen Produktionskosten für jede IT-Entwicklungsalternative zu berechnen [Scheeg 2005, S. 168]. Das Ergebnis wird in tabellarischer Form dargestellt (siehe Abbildung 39):



IT-Entwicklungs-alternative 1	IT-Entwicklungs-alternative 2	IT-Entwicklungs-alternative 3
€	€	€
€	€	€
€	€	€

Abbildung 39: Aufbau Produktionskostentabelle

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 169]

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Aus den vorhandenen Angaben ermittelt der IT-LE nun die Produktionskostentabelle für alle Produktionsplattformen und ihre Ressourcen, die für die Anforderungen der Vertragsverwaltung hinreichend freie Kapazitäten haben. In diesem Fall stehen auf allen Produktionsplattformen hinreichend viele Kapazitäten bereit, sodass im nächsten Schritt mit den vom IT-LA genannten Mengeninformationen die Produktionskostentabelle erstellt werden kann. Der maximale Mengenbedarf unter Nutzung der Verbrauchsdaten und der Mengeninformationen des IT-LA ergibt für die Verarbeitung und Speicherung folgende Werte:

Tabelle 25: Anforderungen für die Verarbeitung Bsp.: Vertragsverwaltung

Anforderungen tpmC bei drei Verträgen		
EA1	EA2	EA3
21.000,00	25.500,00	28.500,00

Für die gleichzeitige Bearbeitung von drei Verträgen beträgt die erforderliche CPU-Leistung, die in

Tabelle 25 angegebenen Werte in tpmC für die jeweilige IT-Entwicklungsalternative.

Tabelle 26: Anforderungen für die Speicherung Bsp.: Vertragsverwaltung

Speichern in Gigabyte-Monate			
	EA1	EA2	EA3
	5.040,00	5.760,00	7.200,00
pro Vertrag	0,44	0,50	0,63

Tabelle 26 zeigt den Speicherbedarf für die Speicherung der Verträge pro IT-Entwicklungsalternative in Gigabyte-Monate.

Daraus ergeben sich folgende Kosten für die Verarbeitung und Speicherung jeweils eines Vertrages pro Entwicklungsalternative auf den einzelnen Ressourcen der Produktionsplattformen (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: Stückkosten pro Vertrag, Produktionsplattform 1 Bsp.: Vertragsverwaltung

Ressource 1 (Stückkosten pro Vertrag)	Leistungsart Verarbeiten zum K-Punkt	Leistungsart Speichern zum K-Punkt
Entwicklungsalternative 1	0,0230 €	1,70 €
Entwicklungsalternative 2	0,0279 €	1,95 €
Entwicklungsalternative 3	0,0312 €	2,43 €
Ressource 2 (Stückkosten pro Vertrag)	Leistungsart Verarbeiten zum K-Punkt	Leistungsart Speichern zum K-Punkt
Entwicklungsalternative 1	0,0274 €	1,61 €
Entwicklungsalternative 2	0,0332 €	1,84 €
Entwicklungsalternative 3	0,0371 €	2,30 €
Ressource 3 (Stückkosten pro Vertrag)	Leistungsart Verarbeiten zum K-Punkt	Leistungsart Speichern zum K-Punkt
Entwicklungsalternative 1	0,0297 €	1,50 €
Entwicklungsalternative 2	0,0361 €	1,71 €
Entwicklungsalternative 3	0,0404 €	2,14 €

Tabelle 28: Stückkosten pro Vertrag, Produktionsplattform 2 Bsp.: Vertragsverwaltung

Ressource 1 (Stückkosten pro Vertrag)	Leistungsart Verarbeiten zum K-Punkt	Leistungsart Speichern zum K-Punkt
Entwicklungsalternative 1	0,0720 €	2,16 €
Entwicklungsalternative 2	0,0874 €	2,47 €
Entwicklungsalternative 3	0,0977 €	3,08 €
Ressource 2 (Stückkosten pro Vertrag)	Leistungsart Verarbeiten zum K-Punkt	Leistungsart Speichern zum K-Punkt
Entwicklungsalternative 1	0,3150 €	1,94 €
Entwicklungsalternative 2	0,0382 €	2,22 €
Entwicklungsalternative 3	0,0427 €	2,77 €

Nun kann der IT-LE die eigentlichen Produktionskosten der Entwicklungsalternativen berechnen. Da in diesem Fall die einzelnen Leistungen der Produktionsressourcen untereinander kombinierbar sind, müssen für die Erstellung der Produktionskostentabelle diese Kombinationen gebildet werden, für die dann die eigentlichen Produktionskosten durch Addition der jeweiligen Leistungen „Verarbeiten“ und „Speichern“ der Ressourcenkombination berechnet werden.

Tabelle 29: Variationen Leistungsarten der PP1 Bsp.: Vertragsverwaltung

Variationsmöglichkeiten Plattform 1 EA1-3				
	Speichern	R1	R2	R3
Verarbeiten				
R1		Variante1	Variante2	Variante3
R2		Variante4	Variante5	Variante6
R3		Variante7	Variante8	Variante9

Tabelle 30: Variationen Leistungsarten der PP2 Bsp.: Vertragsverwaltung

Variationsmöglichkeiten Plattform 2 EA1-3			
	Speichern	R1	R2
Verarbeiten			
R1		Variante10	Variante11
R2		Variante12	Variante13

Für die vom IT-LA gewünschten Mengengerüste und der vom IT-LE berechneten Ressourcenbedarfe und Stückkosten der Leistungsarten pro Vertrag (in Bezug auf den K-Punkt) ergeben für die vorhandenen Produktionsplattformen und Entwicklungsalternativen folgende Produktstückkosten für den Planungszeitraum von drei Jahren (siehe

Tabelle 31):

Tabelle 31: Produktionskostentabelle Bsp.: Vertragsverwaltung

	EA1	**EA2**	**EA3**
Variante 1	1,7269 €	1,9752 €	2,4654 €
Variante 2	1,6295 €	1,8640 €	2,3263 €
Variante 3	1,5224 €	1,7416 €	2,1733 €
Variante 4	1,7313 €	1,9805 €	2,4713 €
Variante 5	1,6339 €	1,8693 €	2,3322 €
Variante 6	1,5268 €	1,7469 €	2,1792 €
Variante 7	1,7337 €	1,9835 €	2,4745 €
Variante 8	1,6363 €	1,8722 €	2,3354 €
Variante 9	1,5292 €	1,7498 €	2,1824 €
Variante 10	2,2301 €	2,5538 €	3,1807 €
Variante 11	2,0143 €	2,3072 €	2,8724 €
Variante 12	2,4731 €	2,5046 €	3,1257 €
Variante 13	2,2573 €	2,2580 €	2,8174 €

4.3.5 Stufe 4: Integration der Kosteninformationen

In der letzten Stufe wird die in den vorangegangenen Schritten ermittelte Produktionskostentabelle mit den Kosten für die IT-Entwicklungsalternativen aus Stufe 1 miteinander zur integrierten IT-Kostentabelle erweitert.

Dafür werden die Entwicklungskosten der IT-Entwicklungsalternativen auf die geplante Gesamtmenge der herzustellenden IT-Produkte zur Darstellung der IT-Produktstückkosten verteilt. Dies wird in tabellarischer Form dargestellt, wobei jede Zelle der integrierten IT-Kostentabelle die integrierten IT-Stückkosten einer spezifischen Alternativenkombination aufzeigt. Für eine lebenszyklusorientierte Darstellung der Gesamtkosten werden die Stückkosten mit der vom IT-LA angegebenen Abnahmemenge von IT-Produkten multipliziert [Scheeg 2005, S. 172].

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware

Der IT-LE stellt für die Entscheidung, welche Kombination aus IT-Entwicklungsalternative und Produktionsvariante verwendet werden soll, die Produktionskosten in der lebenszyklusorientierten Form dar (siehe Tabelle 32). Die günstigste Methode für die Bereitstellung der Vertragsverwaltung stellt sich mit der IT-Entwicklungsalternative 3 mittels der Nutzung durch die Produktionsvariante 3 dar. Für diese Variante betragen die Kosten 102.992,43€ für eine Nutzungsdauer von drei Jahren. Dies entspricht 2,17€ pro verwalteten Vertrag. Im Gegensatz dazu entstehen in der teuersten Variante mit der IT-Entwicklungsalternative 1 unter Nutzung der Produktionsvariante 12 Kosten in Höhe von 154.440,40€ bzw. 2,47€ pro verwalteten Vertrag. Dies entspricht einem Unterschied von 51.447,97€.

Tabelle 32: Integrierte IT-Kostentabelle Bsp.: Vertragsverwaltung

	EA1	EA2	EA3
Variante 1	145.859,32 €	135.715,24 €	106.351,58 €
Variante 2	144.739,60 €	134.435,57 €	104.751,99 €
Variante 3	143.507,92 €	133.027,93 €	102.992,43 €
Variante 4	145.909,56 €	135.776,25 €	106.419,76 €
Variante 5	144.789,84 €	134.496,57 €	104.820,16 €
Variante 6	143.558,15 €	133.088,93 €	103.060,61 €
Variante 7	145.937,13 €	135.809,73 €	106.457,18 €
Variante 8	144.817,41 €	134.530,05 €	104.857,58 €
Variante 9	143.585,73 €	133.122,41 €	103.098,03 €
Variante 10	151.646,10 €	142.368,97 €	114.578,15 €
Variante 11	149.164,29 €	139.532,61 €	111.032,70 €
Variante 12	154.440,40 €	141.803,46 €	113.946,11 €
Variante 13	151.958,58 €	138.967,10 €	110.400,66 €

4.4 Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel konnte mit der Beschreibung und einem durchgehenden fiktiven Beispiel gezeigt werden, dass das Konzept der integrierten IT-Kostentabellen für eine effiziente IT-Leistungserbringung und als eine Entscheidungsunterstützung zur Herstellungsplanung von IT-Produkten angewendet werden kann. Der Aufwand der Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen kann durch den Erkenntnisgewinn über die Möglichkeiten einer kosteneffizienten Bereitstellung von IT-Leistungen gerechtfertigt werden. Die Verwendung von normierten Werten zur Berechnung der Verbrauchswerte und der IT-Stückkosten stellt einen großen Vorteil zur vielfältigen Anwendbarkeit dieses Verfahrens dar.

Um die hier vorgestellten integrierten IT-Kostentabellen als Grundlage zur Entwicklung eines angepassten Verfahrens für die Ermittlung der Bereitstellungskosten von SaaS-Anwendungen (vgl. 1.1) zu verwenden, müssen die notwendigen Anforderungen an ein solches Verfahren definiert werden. Diese Anforderungen wurden mittels einer Umfrage unter SaaS-Herstellern ermittelt, die im nachfolgenden Kapitel beschrieben sind.

5 Umfrage zur Bildung der Anforderungen an ein Lösungskonzept

Wie am Ende des vorangegangenen Kapitels angesprochen, sollten die Anforderungen an ein Lösungskonzept auf Grundlage einer angepassten Version der integrierten IT-Kostentabellen (vgl. Kapitel 4) mittels einer Umfrage ermittelt werden. Diese Umfrage und die daraus resultierende Datenauswertung aus den erhobenen Datensätzen, stellt den empirischen Teil dieser Arbeit dar. Grundlage der durchgeführten Umfrage, deren Zielgruppe in Abschnitt 5.1 beschrieben ist, stellen vier zuvor aufgestellte Forschungsfragen dar (siehe Tabelle 33). Diese Forschungsfragen wurden mit entsprechenden Fragen aus der Umfrage verknüpft, um diese mit den Antwortdatensätzen zu hinterlegen und somit die notwendigen Anforderungen an das Lösungskonzept abzuleiten.

Tabelle 33: Forschungsfragen der Umfrage

1. Forschungsfrage: **Haben die Anbieter die Möglichkeit, Cloud-Eigenschaften von der darunterliegenden Infrastruktur zu beziehen?** (8 verwendete Fragen der Umfrage)
Ziel: Klärung, inwieweit die Teilnehmer die Vorteile und Eigenschaften des Cloud Computing (vgl. 2.1) für sich selbst nutzen, um ihre Produkte den Kunden bereitzustellen.
2. Forschungsfrage: **IST-Stand des aktuellen Ressourcenmanagements der Anbieter?** (11 verwendete Fragen der Umfrage)
Ziel: Klärung des IST-Standes des aktuellen Ressourcenmanagements der Anbieter unter Berücksichtigung der Ausführungen unter Abschnitt 2.9.
3. Forschungsfrage: **Haben die Kunden der Anbieter die Möglichkeit, die Software der Umfrageteilnehmer mit den bekannten Cloud-Eigenschaften zu beziehen?** (6 verwendete Fragen der Umfrage)
Ziel: Klärung, ob die angebotenen Anwendungen der Umfrageteilnehmer ebenfalls den entsprechenden Eigenschaften des Cloud Computing entsprechen (vgl. 2.1).
4. Forschungsfrage: **IST-Stand des aktuellen Cloud-Vertriebs der Anbieter?** (3 verwendete Fragen der Umfrage)
Ziel: Klärung, welche hauptsächlichen Vertriebswege, Geschäftsbeziehungen und Zielmärkte die Teilnehmer der Umfrage anstreben (vgl. 2.6).

5.1 Zielgruppe der Umfrage

Für die Umfrage wurden Unternehmen der Cloud-Branche mit Hauptsitz in Deutschland und mit mindestens einem Angebot im SaaS-Bereich ausgewählt. Dabei wurden, sofern dies möglich war, direkte Ansprechpartner aus den Unternehmen der Bereiche *Geschäftsführung* und *Systemadministration* angesprochen. Im Endergebnis waren 72 Prozent der Umfrageteilnehmer (36% Geschäftsführung (CEO) und 36% IT-Services) aus diesen Bereichen. Die restlichen 28 Prozent verteilen sich auf Teilnehmer der Unternehmensbereiche *Sales*, *Professional Services* (PS) und *Research and Development* (R&D).

Tabelle 34: Umfrage: Verteilung der Umfrageteilnehmer nach ihrer Position

Position	**CEO**	**IT-Services**	**Sales**	**PS**	**R&D**
Anzahl	9	9	3	2	2
in Prozent	36,00%	36,00%	12,00%	8,00%	8,00%

5.2 Vorgehensweise der Durchführung

Die eigentliche Datenerhebung erfolgte in Form einer Online-Umfrage. Dabei wurden hauptsächlich Multiple-Choice-Fragen verwendet, mit der Möglichkeit ergänzende Antworten über Freitextfelder zu geben. Soweit es möglich war, wurden direkte Ansprechpartner der ausgewählten Unternehmen mit der Bitte um Teilnahme angesprochen.

In den Fällen, in denen keine direkten Ansprechpartner bekannt waren oder gefunden werden konnten, wurde die allgemeine Kontakt-Mail-Adresse des Unternehmens mit der Bitte um Weiterleitung an entsprechende Personen verwendet. Die Aufstellung der Liste an Unternehmen, die für die Umfrage angeschrieben wurden, erfolgte über eine Internetrecherche. Dabei wurden auch Anbieter die Mitglieder der Cloud-Verbände *Cloud Ecosystem* [Cloud Ecosystem e.V. 2016], *German Cloud* [German Cloud 2016] und *EuroCloud Deutschland* [EuroCloud 2016] waren, ausgewählt. Insgesamt wurden 130 SaaS-Anbieter mit der Bitte um Teilnahme an der Studie angeschrieben, wovon 50 Unternehmen teilnahmen. Daraus resultierten 25 komplette Datensätze (vollständige Liste aller Fragen der Umfrage mit Antworten, siehe Anhang B), die zur Datenauswertung herangezogen werden konnten. Der Umfang der Umfrage bestand aus insgesamt 35 Fragen in folgenden Themenblöcken:

Tabelle 35: Umfrage: Fragenblöcke der Umfrage

Allgemeine Fragen zum Unternehmen	5 Fragen
Fragen zu den Produkten	8 Fragen
Fragen zum technischen Betrieb der Cloud-Produkte/Services	6 Fragen
Fragen zum Lastmanagement	11 Fragen
Fragen zur Ressourcenplanung	5 Fragen

Aus diesen 35 Fragen wurden 28 Fragen thematisch ausgewählt, mit denen die Forschungsfragen (FF) beantwortet wurden. Aus den Ergebnissen der Forschungsfragen werden am Ende dieses Kapitels die Anforderungen an ein Lösungskonzept, auf Grundlage der in Kapitel 4 vorgestellten integrierten IT-Kostentabellen, abgeleitet.

5.3 FF 1: Sind die Anbieter in der Lage Cloud-Eigenschaften zu nutzen?

Um diese Forschungsfrage zu beantworten, mussten zwei Unterfragen gestellt werden:

1. Ob die Anwendungen der Umfrageteilnehmer aufgrund ihrer darunterliegenden Infrastruktur die Möglichkeit haben, Cloud-Eigenschaften zu beziehen.
2. Ob die Anwendungen der Umfrageteilnehmer in der Lage sind, Cloud-Eigenschaften der darunterliegenden Infrastruktur auch auszunutzen.

5.3.1 Haben die Anbieter die Möglichkeit Cloud-Eigenschaften von der darunterliegenden Infrastruktur zu beziehen?

Zur Beantwortung dieser Unterfrage wird an dieser Stelle Bezug auf die unter 2.1 genannten Eigenschaften und die Definition des Cloud Computing durch das BSI (ebenfalls unter 2.1) genommen. Die dort genannten Eigenschaften, die das Cloud Computing definieren, waren Grundlage zur Auswahl der entsprechenden Fragen aus der Umfrage.

Eigenschaften des Cloud Computing (vgl. Abschnitt 2.1):

- *Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall*
- *Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen*

- *Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Service-provider-Interaktion*
- *Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen - „Pay per use“*

Eigenschaft: *„Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall“*

IaaS- und PaaS-Anbieter erbringen ihre Leistungen häufig aus hochentwickelten und hochverfügbaren Rechenzentren heraus (vgl. 2.2.1 und 2.2.2). Diese sind in der Regel zur Erhöhung der Erreichbarkeit und Ausfallsicherheit mehrfachredundant mit großer Bandbreite an das Internet angebunden. Daher wird an dieser Stelle die Eigenschaft „*Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall*“ mit der Frage verknüpft, welche Cloud-Schicht die Teilnehmer für die Bereitstellung ihrer SaaS-Angebote verwenden.

Frage: Welche Cloud-Schicht verwenden Sie selbst als Grundlage für Ihr Cloud-Angebot?

Antworten: Genau 52% der Umfrageteilnehmer gaben an, als Grundlage ihrer SaaS-Angebote IaaS-Anbieter zu verwenden. 36% verwenden eine eigene RZ-Infrastruktur. Nur ein Umfrageteilnehmer verwendet einen PaaS-Anbieter zum Betrieb seiner Cloud-Systeme sowie 8% eine andere Grundlage zum Systembetrieb.

Tabelle 36: Umfrage: Infrastrukturgrundlage der SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer

	IaaS-Anbieter	eigene RZ-Infrastruktur	PaaS-Anbieter	Anderes
Anzahl	13	9	1	2
in Prozent	52,00%	36,00%	4,00%	8,00%

Eigenschaft: *„Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen“*

Die Frage nach der Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen lässt sich mit der Frage nach der Verwendung von virtualisierten Infrastrukturen abbilden (vgl. 2.5).

Frage: Welche Virtualisierungstechnologien verwenden Sie oder Ihr Infrastrukturanbieter?

Antworten: Bei dieser Frage gaben 52% der Befragten an, dass diese auf Grundlage von VMware arbeiten. Microsoft Hyper-V verwenden 16% der Umfrageteilnehmer. 20% verwenden andere Technologien und 12% gar keine Virtualisierung oder konnten an dieser Stelle keine Angaben machen.

Tabelle 37: Umfrage: Verwendete Virtualisierungstechnologien der Umfrageteilnehmer

	Hyper-V	VMware	Andere	Unbekannt oder keine Antwort
Anzahl	4	13	5	3
in Prozent	16%	52%	20%	12%

Eigenschaft: *„Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion“*

Um diese Eigenschaft zu überprüfen, wurden die Teilnehmer der Umfrage gebeten, die Verfahren anzugeben, mit denen die betriebenen Ressourcen in der Infrastruktur angepasst bzw. bereitgestellt werden.

Frage: Über welche Verfahren erfolgt das Erweitern oder Reduzieren von Ressourcen aus der darunterliegenden Cloud-Schicht?

Antworten: Da an dieser Stelle vielfältige Antwortmöglichkeiten denkbar waren, hatten die Umfrageteilnehmer die Möglichkeit diese über Freitextfelder anzugeben. Die Datensätze zu dieser Frage ließen sich anschließend nach den Kategorien der nachfolgenden Tabelle 38 einordnen. Hierbei zeigt sich, dass 48% der Teilnehmer manuelle Verfahren und 12% automatische Verfahren zum Erweitern oder Reduzieren ihrer Infrastrukturressourcen verwenden.

Tabelle 38: Umfrage: Verfahren zur Verwaltung der Infrastruktur

	Manuell	Automatisch	Andere	Unbekannt oder keine Antwort
Anzahl	12	3	1	9
in Prozent	48%	12%	4%	36%

Eigenschaft: *„Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen - „Pay per use“*

Idealerweise sollte bei dieser Eigenschaft eine verbrauchsabhängige Abrechnung der genutzten Ressourcen pro Zeiteinheit gegeben sein. Daher wurden die Umfrageteilnehmer gefragt, in welcher Stückelung und zeitlicher Taktung sie die Kosten an einen eventuell vorhandenen IaaS-/PaaS-Anbieter entrichten müssen.

Frage: In welcher Stückelung und zeitlicher Taktung bezahlen Sie die Ressourcen an den darunterliegenden IaaS-/PaaS-Anbieter?

Antworten: Bei dieser Frage waren Mehrfachantworten möglich. Dabei gaben 28% *nach Verbrauch* an und 40% nach einem festen Kontingent für die benötigten Ressourcen. Für die zeitliche Taktung gaben 20% an, diese Kosten monatlich zu entrichten, 8% täglich und 12% stündlich. Zu beachten ist an dieser Stelle, dass nicht alle Umfrageteilnehmer zu dieser Frage aussagefähig waren.

Tabelle 39: Umfrage: Abrechnung der genutzten Infrastrukturressourcen

	nach Verbrauch	**festes Kontingent**
Anzahl	7	10
in Prozent	28,00%	40,00%

	Taktung: täglich	**Taktung: stündlich**	**Taktung: monatlich**
Anzahl	2	3	5
in Prozent	8,00%	12,00%	20,00%

	keine Antwort
Anzahl	5
in Prozent	20,00%

5.3.2 Haben es die Anbieter mit ihren Systemen geschafft, Cloud-Eigenschaften für sich auszunutzen?

Um die Eigenschaften des Cloud Computing wie in 2.1 angegeben, ausnutzen zu können, setzt dies bei den Anbietern voraus, dass sie ihre Systeme so konzeptioniert haben, dass sie eine Umsetzung dieser Eigenschaften auch ermöglichen. Aus den Eigenschaften lassen sich zur Beantwortung dieser Unterfrage Voraussetzungen ableiten, die die Anwendungen und Systeme der Anbieter erfüllen sollten, um die Eigenschaften des Cloud Computing auszunutzen (vgl. Tabelle 40).

Tabelle 40: Umfrage: Eigenschaften des Cloud Computing u. abgeleitete Voraussetzungen

Eigenschaft des Cloud Computing	**Abgeleitete Voraussetzungen**
Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall	Nutzung von IaaS als Infrastrukturgrundlage (beantwortet unter 5.3.1)
Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen	Verwendung von mehrmandantenfähigen Anwendungen

Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Service-provider-Interaktion	Schnelle Verfüg- und Änderbarkeit der verwendeten Ressourcen in den Cloud-Systemen (beantwortet unter 5.3.1)
Nutzung eines Abrechnungsmodells nach der Verwendung der Ressourcen „Pay per use“	Vorhandensein mehrschichtiger Softwarearchitekturen Verwendung von Load Balancing Verwendung entsprechender Skalierungsverfahren

Voraussetzung: Mehrmandantenfähige Anwendungen

Mehrmandantenfähige Anwendungen erlauben es, mehr als einen Kunden pro Anwendungsinstanz auf dem Cloud-System zu bedienen. Dies hat Vorteile hinsichtlich der eingesetzten Ressourcen durch Konsolidierung und unterstützt somit die wirtschaftliche Bereitstellung der Cloud-Dienste.

Frage: Sind Ihre Produkte mehrmandantenfähig?

Antworten: 88% der Teilnehmer gaben an, dass ihre Cloud-Systeme mehrmandantenfähig ausgelegt sind. Wohingegen dies bei 12% der Teilnehmer nicht zutrifft.

Tabelle 41: Umfrage: Mehrmandantenfähigkeit SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer

	Ja	**Nein**
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

Voraussetzung: Mehrschichtige Softwarearchitekturen

Die Vorteile zur Verwendung von „*n-Tier-Architekturen"* wurde im Abschnitt 2.9.7 angesprochen. Im Cloud-Kontext unterstützen derartige Architekturen während der Laufzeit der Anwendungen, dass diese mit der Systemlast bzw. Kundenbeanspruchung an den einzelnen Systemkonten skalieren können.

Frage: Welche Struktur hat Ihre Cloud-Installation?

Antworten: Auf die Frage gaben 44% an, dass diese eine „*3-Tier*-Struktur" besitzen. 32% gaben an dieser Stelle „*2-Tier"* als Antwort. Knapp 20% beschreiben ihre Systeme als monolithisch. Ein Teilnehmer gab an, dass dessen System mehr als drei Schichten verwendet.

Tabelle 42: Umfrage: Systemstruktur der Cloud-Installationen der Umfrageteilnehmer

	3-Tier	2-Tier	Mehr als 3-Schichten	Monolithisch
Anzahl	11	8	1	5
in Prozent	44,00%	32,00%	4,00%	20,00%

Voraussetzung: Verwendung von Load Balancing

Für die Nutzung der Cloud-Eigenschaft *Pay per use* ist es sinnvoll, dass die Cloud-Systeme mit der Nutzerlast skalieren können. Weiterhin ist die Verteilung der Last auf dem skalierten System wichtig, wofür Load Balancer (vgl. 2.9.6) eingesetzt werden können.

Frage: Verwenden Sie Verfahren zum Load Balancing?

Antworten: Diese Frage beantworteten 52% der Teilnehmer mit „ja", wohingegen 48% der Teilnehmer angegeben haben, kein Load Balancing zu verwenden.

Tabelle 43: Umfrage: Verwendung von Loadbalancing bei den Umfrageteilnehmern

	Nein	Ja
Anzahl	12	13
in Prozent	48,00%	52,00%

Voraussetzung: Verwendung von Skalierungsverfahren

Ergänzend zur Voraussetzung des Load Balancing ist die Nutzung von Skalierungsverfahren nötig, um von der Cloud-Eigenschaft des „*Pay per use"* profitieren zu können (vgl. 2.9.3).

Frage: Welche Art der Skalierung wird bei Ihnen in den verschiedenen Ebenen der Systeme verwendet?

Antworten: Bei dieser Frage war ebenfalls eine Mehrfachauswahl möglich. Zu den verwendeten Skalierungsverfahren gaben 40% an, diese über „*Scale-Out"* zu realisieren, wohingegen 60% ihre Systeme mittels „*Scale-Up/Down"* der Lastsituation anpassen. Drei Teilnehmer gaben eine andere Antwort.

Tabelle 44: Umfrage: Art der Skalierung der Cloud-Systeme der Umfrageteilnehmer

	Scale-Out	Scale-Up/Down	Andere Antwort
Anzahl	10	15	3
in Prozent	40,00%	60,00%	12,00%

5.4 FF 2: IST-Stand des Ressourcenmanagements der Anbieter

Frage: Stehen die Cloud-Systeme unter Ihrer Verwaltung (Installation, Betrieb, Wartung) oder werden sie von Dritten verwaltet?

Mit dieser Frage sollte überprüft werden, wo bei den Teilnehmern die Verantwortung für die technische Betreuung der Cloud-Systeme ab der Infrastrukturebene (z.B. Installation, Betrieb und Wartung) liegt.

Antworten: Befragt, ob die Systeme der Umfrageteilnehmer unter ihrer Verwaltung stehen oder von einem evtl. genutzten IaaS-Anbieter verwaltet werden, gaben 72% der Teilnehmer an, ihre Cloud-Systeme selbst zu verwalten, wohingegen 24% diese vom IaaS-Anbieter verwalten lassen. Ein Teilnehmer gab hierzu keine passende Antwort.

Tabelle 45: Umfrage: Art der Verwaltung der Cloud-Systeme der Umfrageteilnehmer

	Nein, wir betreiben alles selbst	Managed Server bei IaaS-Anbietern	Andere Antwort
Anzahl	18	6	1
in Prozent	72,00%	24,00%	4,00%

Frage: Wie überprüfen Sie die Auslastung der Systemkomponenten bzw. die Ressourcen Ihrer Cloud-Infrastruktur?

Bei dieser Frage wurden die Umfrageteilnehmer gefragt, ob sie eigene Monitoring-Systeme zur Überwachung ihrer Cloud-Systeme verwenden, z.B. zur Überwachung der Auslastung und Funktionsfähigkeit der jeweiligen Komponenten oder ob andere Dienste hierzu benutzt werden, z.B. Überwachungsdienste eines darunterliegenden IaaS-Anbieters (vgl. 2.10).

Antworten: Auf diese Frage antworteten 84% der Teilnehmer, dass sie eigene Monitoringsysteme wie z.B. *Nagios* (vgl. 2.10) benutzen. Monitoring seitens des darunterliegenden IaaS-/PaaS-Anbieters verwenden 16% der Umfrageteilnehmer.

Tabelle 46: Umfrage: Systemüberwachung der SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer

	Eigene Überwachungssysteme.	**Auswertungen des darunterliegenden Cloud-Anbieters**
Anzahl	21	4
in Prozent	84,00%	16,00%

Frage: Welche Leistungsreserven halten Sie in Ihren Systemen für Lastanstiege vor?

Für die Kategorien „*Storage*“, „*CPU*“, „*RAM*“ und „*Internetbandbreite*“ wurden die Teilnehmer gebeten, die in ihren Systemen vorhandenen Leistungsreserven in Prozent anzugeben.

Antworten: Für einen besseren Überblick ist die Auswertung der angegebenen Werte für die jeweilige Kategorie im Anhang B grafisch dargestellt.

Frage: Welche Art von Kapazität benötigen Sie zur Bearbeitung von Lastanstiegen am häufigsten?

Hier wurden die Umfrageteilnehmer gefragt, welche Art von Kapazitäten am häufigsten bei Lastanstiegen benötigt werden.

Antwort: 60% der Teilnehmer gaben die CPU-Rechenleistung an. Weiterhin wurde zu 56% Arbeitsspeicher, 40% Storage sowie 20% Internetbandbreite genannt. Zwei Teilnehmer gaben eine andere Antwort. Zu beachten ist, dass bei dieser Frage mehrere Antworten möglich waren.

Tabelle 47: Umfrage: Häufigste Lastanstiege bei den Umfrageteilnehmern

	Internet-bandbreite	CPU-Rechen-leistung	Arbeitsspei-cher	Storage	Andere Ant-wort
Anzahl	5	15	14	10	2
in Prozent	20,00%	60,00%	56,00%	40,00%	8,00%

Frage: Auf welcher Grundlage treffen Sie die Entscheidung, wie groß diese Leistungsreserven sein sollten?

Hier wurden die Teilnehmer gefragt, auf welcher Grundlage sie die Entscheidung treffen, wie groß die Lastreserven ihrer Systeme sein müssen.

Antworten: Bei dieser Frage waren Mehrfachantworten möglich. 88% gaben an, diese Entscheidung über Erfahrungswerte zu treffen. Drei Teilnehmer bzw. 12% gaben hierzu eine andere Antwort, wovon zwei Teilnehmer eine modellbasierte Entscheidungsgrundlage angaben.

Tabelle 48: Umfrage: Entscheidungsgrundlage zu den Leistungsreserven

	Erfahrung	Andere Antwort
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

Frage: Wie werden Sie über kritische Lastanstiege informiert?

Bei dieser Frage ging es um die Kommunikationswege, mit denen die verantwortlichen Mitarbeiter des Infrastrukturmanagements der Cloud-Systeme über kritische Lastanstiege (vgl. 2.10) innerhalb der Cloud-Systeme informiert werden.

Antworten: Auf die Frage gaben 80% der Umfrageteilnehmer an, via E-Mail informiert zu werden sowie 36% über Meldungen beispielsweise auf das Smartphone. Zwei Teilnehmer bzw. 8% verfügen über keine Möglichkeit hierzu und 12% gaben eine andere Antwort. Bei dieser Frage waren wieder mehrere Antworten möglich.

Tabelle 49: Umfrage: Informationsmöglichkeiten über kritische Lastanstiege

	via Mail	Push-Meldung	gar nicht	Andere Antwort
Anzahl	20	9	2	3
in Prozent	80,00%	36,00%	8,00%	12,00%

Frage: Wieviel Reaktionszeit für Handlungsbedarf bei kritischen Lastanstiegen haben Sie eingeplant?

Nachfolgend wurden die Teilnehmer befragt, wieviel Reaktionszeit sie bei kritischen Lastanstiegen eingeplant haben (vgl. 2.9.1).

Antworten: Hier gaben 28% der Umfrageteilnehmer an, weniger als eine Stunde vorgesehen zu haben. Der größte Teil mit 60% plant hierfür 1-8 Stunden ein. Darüber hinaus gaben 12% eine andere Antwort.

Tabelle 50: Umfrage: Angabe über die Reaktionszeit bei kritischen Lastanstiegen

	< 1 Stunde	1 - 8 Stunden	Andere Antwort
Anzahl	7	15	3
in Prozent	28%	60%	12%

Frage: Verwenden Sie Verfahren zur automatischen Ressourcenanpassung?

Die Teilnehmer wurden gefragt, ob sie Verfahren einsetzen, um die Systeme automatisch an den aktuellen Ressourcenbedarf anzupassen (vgl. 2.9.2).

Antworten: Dies wurde von 72% verneint, wohingegen 28% der Teilnehmer derartige Verfahren verwenden.

Tabelle 51: Umfrage: Verwendung automatischer Ressourcenanpassung

	Nein	Ja
Anzahl	18	7
in Prozent	72,00%	28,00%

Frage: Wie planen Sie den zukünftigen Bedarf an Cloud-Ressourcen?

Bei dieser Frage wurden die Umfrageteilnehmer gebeten, die Verfahren zu benennen, auf deren Grundlage sie die Planung der benötigten Ressourcen für den Betrieb ihrer Cloud-Systeme durchführen.

Antworten: Die Befragung nach dem Verfahren zur Planung zukünftiger Bedarfe an Cloud-Ressourcen wurde mittels eines Freitextfeldes durchgeführt. Dabei wurden 19 verwertbare Antworten von den Teilnehmern angegeben, die vier Kategorien zugeordnet werden konnten.

Tabelle 52: Umfrage: Verfahren zur Ressourcenplanung bei den Umfrageteilnehmern

	Manuelle Verfahren	Aus Erfahrung	Automatisiert	Gar nicht
Anzahl	12	4	2	1
in Prozent	63,00%	21%	11%	5%

Frage: Erwarten Sie ungeplante Lastanstiege? Wenn ja, warum?

Ob die Umfrageteilnehmer ungeplante Lastanstiege erwarten, wurde mit dieser Frage nachgegangen. Zur Auswahl standen: „*durch Marketingmaßnahmen von Cloud-Marktplatzanbietern*“, „*überdurchschnittlicher Markterfolg der Produkte*“, „*Nein, erwarten wir nicht*“ sowie die Möglichkeit eine weitere Antwort per Freitext zu geben.

Antworten: Bei dieser Frage hatten die Teilnehmer wieder die Möglichkeit mehrere Antworten zu geben. 73% der Teilnehmer erwarten keine ungeplanten Lastanstiege auf ihren Cloud-Systemen. Knapp 15% haben als Möglichkeit ungeahnter Markterfolg angegeben. Ein Umfrageteilnehmer rechnete mit Lastanstiegen durch Marketingmaßnahmen. Zwei Teilnehmer gaben eine andere Antwort im Freitextfeld.

Tabelle 53: Umfrage: Erwartung ungeplanter Lastanstiege

	Ja, durch Marketingmaßnahmen von Cloud-Marktplatzanbietern	Ja, überdurchschnittlicher Markterfolg der Produkte	Nein, erwarten wir nicht	Andere Antwort
Anzahl	1	4	19	2
in Prozent	3,85%	15,38%	73,08%	7,69%

Frage: Sehen Sie Probleme in der Planung der Ressourcen der Cloud-Systeme?

Mit dieser Frage sollte überprüft werden, ob die Teilnehmer mit der aktuellen Vorgehensweise bei der Planung der benötigten Kapazitäten ihrer Cloud-Systeme Probleme sehen und wenn dies zutreffen sollte, die aus ihrer Sicht möglichen Probleme benennen.

Antworten: Als Antwort gaben 84% der Teilnehmer an, keine Probleme bei der Planung zu sehen. Vier Teilnehmer und somit 16% gaben andere Antworten im Freitextfeld, die auf Probleme hindeuten (siehe 0).

Tabelle 54: Umfrage: Probleme der Planung von Ressourcen bei den Umfrageteilnehmern

	Nein, keine Probleme	Andere Antwort
Anzahl	21	4
in Prozent	84,00%	16,00%

5.5 FF 3: Haben die Kunden die Möglichkeit, die Software der Teilnehmer mit den bekannten Cloud-Eigenschaften zu beziehen?

Für die Beantwortung dieser Frage wird wieder Bezug auf die Eigenschaften des Cloud Computing genommen, wie dies schon bei der Forschungsfrage 1 geschehen ist.

Eigenschaften des Cloud Computing (vgl. Abschnitt 2.1):

- *Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall*
- *Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen*
- *Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion*
- *Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen „Pay per use“*

Eigenschaft: *„Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall“*

Bezogen auf Software as a Service Angebote lässt sich diese Eigenschaft mit den nachfolgenden drei Fragen aus der Umfrage unterlegen. Dabei werden die Verfügbarkeitszeiten der Produkte der Teilnehmer (Eigenschaft „*jederzeit*“) sowie die Zugriffsvoraussetzungen auf die Produkte (Eigenschaft „*überall*“) mit den entsprechenden Fragen der Umfrage unterlegt.

Frage: Welche Verfügbarkeitszeiten garantieren Sie dem Kunden zur Nutzung der Cloud-Produkte/Services?

Antworten: Die Umfrageteilnehmer gaben mit 88% an, ihre Produkte 24 Stunden am Tag an sieben Tagen die Woche anzubieten. 12 Prozent der Umfrageteilnehmer bieten eine Verfügbarkeit von 06-18Uhr an.

Tabelle 55: Umfrage: Verfügbarkeitszeiten der Produkte der Umfrageteilnehmer

	24x7	**06-18Uhr**
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

Frage: Wie greifen Kunden auf die Cloud-Produkte/Services zu?

Antworten: Mit 96% unterstützen die Produkte der Teilnehmer Browser bzw. sind Browser-Anwendungen. 44% der Produkte bieten die Möglichkeit des Zugriffs per App und 24% der Teilnehmer bieten für ihre Software einen Fatclient (lokale Installation) an. Bei dieser Frage war wieder eine Mehrfachauswahl möglich.

Tabelle 56: Umfrage: Zugriff auf die Produkte der Umfrageteilnehmer durch die Kunden

Kategorie	**App für mobile Geräte**	**Browser-Anwendung**	**Fatclient**
Anzahl	11	24	6
in Prozent	44,00%	96,00%	24,00%

Frage: Für welche Client-Plattform wurden Ihre Cloud-Produkte/Services konzipiert?

Antworten: Bei dieser Frage war wieder eine Mehrfachauswahl möglich. Bezogen auf die Betriebssysteme der unterstützten Clients gaben die Teilnehmer an, mit ihren Produkten die gängigsten Client-Plattformen zu unterstützen (siehe Tabelle 57).

Tabelle 57: Umfrage: Unterstützte Betriebssystemplattformen der Umfrageteilnehmer

Plattform	**Windows**	**Linux**	**Android**
Anzahl	18	12	11
in Prozent	72,00%	48,00%	44,00%

Plattform	**iOS**	**macOS**	**Anderes**
Anzahl	11	11	7
in Prozent	44,00%	44,00%	28,00%

Eigenschaft: *„Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen“*

Bezogen auf die Nutzung von Software as a Service Angeboten lässt sich diese Eigenschaft mit der Nutzung mehrmandantenfähiger Software aus der Cloud durch die Kunden gleichsetzen.

Frage: Sind Ihre Produkte mehrmandantenfähig?

> *Diese Frage wurde schon unter 5.3.2 beantwortet und soll an dieser Stelle der Vollständigkeit halber wiederholt werden.*

Antworten: 88% der Teilnehmer gaben an, dass ihre Cloud-Systeme mehrmandantenfähig ausgelegt sind. Wohingegen dies bei 12% der Teilnehmer nicht zutrifft.

Tabelle 58: Umfrage: Mehrmandantenfähigkeit SaaS-Angebote der Umfrageteilnehmer

	Ja	**Nein**
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

Eigenschaft: *„Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion“*

Diese Eigenschaft lässt sich mit der Frage nach dem Aufwand bzw. Verfahren zur Integration neuer Kunden in die Anwendungen der Umfrageteilnehmer abbilden.

Frage: Wie werden Neukunden in Ihre Cloud-Produkte/Services integriert?

Antworten: 56 Prozent der Teilnehmer gaben an, Neukunden manuell auf ihren Cloud-Systemen zu integrieren. Demgegenüber verwenden 28% an dieser Stelle Self-Services und 16% der Umfrageteilnehmer verwenden an dieser Stelle Webservices bzw. andere Verfahren wie individuelle Setups.

Tabelle 59: Umfrage: Verfahren, mit denen Kunden in die Systeme integriert werden

	Manuell	Self-Service	Webservice	Andere
Anzahl	14	7	2	2
in Prozent	56,00%	28,00%	8,00%	8,00%

Eigenschaft: *„Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen - „Pay per use“*

Idealerweise sollte bei dieser Eigenschaft eine verbrauchsabhängige Abrechnung der durch die Kunden genutzten Anwendungen pro Zeiteinheit gegeben sein. Daher wurden die Umfrageteilnehmer gefragt, in welcher Stückelung und zeitlicher Taktung sie die Nutzung ihrer Produkte den Kunden gegenüber abrechnen.

Frage: Wie erfolgt die Berechnung Ihrer Cloud-Produkte/Services gegenüber dem Kunden?

Antworten: Bei dieser Frage waren ebenfalls Mehrfachantworten möglich. 52% der Umfrageteilnehmer gaben an, ihre Cloud-Produkte pro User abzurechnen. Nach Traffic berechnen 28% der Teilnehmer sowie 36% nach einem Flatrate-Modell. Zu 76% rechnen die Teilnehmer ihre Dienstleistungen einmal im Monat ab, sowie 20% jährlich und nur ein Teilnehmer täglich.

Tabelle 60: Umfrage: Abrechnung der Produkte der Umfrageteilnehmer

	nach User	nach Traffic	Anderes
Anzahl	13	7	4
in Prozent	52,00%	28,00%	16,00%

	täglich	monatlich	jährlich	Flatrate
Anzahl	1	19	5	9
in Prozent	4,00%	76,00%	20,00%	36,00%

5.6 FF 4: IST-Stand des aktuellen Cloud-Vertriebs der Anbieter?

Frage: Über welche Wege vertreiben Sie Ihre Cloud-Produkte/Services?

An dieser Stelle sollte herausgefunden werden, welche hauptsächlichen Vertriebswege (vgl. 2.6) die Teilnehmer der Umfrage wählen, um ihre Produkte am Markt zu platzieren.

Antworten: Bei dieser Frage waren mehrere Antworten möglich, da angenommen wurde, dass ein Anbieter mehr als einen Vertriebsweg wählt. Mit 84% gaben die Teilnehmer an, ihre Cloud-

Produkte im Direktvertrieb anzubieten. Weiterhin war mit 60% der Vertrieb über Handelspartner vertreten. Interessanterweise bieten nur 28% der Teilnehmer ihre Produkte über Cloud-Marktplätze an. Andere Vertriebswege wurden mit 16% angegeben. Insgesamt 14 und somit 56% der Umfrageteilnehmer gaben an, mehr als einen Vertriebsweg zur Marktansprache zu nutzen.

Tabelle 61: Umfrage: Vertriebswege der Produkte der Umfrageteilnehmer

	Direktvertrieb mittels interner Vertriebsabteilung	Vertrieb durch Handelspartner	Cloud-Marktplätze	Andere Antwort
Anzahl	21	15	7	4
in Prozent	84,00%	60,00%	28,00%	16,00%

Frage: Welche Kundengruppe/welcher Markt wird mit Ihren Cloud-Produkten/Services angesprochen?

Mit dieser Frage sollte nachgegangen werden, ob die Anbieter als Zielgruppe Geschäftskunden oder Privatkunden anstreben.

Antworten: Bei dieser Frage waren ebenfalls Mehrfachantworten möglich. Dabei gaben alle Teilnehmer an, dass sie ihre Produkte im B2B Bereich anbieten. Weiterhin bieten auch 16% der Teilnehmer ihre Produkte für Endkunden im B2C Bereich an.

Tabelle 62: Umfrage: Art der Geschäftsbeziehung der Umfrageteilnehmer

	B2B	B2C
Anzahl	25	4
in Prozent	84%	16%

Frage: Werden die Cloud-Produkte/Services auch im Ausland angeboten?

Bei dieser Frage wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie zusätzlich zum deutschen Markt ihre Produkte auch im Ausland anbieten.

Antworten: Cloud-Services werden von 80 Prozent der Teilnehmer auch im Ausland angeboten.

Tabelle 63: Umfrage: Produktplatzierung der Umfrageteilnehmer außerhalb Deutschlands

	Ja	Nein
Anzahl	20	5
in Prozent	80%	20%

5.7 Ermittlung der Anforderungen an ein Lösungskonzept

Den Zielen der Arbeit folgend (vgl. 1.2) soll das Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg erweitert und angepasst werden. Wie eingangs (vgl. 1.3) zu den Ausführungen zur Forschungsmethodik sowie am Anfang dieses Kapitels beschrieben, wurde für die Ermittlung der Anpassungsanforderungen eine Umfrage unter SaaS-Marktteilnehmern durchgeführt. Diese Umfrage und die Bildung der Anforderungen stellt den Schritt zur Beantwortung der unter 1.2 der Arbeit aufgestellte ersten Teilfrage dar:

> *„Was muss an den vorhandenen Konzepten zur Integration der Sichten von IT-Entwicklung und IT-Betrieb angepasst werden, damit sie für den genannten Anwendungsfall bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen geeignet sind?“*

Zur Ermittlung der Anforderungen an ein Lösungskonzept für die Anpassung der integrierten IT-Kostentabellen (vgl. Kapitel 4) werden zuerst die Ergebnisse der Umfrage anhand der Forschungsfragen mit den wichtigsten mehrheitlichen Antworten dargestellt. Die prägnantesten Ergebnisse werden kurz zu jeder Forschungsfrage bewertet. Am Ende dieses Abschnittes werden aus diesen Ergebnissen die Anforderungen dargestellt, die das Lösungskonzept für eine Anpassung der integrierten IT-Kostentabellen für die Anwendbarkeit bei der Bereitstellung von Cloud-Produkten im SaaS-Bereich erfüllen sollte.

5.7.1 Zusammenfassung - Forschungsfrage 1

Frage: Sind die Anbieter in der Lage, Cloud-Eigenschaften nicht nur anzubieten, sondern auch zu nutzen?

Tabelle 64: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 1

1. Unterfrage: Haben die Anbieter die Möglichkeit Cloud-Eigenschaften von der darunterliegenden Infrastruktur zu beziehen?	
Eigenschaft	***Mehrheitliche Antworten***
Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall	52% setzen auf IaaS-Anbieter und 36% betreiben eigene RZ-Infrastrukturen
Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen	min. 68% setzen Virtualisierung ein
Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Service-Provider-Interaktion	min. 48% verwalten die Ressourcen der Infrastruktur manuell
Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen „Pay-per-use“	Bei 40% der Teilnehmer werden die genutzten Ressourcen nach einem festen Kontingent abgerechnet. Den höchsten Anteil hat hierbei die monatliche Abrechnung
2. Unterfrage: Haben es die Anbieter mit ihren Systemen geschafft, Cloud-Eigenschaften für sich auszunutzen?	
Eigenschaft	***Mehrheitliche Antworten***
Nutzung eines geteilten Pools an Rechenressourcen	88% stellen mehrmandantenfähige Anwendungen bereit
Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen „Pay-per-use“	
Mehrschichtige Softwarearchitekturen	80% nutzen mehrschichtige Softwarearchitekturen
Verwendung von Load Balancing	52% setzen Load Balancing ein
Verwendung von Skalierungsverfahren	60% setzen Scale-Up/Down und 40% Scale-Out ein

5.7.2 Bewertung - Forschungsfrage 1

Nach der notwendigen Unterteilung der Forschungsfrage 1 in zwei Unterfragen stellt sich anhand der Ergebnisse folgendes Bild dar:

1. Unterfrage: Für die von den Umfrageteilnehmern genutzten Infrastrukturen zum Betrieb ihrer Cloud-Produkte folgen die mehrheitlichen Antworten den jeweiligen Voraussetzungen, um die Eigenschaften des Cloud Computing zu erfüllen. Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle der Einsatz von IaaS-Diensten als Infrastrukturgrundlage für die Cloud-Produkte der Umfrageteilnehmer sowie deren Abrechnung pro Monat.
2. Unterfrage: Auch bei der zweiten Unterfrage zeigt sich, dass die Umfrageteilnehmer mehrheitlich die jeweiligen Voraussetzungen erfüllen, um von den Eigenschaften des Cloud Computing beim Betrieb ihrer Infrastrukturen profitieren zu können. Besonders der Einsatz mehrschichtiger Softwarearchitekturen in Verbindung mit entsprechenden Skalierungsverfahren und der Einsatz von Load Balancing ermöglichen es den Anbietern, ihre Systeme entsprechend der Nutzerlast auszurichten, um von der Cloud-Eigenschaft *„Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen - „Pay-per-use“* zu profitieren.

5.7.3 Zusammenfassung - Forschungsfrage 2

Frage: IST-Stand des aktuellen Ressourcenmanagements der Anbieter

Tabelle 65: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 2

Frage	***Mehrheitliche Antworten***
Stehen die Cloud-Systeme unter Ihrer Verwaltung (Installation, Betrieb, Wartung) oder werden Sie von Dritten verwaltet?	72% betreiben ihre Cloud-Systeme selbst
Wie überprüfen Sie die Auslastung der Systemkomponenten bzw. die Ressourcen Ihrer Cloud-Infrastruktur?	84% betreiben eigene Überwachungssysteme

Welche Leistungsreserven halten Sie in Ihren Systemen für Lastanstiege vor?	Für die genannten Ressourcenkategorien halten die Teilnehmer Leistungsreserven in kleinem bis mittleren Umfang vor
Welche Art von Kapazität benötigen Sie zur Bearbeitung von Lastanstiegen am häufigsten?	CPU-Leistung, Arbeitsspeicher und Festspeicher sind die Kapazitäten mit den häufigsten Lastanstiegen
Auf welcher Grundlage treffen Sie die Entscheidung, wie groß diese Leistungsreserven sein sollten?	88% treffen die Entscheidung aus Erfahrung
Wie werden Sie über kritische Lastanstiege informiert?	80% werden via E-Mail informiert
Wieviel Reaktionszeit für Handlungsbedarf bei kritischen Lastanstiegen haben Sie eingeplant?	60% haben eine Reaktionszeit von 1-8h eingeplant
Verwenden Sie Verfahren zur automatischen Ressourcenanpassung?	72% verwenden keine automatischen Verfahren zur Ressourcenanpassung
Wie planen Sie den zukünftigen Bedarf an Cloud-Ressourcen?	63% setzen ein manuelles Verfahren ein, um den Bedarf zukünftiger Ressourcen zu planen
Erwarten Sie ungeplante Lastanstiege? Wenn ja, warum?	73% erwarten keine ungeplanten Lastanstiege
Sehen Sie Probleme in der Planung der Ressourcen der Cloud-Systeme? Wenn ja, welche?	84% sehen keine Probleme bei der Planung der Ressourcen ihrer Cloud-Systeme

5.7.4 Bewertung - Forschungsfrage 2

Die Ermittlung des IST-Standes des Ressourcenmanagements der Umfrageteilnehmer bei ihren Cloud-Produkten zeigt ein recht eindeutiges Bild. Mehrheitlich verwalten die Umfrageteilnehmer ihre Cloud-Systeme selbst und nutzen hierzu eigene Überwachungssysteme für deren Betrieb. Die Leistungsreserven der Cloud-Systeme haben für Leistungsanstiege eine kleine bis mittlere Größe im Vergleich zu den jeweiligen Gesamtressourcen. Die Entscheidungen zu den Größen der Leistungsreserven hierzu werden mehrheitlich aus Erfahrungswerten getroffen. Der größte Teil der Umfrageteilnehmer setzt in ihren Cloud-Systemen keine Verfahren zur automatischen Ressourcenanpassung ein und plant den zukünftigen Bedarf an Ressourcen über manuelle Verfahren. Erstaunlicherweise sieht trotzdem die Mehrheit der Umfrageteilnehmer keine Probleme bei der Planung der Ressourcen ihrer Cloud-Systeme.

5.7.5 Zusammenfassung - Forschungsfrage 3

Frage: Haben die Kunden die Möglichkeit, die Software der Teilnehmer mit den bekannten Cloud-Eigenschaften zu beziehen?

Tabelle 66: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 3

Eigenschaft		*Mehrheitliche Antworten*
Zugriff bei Bedarf, jederzeit und überall		
	Welche Verfügbarkeitszeiten garantieren Sie den Kunden zur Nutzung der Cloud-Produkte/Services?	88% bieten eine 24x7 Verfügbarkeit
	Wie greifen Kunden auf die Cloud-Produkte/Services zu?	96% der Teilnehmer bieten Browser-Anwendungen an
	Für welche Client-Plattform wurden Ihre Cloud-Produkte/Services konzipiert?	Die Teilnehmer unterstützen zu großen Teilen die gängigsten Client-Plattformen wie Windows, Linux, Android, iOS und macOS

Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion	56% der Teilnehmer integrieren neue Kunden manuell in ihren Cloud-Systemen
Nutzung eines Abrechnungsmodells nach Verwendung der Ressourcen - „Pay-per-use“	Die Teilnehmer rechnen mehrheitlich ihre Cloud-Dienste nach „*User pro Monat“* gegenüber den Kunden ab

5.7.6 Bewertung - Forschungsfrage 3

Bei der dritten Forschungsfrage zeigte sich, dass die angebotenen Cloud-Produkte der Umfrageteilnehmer mehrheitlich die jeweiligen Eigenschaften des Cloud Computings erfüllen. Einzig die Eigenschaft: „*Bereitstellung schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion*“ wird von den Umfrageteilnehmern bei der Integration neuer Kunden in ihren Cloud-Produkten zu 56% noch als manuelles Verfahren angegeben, das auf einen höheren Managementaufwand seitens der Umfrageteilnehmer an dieser Stelle hindeutet.

5.7.7 Zusammenfassung - Forschungsfrage 4

Frage: IST-Stand des aktuellen Cloud-Vertriebs der Anbieter?

Tabelle 67: Zusammenfassung der häufigsten Antworten der Forschungsfrage 4

Frage	***Mehrheitliche Antworten***
Über welche Wege vertreiben Sie Ihre Cloud-Produkte/Services?	Direktverbrieb mittels interner Vertriebsabteilung 84% und 60% Vertrieb durch Handelspartner
Welche Kundengruppe/welcher Markt wird mit Ihren Cloud-Produkten/Services angesprochen?	84% sehen ihren Markt im Geschäftskundenumfeld (B2B)
Werden die Cloud-Produkte/Services auch im Ausland angeboten?	80% der Teilnehmer bieten ihre Cloud-Produkte auch außerhalb Deutschlands an

5.7.8 Bewertung - Forschungsfrage 4

Die Antworten der Umfrageteilnehmer zur 4. Forschungsfrage zeigen einen starken Fokus auf den Geschäftskundenbereich in und außerhalb Deutschlands gestützt durch den Direktvertrieb und Vertrieb durch Handelspartner.

5.7.9 Ableitung der Anforderungen an ein Lösungskonzept

Die Anforderungen an ein Lösungskonzept für die Anpassung der integrierten IT-Kostentabellen anhand der zusammengefassten prägnantesten Antworten werden an dieser Stelle für jede Forschungsfrage, die für die Anforderungen zu berücksichtigenden Punkte, zusammengefasst. Am Schluss dieses Abschnittes stehen die Anforderungen für eine Anpassung der integrierten IT-Kostentabellen fest und bilden die Antwort auf die unter 1.2 gestellte erste Teilfrage der Arbeit.

Aus Forschungsfrage 1 besonders hervorzuheben und zu berücksichtigen:

- Nutzung von IaaS als Infrastrukturgrundlage
- Abrechnung der Infrastrukturkosten nach *Verbrauch pro Monat*
- Ressourcenverwaltung und ihr Management manuell durch den Anbieter
- Einsatz von mehrmandantenfähigen Anwendungen für die Cloud-Produkte
- Einsatz mehrschichtiger Softwarearchitekturen
- Berücksichtigung von Load Balancing und Skalierungsverfahren

Aus Forschungsfrage 2 besonders hervorzuheben und zu berücksichtigen:

- Betrieb der Cloud-Systeme durch den Anbieter selbst
- Ansonsten keine Ableitung weiterer Anforderungen, da die Anbieter bei dem aktuellen IST-Stand des Ressourcenmanagements ihrer Cloud-Systeme keine Probleme sehen und somit im Lösungskonzept auf die Berücksichtigung des Ressourcenmanagement weitgehend verzichtet werden kann.

Aus Forschungsfrage 3 besonders hervorzuheben und zu berücksichtigen:

- Berücksichtigung von Betriebskonzepten zur Erreichung hoher Verfügbarkeiten der Cloud-Produkte wie „24x7“
- Verzicht auf die Berücksichtigung spezieller Zielplattformen der Cloud-Produkte
- Abrechnung der Cloud-Produkte nach „*User pro Monat“* gegenüber den Kunden

Aus Forschungsfrage 4 besonders hervorzuheben und zu berücksichtigen:

- Berücksichtigung verschiedener Vertriebswege wie den Direktvertrieb durch interne Vertriebsaktivitäten und den indirekten Vertrieb z.B. durch Handelspartner.

Tabelle 68: Anforderungen an ein Lösungskonzept nach den Ergebnissen der Umfrage

- Berücksichtigung der Nutzung von IaaS-Plattformen zum Betrieb der SaaS-Produkte und monatliche Abrechnung der genutzten Infrastrukturressourcen
- Berücksichtigung mehrmandantenfähiger Cloud-Produkte
- Berücksichtigung verschiedener Software- und Infrastrukturkonzepte
- Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebskonzepte (z.B. Eigenbetrieb und Fremdbetrieb) für die Erreichung hoher Verfügbarkeiten
- Berücksichtigung der Herstellungskosten pro Monat sowie der Abrechnung der Cloud-Produkte nach „*User pro Monat*“ gegenüber den Kunden

6 Integrierte IT-Kostentabellen – Anwendung bei der SaaS-Bereitstellung

In diesem Kapitel werden die angepassten integrierten IT-Kostentabellen zur Entscheidungsfindung bei der Preisbildung für die Bereitstellung von Software as a Service Produkten auf Grundlage des Konzeptes der klassischen integrierten IT-Kostentabellen aus Kapitel 4 vorgestellt. Die abgeleiteten Anforderungen aus der Umfrage in Kapitel 5 (vgl. 5.7.9) werden in dieser Lösungsumsetzung berücksichtigt. Die unter 1.1 genannten technischen und kaufmännischen Herausforderungen dieser Arbeit und somit deren gesuchte Lösungskonzeption werden ebenfalls abgedeckt. Tabelle 69 zeigt die Abdeckung der genannten Herausforderungen an das Verfahren.

Auf Anpassungen, die für die Adaption an die SaaS-Herstellung gemacht werden, wird eingegangen sowie erläutert, warum diese notwendig sind. Im Vergleich zum Konzept aus Kapitel 4 wird hierbei eine Hauptstufe hinzugefügt sowie die ursprünglichen Stufen angepasst bzw. erweitert. Ein durchgehendes Beispiel stellt die Anwendung des neuen Verfahrens nachvollziehbar dar.

Tabelle 69: Herausforderungen und deren Abdeckung in der Lösung

Technische Herausforderungen	**Abdeckung im Verfahren in:**
- Planung und Kalkulation der benötigten Kapazitäten der Systemkomponenten	- Stufe 2 und Stufe 4.1
- Festlegung der verwendeten System- und Softwarearchitekturen	- Vorstufe 1 und 2
- Anwendung von dahinterliegenden Betriebs- und Supportmodellen	- Stufe 4.2
Kaufmännische Herausforderungen	
- „Spagat“ zwischen den Erlösen und den Kosten des Cloud-Geschäfts	

- Vorkalkulation der Cloud-Bereitstellung in den frühen Phasen der Produktentwicklung. Hierzu zählen o kontinuierlicher Betrieb o vertraglich zugesicherte Qualitätskriterien o verwendete Infrastrukturanbieter o Art der System- und Softwarearchitekturen o Notwendige Leistungsreserven o Weiterentwicklung der Software	- Start des Verfahrens am Anfang vor Umsetzung der SaaS-Bereitstellung
- Annahmen zur Kundenentwicklung	- Stufe 2

6.1 Anforderungen an die Lösung

Um die integrierten IT-Kostentabellen für die Anwendung zur Bereitstellung von SaaS-Produkten zu verwenden, muss das Verfahren im Vergleich zum ursprünglichen Verfahren (vgl. Kapitel 4) erweitert und angepasst werden. Dazu sind im Vorfeld Anforderungen zu definieren. Diese Anforderungen setzen sich aus den Rückschlüssen der Umfrage (vgl. Kapitel 5, speziell 5.7.9) und allgemeinen weiteren konzeptionellen Anforderungen zusammen, die in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben sind.

6.1.1 Anforderungen aus der Umfrage

Die Umfrage hat aufgezeigt, dass 88% (vgl. 5.3.1) der befragten Unternehmen IaaS oder eigene RZ Kapazitäten für die Bereitstellung von SaaS-Produkten verwenden und dabei 72% (vgl. 5.4) die dort betriebenen Infrastrukturen selbst betreuen. Daraus erwächst für das angepasste Verfahren die Anforderung für diese Zielgruppe (Unternehmen die IaaS- oder eigene RZ-Kapazitäten nutzen) anwendbar zu sein. Aus dem Umstand, dass 72% (vgl. 5.4) der befragten SaaS-Anbieter keine Techniken zur automatischen Ressourcenanpassung ihrer Infrastrukturen nutzen sowie 84% (vgl. 5.4) keine Probleme mit der Ressourcenplanung sehen, besteht kein Bedarf, dass das neue Verfahren an dieser Stelle tiefergehende Lösungsansätze bieten muss. Dies wird

auch dadurch begründet, dass 73% (vgl. 5.4) der an der Studie teilgenommenen Unternehmen keine unvorhergesehenen Lastanstiege erwarten.

Der weitere Fokus der Lösung soll auf der Berücksichtigung der Mehrmandantenfähigkeit liegen, die bei 88% (vgl. 5.5) der SaaS-Produkte der Umfrageteilnehmer vorhanden ist.

Dass 76% (vgl. 5.5) der Teilnehmer ihre angebotenen SaaS-Produkte monatlich und 52% (vgl. 5.5) hierfür nach „*User*“ als Bezugspunkt ihre Produkte den Kunden gegenüber abrechnen, ergibt die Anforderung, die Herstellungskosten ebenfalls für diesen Abrechnungszeitraum ermitteln zu können und nach „*User*“ oder anderen sinnvollen Bezugsgrößen anzugeben.

Weiterhin hat die Umfrage ergeben, dass bei den Softwareherstellern Softwarearchitekturen unterschiedlichster Art Verwendung finden (vgl. 5.3.2). Diesen Sachverhalt muss das neue Verfahren durch Offenheit hinsichtlich der verwendeten Architekturen berücksichtigen.

Für einen sinnvollen Einsatz des neuen Verfahrens zur Ermittlung integrierter Kosten für die SaaS-Produktion ist es im Vorfeld notwendig, Anforderungen zu definieren, die ein solches Verfahren erfüllen muss, um in der Praxis eine Hilfestellung sein zu können. Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Umfrage in Kapitel 5 ermöglicht es, wie oben ausgeführt, geeignete Anforderungen zu identifizieren.

Nachfolgende Tabelle stellt die nötigen Anforderungen resultierend aus der Umfrage in Kapitel 5 dar:

Tabelle 70: Anforderungen an das neue Verfahren aus der Umfrage

- Berücksichtigung der Nutzung von IaaS-Plattformen zum Betrieb der SaaS-Produkte und monatliche Abrechnung der genutzten Infrastrukturressourcen
- Berücksichtigung mehrmandantenfähiger Cloud-Produkte
- Berücksichtigung verschiedener Software- und Infrastrukturkonzepte
- Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebskonzepte (z.B. Eigenbetrieb und Fremdbetrieb) für die Erreichung hoher Verfügbarkeiten
- Berücksichtigung der Herstellungskosten pro Monat sowie der Abrechnung der Cloud-Produkte nach „*User pro Monat*“ gegenüber den Kunden

6.1.2 Weitere konzeptionelle Anforderungen

Ergänzend zu den Anforderungen aus den Ergebnissen der Umfrage sollten weitere Anforderungen definiert werden, damit das neue Verfahren in der Praxis sinnvoll eingesetzt werden kann:

Tabelle 71: Weitere konzeptionelle Anforderungen an das neue Verfahren

- Abbildbarkeit mit Standardsoftware und Programmiersprachen
- Offenheit für zukünftige technologische sowie organisatorische Erweiterungen und Veränderungen sowie Adaptionsfähigkeit an spezifische Anforderungen des Anwenders
- Integration in gängige technische, organisatorische und kaufmännische Verfahren der ISV
    - Wie z.B. verschiedene Verfahren zur Kosten- und Aufwandsermittlung in der Softwareentwicklung
- Verwendung eines vorhandenen Kapazitätsmanagements
- Kompatibilität mit gängigen Kalkulationsrechnern und Preismodellen unterschiedlicher IaaS-Anbieter
- Verfahren soll in einem angemessenen Kosten-/Nutzen-Verhältnis stehen, um sinnvoll wirtschaftlich angewendet werden zu können, das heißt, effizient eingesetzt werden können und praktikabel sein
- Nachvollziehbare Handhabbarkeit
- Produktdefinierung und Kundenorientierung im Blickfeld
- Integration in die unternehmensinterne IT-Kostenrechnung
- Integration der technischen und kostenrechnerischen Sichten von IT-Entwicklung und IT-Betrieb im Hinblick auf die Nutzung von IaaS-Lösungen zur SaaS-Bereitstellung

6.2 Rahmenbetrachtung und Rahmenbedingungen

Für die nachfolgenden Betrachtungen der angepassten integrierten IT-Kostentabellen soll an dieser Stelle noch einmal eine Rahmenbetrachtung und Eingrenzung vorgenommen werden, um den hier angedachten Anwendungsfall dieses erweiterten Verfahrens konkret einzuordnen.

Vorweg sei gesagt, dass das Verfahren, wie in den Anforderungen gefordert, für weitere Anwendungsfälle und unternehmensspezifische Erfordernisse angepasst werden kann.

Wie im Einleitungskapitel und im Abschnitt der Zielgruppendefinition (vgl. 1.1) dieser Arbeit beschrieben, richtet sich die aktuelle Lösung an IT-Verantwortliche und Entscheider in Unternehmen, die SaaS-Dienstleistungen auf Grundlage eigener oder fremder Software erbringen wollen und den Schritt von einem reinen Lizenzgeschäft hin zu kontinuierlichen Umsätzen über regelmäßige Einnahmen aus der Bereitstellung von SaaS-Diensten gehen möchten. Es soll dieser Zielgruppe helfen, die Herstellung von SaaS-Produkten kostenseitig vorzukalkulieren und die Entscheidung zwischen verschiedenen möglichen Hard- und Softwarearchitekturen, Infrastrukturdienstleistern (IaaS-Anbieter) und Betriebskonzepten zu erleichtern und ihren Einfluss auf die Herstellungspreise aufzeigen.

6.3 Anpassungs- und Erweiterungsbedarf

Um die Herstellungskosten von SaaS-Produkten möglichst ganzheitlich zu betrachten, ist es notwendig, sämtliche Kosten entlang des Softwarelebenszyklus (vgl. 3.2) zu betrachten. Dies schließt insbesondere die Bereitstellung der Software (z.B. Fremdbezug oder Eigenentwicklung) und deren Produktion (technisch, personell/organisatorisch) und mögliche weitere Unterstützungsfunktionen wie z.B. Endkundenbetreuung mit ein. Die ursprünglichen integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg stellen einen Versuch dar, eine ganzheitliche Sichtweise für diese Aufgabenstellung zu ermöglichen. Die Ausführungen zu den integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg (vgl. Kapitel 4) zeigen, dass diese in ihrer aktuellen Form Möglichkeiten bieten, sie an den aktuellen technologischen Stand und das Paradigma des Cloud Computing in seiner vielfältigen Form und insbesondere für den Betrachtungsfall der Herstellung von SaaS-Produkten anzupassen, um auch hier eine integrierte Sichtweise auf die Herstellungskosten zu ermöglichen. Dabei ist anzumerken, dass die im weiteren Verlauf dieses Kapitels beschriebenen Anpassungs- und Erweiterungsideen nur einige Möglichkeiten von Vielen darstellen.

Das Konzept der integrierten IT-Kostentabellen aus dem Jahr 2005 muss für die Anwendung im Cloud-Kontext, insbesondere für die Produktion von SaaS-Anwendungen an mehreren Stellen verändert und erweitert werden, um an die neuen technischen und organisatorischen Erfordernissen angepasst zu werden. Hierbei gilt es zu beachten, dass bei Cloud-Infrastrukturen, wie IaaS-Diensten (vgl. 2.2.1), Virtualisierungstechnologien für die gemeinsame Nutzung von

Hardware Verwendung finden, wie auch unterschiedliche Abrechnungsmodelle und Serviceangebote bei den jeweiligen Cloud-Anbietern für Infrastrukturdienste vorzufinden sind. Weiterhin ist es mit dem Verfahren in seiner aktuellen Ausprägung schwer möglich, unterschiedliche Betriebsmodelle innerhalb der Produktion miteinander zu vergleichen. Das im weiteren Verlauf beschriebene angepasste Verfahren versucht diese Lücken zu schließen.

Das ursprüngliche Verfahren zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen besteht aus drei Vorstufen zur Komplexitätsreduzierung und vier Hauptstufen zur Erstellung einer integrierten IT-Kostensicht. Das erweiterte Verfahren basiert auf diesen drei Vorstufen, mit dem gleichen Ziel der Komplexitäts- und Aufwandsreduzierung sowie fünf Hauptstufen zur Erstellung einer integrierten IT-Kostensicht zur Bereitstellung von SaaS-Produkten. Dabei ist in der dritten Stufe eine Möglichkeit zur weiteren Komplexitäts- und Aufwandsreduzierung vorhanden.

Die nachfolgende Tabelle 72 stellt den Ablauf zur Erstellung der ursprünglichen integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg mit dem erweiterten Verfahren, angepasst auf die Bereitstellung von SaaS-Produkten gegenüber. Ab Abschnitt 6.4 wird auf jeden dieser Schritte genauer eingegangen.

Tabelle 72: Vergleich int. IT-Kostentabellen nach Scheeg und angepasstes Verfahren

Integrierte IT-Kostentabellen nach Scheeg	Angepasstes Verfahren	Anpassung
Erstellen der Realisierungsmatrix	Erstellen der Realisierungsmatrix	*Anpassung:* Umbenennung von Entwicklungsalternativen zu Bereitstellungsalternativen
- Festlegen der IT-Entwicklungsalternativen	- Auflisten der Bereitstellungsalternativen	
- Erfassen der IT-Produktionsalternativen	- Auflisten der Produktionsalternativen	
- Erstellen der Realisierungsmatrix	- Erstellen der Realisierungsmatrix	
Stufe 1: Kostenschätzung der IT-Entwicklungsalternativen	Stufe 1: Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen	*Keine Anpassungen*

<table>
<tr><td>Stufe 2: Bestimmung der Verbrauchsmengen der IT-Entwicklungsalternativen</td><td>Stufe 2: Ermittlung der Verbrauchsmengen der Bereitstellungsalternativen</td><td>Anpassung: Berücksichtigung der Abrechnungsparameter von IaaS-Anbietern</td></tr>
<tr><td>Stufe 3: Ermittlung der Produktionskosten der IT-Entwicklungsalternativen</td><td>Stufe 3: Festlegen der Produktionsvarianten</td><td rowspan="4">Anpassung: Einführung jeweils einer Zwischenstufe zur Bestimmung von Produktionsarchitekturalternativen und Ermittlung der Produktionsvarianten.
Weiterhin kann die Bildung der Produktionsvarianten zur Reduzierung der weiter betrachteten Kombinationen und somit zur weiteren Komplexitätsreduzierung führen.</td></tr>
<tr><td>- 3.1: Bestimmung der Produktionsalternativen</td><td>- 3.1: Bestimmung der Produktionsarchitekturalternativen</td></tr>
<tr><td>- 3.2: Bewertung der Produktionsalternativen</td><td rowspan="2">- 3.2: Ermittlung der Produktionsvarianten</td></tr>
<tr><td>- 3.3 Erstellen der Produktionskostentabelle</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>Stufe 4: Ermittlung der Kosten der Produktionsvarianten</td><td>Neue Hauptstufe</td></tr>
<tr><td>- 4.1: Ermittlung der Infrastrukturkosten pro Produktionsvariante</td><td>Neue Teilstufe zur Ermittlung der Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten</td></tr>
<tr><td>- 4.2: Ermittlung der Produktionskosten pro Produktionsvariante</td><td>Neue Teilstufe zur Ermittlung der Produktionskosten der Produktionsvarianten</td></tr>
<tr><td>- 4.3: Erstellen der Produktionskostentabelle</td><td>Wie Stufe 3.3 des ursprünglichen Verfahrens</td></tr>
</table>

Stufe 4: Integration der Kosteninformationen	Stufe 5: Integration der Kosteninformationen	*Wie Stufe 4 des ursprünglichen Verfahrens* *Anpassung:* Darstellung der Kosten im geforderten Betrachtungszeitraum z.B. „pro Monat“ und „User“.

Zur Erläuterung der Vorgehensweise für die Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen wird jede Haupt- und Teilstufe nachfolgend erklärt und mittels eines Beispiels dargestellt. Dabei wird zum besseren Verständnis und zur Vergleichbarkeit des erweiterten Verfahrens mit dem ursprünglichen Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg das zentrale Beispiel der „*Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware*“ aus Kapitel 4 wieder aufgegriffen. Diesmal erweitert um die Anforderung, dass der Hersteller (IT-LE) dieses als „Public Cloud“ SaaS-Angebot für eine Vielzahl von Kunden auf einer Abrechnungsbasis von „*User pro Monat“* bereitstellen möchte.

6.4 Vorgehensweise

In den folgenden Ausführungen wird auf die Erstellung der angepassten integrierten IT-Kostentabellen eingegangen. Jede einzelne Stufe und die darin enthaltene Vorgehensweise wird beschrieben sowie nach jeder dieser Stufen mittels des Beispiels „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung*“ die Umsetzung aufgezeigt. Als Ergänzung zu den Ausführungen unter 6.3 wird genauer auf Erweiterungen und Veränderungen zum ursprünglichen Konzept der integrierten IT-Kostentabellen hingewiesen. Für jede Stufe sowie die vorbereitenden Schritte wird eine Zielfeststellung getroffen. Wie in der klassischen Variante der Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen wird mittels der Erstellung einer Realisierungsmatrix die Anzahl der zu betrachteten Kombinationen aus IT-Entwicklungsalternativen (im weiteren Verlauf „*Bereitstellungsalternativen*“ genannt) und der möglichen Produktionsalternativen in Form von Produktionsplattformen eine Vorauswahl getroffen. Diese Vorauswahl, deren Kriterium die grundsätzliche technische Kompatibilität zwischen beiden Alternativtypen ist, soll dabei helfen, den Aufwand und die Komplexität der weiteren Stufen zu reduzieren.

6.4.1 Auflistung der Bereitstellungsalternativen

Ziel: Festlegen, welche Bereitstellungsalternativen grundsätzlich möglich sind.

Anpassungsbedarf:

Der Begriff der *Bereitstellungsalternative* geht synonym mit dem Begriff der *IT-Entwicklungsalternative* nach Scheeg. Die genannte Begriffsdefinition sowie die Eigenschaften einer *IT-Entwicklungsalternative* gelten an dieser Stelle weiterhin für den Begriff der *Bereitstellungsalternative* (vgl. 4.2.2).

Die Umbenennung in den Begriff der *Bereitstellungsalternative* soll den Umstand verdeutlichen, dass es sich bei der Erstellung von Softwareprodukten heutzutage nicht mehr nur um reine Programmier- bzw. Entwicklungsleistungen handelt, sondern das eigene Programmierleistungen zur Implementierung der eigentlichen Geschäftslogik durch die Integration und Anpassung vorhandener Services und Programmbibliotheken ergänzt werden können. Auch soll die Möglichkeit des Fremdbezuges und der Anpassung (*Customizing*) von kompletten Softwareprodukten bzw. Teilen davon zur Nutzung als Bereitstellungsalternative nicht ausgeschlossen werden.

Beispiel hierfür ist die Integration einer Nutzerverwaltung eines IaaS-Anbieters in ein zu erstellendes Softwareprodukt statt der Programmierung einer eigenen Nutzerverwaltung. Weitere Beispiele sind an dieser Stelle Datenbankanbindungen, Datenverschlüsselungsfunktionen, Ressourcenmanagement oder Services zur Auswertung von Telemetriedaten.

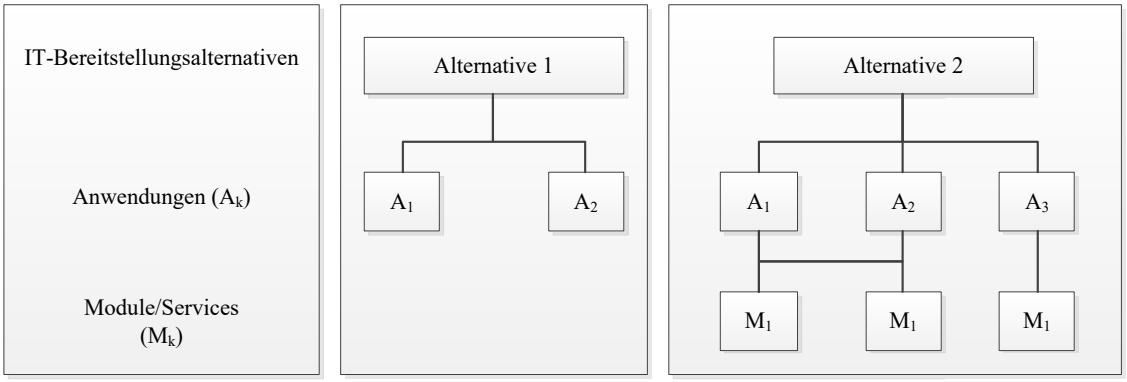


Abbildung 40: IT-Bereitstellungsalternativen aus Anwendungen und Services

In Anlehnung an Quelle: [Scheeg 2005, S. 142]

Die Vielzahl der Funktionen und Services der Cloud-Anbieter (vgl. 2.8) erstrecken sich nicht mehr nur auf die reine Erbringung von IaaS-Dienstleistungen, sondern bieten die Möglichkeit, die eigene zu erstellende Software mit einer großen Menge an unterstützenden Services zu er-

gänzen. Diese Kombinationsvielfalt legt den Schluss nahe, nicht mehr von reinen Entwicklungsalternativen in Bezug auf Programmierleistungen zur Erstellung und Anpassung einer Software zu sprechen, sondern von Bereitstellungsalternativen, um diese Kombinationsvielfalt zu unterstreichen.

Eigenschaften einer Entwicklungsalternative nach Scheeg (vgl. 4.2.2):

- *Art und Anzahl der Module, Organisation von Funktionalitäten und Datenhaltung sowie Art und Anzahl der Verbindungsstellen (Architektur)*
- *Einsatz unterschiedlicher Entwicklungsplattformen (Case-Tools)*
- *Gestaltung der Benutzeroberfläche*
- *Betriebssystem für IT-Produkterstellung*
- *Datenbanksystem für IT-Produkterstellung*

Ergänzung um:

- *die Möglichkeit der Kombination einer Vielzahl von Zusatzdiensten und Softwarekomponenten oder kompletter Softwareprodukte Dritter (z.B. von IaaS-/PaaS-Anbietern) zur Ergänzung der zu erstellenden Software*
- *Anforderungen der Softwareentwicklung für Tests und Fehlerbehebung*

Bereitstellungsalternativen bilden somit die Möglichkeit, der IT-Entwicklung, zielgerichtet das entsprechende Softwareprodukt bereitzustellen bzw. zu entwickeln. Jede Ausprägungsform, die zur Erstellung einer Softwarelösung, auch mittels Kombination externer Services und Softwarekomponenten anderer oder darunterliegender Cloud-Anbieter möglich erscheint, stellt eine eigene Bereitstellungsalternative dar.

Es soll sich dabei immer um realistische Bereitstellungsalternativen handeln. Das bedeutet, um Alternativen, die tatsächlich im Rahmen der Möglichkeiten der IT-Entwicklung bereitgestellt werden können und nicht nur theoretischer Natur sind. Dies kann abhängig sein von den vorhandenen technischen Möglichkeiten, von der Beherrschung spezifischer Programmiersprachen, von vorhandenen Fähigkeiten oder der eigenen Cloud-Strategie (z.B. Compliance oder strategische Unternehmensausrichtung).

Die Form der Darstellung der Bereitstellungsalternativen kann dabei frei gewählt werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass alle Bereitstellungsalternativen dabei in der gleichen Art beschrieben werden, um einen späteren Vergleich zu ermöglichen. Es empfiehlt sich an dieser

Stelle eine tabellarische Form, wobei jede Spalte eine Bereitstellungsalternative darstellt und die Zeilen die verschiedenen Attribute ihrer Ausprägungen beschreiben.

Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE in Form eines mittelständigen Softwareherstellers möchte aufgrund vermehrter Kundenanfragen zukünftig eine Vertragsverwaltungssoftware für Bestands- und Neukunden in der Public Cloud als SaaS-Lösung bereitstellen. Für ihn stellt dies die Möglichkeit dar, über das klassische Geschäftsfeld der Entwicklung von Softwarelösungen als *On-Premise-Variante* über das Lizenzgeschäft hinaus langfristige Kundenbindungen mit regelmäßigen Mieteinnahmen aus dem SaaS-Geschäft zu generieren.

Für diesen ersten Schritt in Richtung Cloud Computing bedient sich der IT-LE an dieser Stelle des Konzepts der angepassten integrierten IT-Kostentabellen, um Fragen des Einflusses von Softwarearchitekturen, Produktionsplattformen, Produktionsarchitekturen und Betriebskonzepten auf die Herstellungskosten einer Vertragsverwaltungssoftware in der Cloud zu beantworten.

Hierfür listet der IT-LE im ersten Schritt mögliche Bereitstellungsalternativen für die benötigte Vertragsverwaltungssoftware auf. Die nachfolgende Tabelle 73 stellt dabei diese betrachteten drei Alternativen dar:

BA1: Stellt eine Eigenentwicklung der Software mit monolithischer Softwarearchitektur dar. Diese hat den Vorteil, dass der IT-LE an dieser Stelle schon auf Quellcode vorangegangener Entwicklungen ähnlicher Produkte zurückgreifen kann, um die Entwicklungskosten zu minimieren.

BA2: Stellt eine moderne modulare Neuentwicklung der Software dar, die modernen Architekturkonzepten der Softwareentwicklung mit lose gekoppelten Microservices entspricht und auf diese mittels Webstandards (HTML5 und HTTPS) zugegriffen werden kann.

BA3: Stellt die Anpassung (Customizing) einer Software eines externen Anbieters dar, die als Entwicklerlizenz beschafft wird und somit an die Bedürfnisse des IT-LE und der IT-LA angepasst werden kann.

Tabelle 73: Bereitstellungsalternativen, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

BA / Gestaltungsparameter	Bereitstellungs-alternative 1 (BA1)	Bereitstellungs-alternative 2 (BA2)	Bereitstellungs-alternative 3 (BA3)
Architektur	Monolithische Eigenentwicklung	Modulare Eigenentwick-lung mittels Microservices mit Container-Virtualisierung	Monolithische Fremdentwick-lung
Datenbanksystem	DB2/Oracle/MS SQL/MySQL	MS SQL/Oracle	integrierte MySQL
Betriebssystem	Unix/Windows	Windows	Windows
Benutzeroberfläche	grafisch	grafisch	grafisch
Client	FatClient	Browser	Browser
Programmiersprache	Java	C++	Java
Entwicklungsumgebung	IntelliJ + SVN	Virtual Studio + Git	keine
geplanter Lebenszyklus	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Nutzerverwaltung	intern	extern	extern

6.4.2 Auflistung der Produktionsalternativen

Ziel: Eingrenzen, welche Produktionsalternativen, die Produktionsplattformen darstellen können, in die Betrachtung einbezogen werden. Mit dem Ziel, diese anschließend mit den möglichen Bereitstellungsalternativen in einer Realisierungsmatrix gegenüberzustellen, um eine Eingrenzung der zu betrachtenden möglichen Umsetzungsvarianten vorzunehmen.

Anpassungsbedarf:

Der Grundgedanke dieses Teilschrittes zum anschließenden Aufstellen einer Realisierungsmatrix, die möglichen Bereitstellungsalternativen mit den vorhandenen oder vorgesehenen Produktionsplattformen gegenüberzustellen, um eine Eingrenzung der zu betrachtenden Umsetzungsvarianten zu ermöglichen, bleibt bestehen.

Hierbei wird der Betrachtungsbereich auf mögliche IaaS-/PaaS-Anbieter erweitert, die als zusätzliche Option zum Eigenbetrieb der Infrastruktursysteme angesehen werden können. Dabei

sind Produktionsalternativen wie eine reine Eigenproduktion in eigener RZ Infrastruktur, aber auch Kombinationen mit externen IaaS-Infrastrukturen bis hin zu reinen IaaS-Deployments möglich. Jede dieser möglichen Varianten stellt eine eigenständige Produktionsalternative dar. Eine Produktionsalternative beschreibt somit die Möglichkeiten der IT-Produktion, die Bereitstellungsalternativen mittels einer technischen Basis zu betreiben.

Die Wahl der möglichen Produktionsalternativen bzw. Produktionsplattformen kann technischer, unternehmens- oder IT-strategischer Natur sein, wie auch abhängig vom vorhandenen Wissen oder Erfahrungen aus ähnlichen Projekten sein. Dabei sollen nur Produktionsplattformen, die als Produktionsalternativen dienen können, aufgelistet werden, die realistisch möglich sind und nicht nur theoretische Möglichkeiten darstellen. Die Beschreibung der Produktionsalternativen erfolgt dabei weiterhin nach den genannten Kriterien (siehe 4.2.3) über die Eigenschaften der Produktionsplattformen für den Fall der Eigenproduktion:

- *Anzahl und Art der CPU (DualCore Intel, ARM, RISC)*
- *Art und Größe der Speichermedien*
- *Art des Betriebssystems oder verwendete Datenbanktechnologie*

Ergänzt um z.B.:

- *Art und Typ des IaaS-Anbieters*
- *Abrechnungsverfahren*
- *Zertifizierungen*

Diese werden um die jeweiligen Eigenschaften der IaaS-Anbieter und deren mögliche Systeme und Services, die betrachtet werden sollen, erweitert. Anzumerken ist, dass in diesem Schritt noch keine konkreten Angaben zu den möglichen Dimensionierungs- und Provisionierungseigenschaften der jeweiligen Systeme und Services der betrachteten IaaS-Anbieter gemacht werden. Auch tiefergehende Beschreibungen der technischen Realisierung sind an dieser Stelle nicht notwendig. Das Ziel ist hier, Plattformen zu benennen, die grundsätzlich in die weitere Betrachtung einbezogen werden.

Die Beschreibung der Produktionsalternativen kann an dieser Stelle, nach dem ursprünglichen Verfahren, z.B. tabellarisch, durchgeführt werden. Informationsquellen sind an dieser Stelle

weiterhin das interne Kapazitätsmanagement des IT-LE sowie die verfügbaren Informationen zu den jeweiligen betrachteten IaaS-Anbietern.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE möchte die Vertragsverwaltung als SaaS vertreiben und seinen Kunden diese nach der Cloud-Eigenschaft des „Pay-per-use“, also mittels einer regelmäßigen Mietgebühr, zur Verfügung stellen. Um für die Produktion der Vertragsverwaltung seinerseits von den Vorteilen des Cloud Computings zu profitieren, möchte der IT-LE wiederum die Dienste entsprechender IaaS-Anbieter nutzen, um seine notwendigen Produktionssysteme zu betreiben.

Für den zweiten vorbereitenden Teilschritt zur Erstellung der angepassten integrierten IT-Kostentabellen listet der IT-LE nun die für ihn möglichen IaaS-Anbieter auf. Nachfolgende Tabelle stellt diese IaaS-Anbieter mit den wichtigsten Eigenschaften dar.

PP1: Stellt einen in Deutschland ansässigen Anbieter mit IaaS-Angebot dar. Zusätzlich zur Bereitstellung virtueller Maschinen und einer Internetanbindung werden weitere höherwertige Services angeboten. Die Abrechnung erfolgt monatlich nach Verbrauch.

PP2: Stellt einen international vertretenen IaaS-Anbieter dar, der ebenfalls zusätzliche Services zu seinem IaaS-Angebot offeriert. Die Abrechnung erfolgt auch hier nach Verbrauch wahlweise monatlich oder stündlich.

Tabelle 74: Produktionsplattformen, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Produktionsplattform / Gestaltungsparameter	Produktions-plattform 1 IaaS-Anbieter 1 (PP1)	Produktions-plattform 2 IaaS-Anbieter 2 (PP2)
Hosttyp	virtuelle Maschinen	virtuelle Maschinen
Standort	Deutschland	Irland
Zertifizierungen	ISO 27001	ISO 27001/9001
Abrechnung nach Verbrauch	monatlich	monatlich/stündlich
zusätzliche Services	vorhanden	vorhanden
Einarbeitungsaufwand	gering	hoch
internes vorhandenes Wissen beim IT-LE	mittel	gering
Compliance Einschätzung	konform	konform

6.4.3 Erstellung der Realisierungsmatrix

Ziel: Ermittlung der möglichen Kombinationen aus Bereitstellungs- und Produktionsalternativen.

Anpassungsbedarf:

Wie in den beiden vorangegangen Teilschritten ist bei der Erstellung der Realisierungsmatrix, die die Grundlage für die weiteren Untersuchungen bildet, wenig Veränderung zum ursprünglichen Konzept notwendig (siehe 4.2.4).

Das Ziel dieses Teilschrittes ist es, Bereitstellungsalternativen auszuschließen, für die es keine Produktionsalternativen gibt, wird aber dahingehend erweitert, dass auch Produktionsalternativen auf Grundlage von IaaS-Anbietern überprüft und gegebenenfalls ausgeschlossen werden können. Kriterien hierfür könnten beispielsweise Lizenzierungsschwierigkeiten (u.a. bei Bereitstellungsalternativen auf der Basis von Fremdbezug) oder mangelnde Fähigkeiten der technischen Abbildung spezifischer Erfordernisse der Betrachtungsalternativen sein. Beispielsweise zwingende Verwendung bestimmter Datenbanksysteme, die auf Seiten des IaaS-Anbieters nicht vorhanden bzw. betrieben werden können oder die Notwendigkeit von Containertechnologie (vgl. 2.5.2) zum Betrieb der Bereitstellungsalternativen. Die entsprechenden Kriterien können hierbei beliebig an die eigenen Erfordernisse angepasst werden.

Weiterhin gilt wie bisher, dass die Betrachtung der Realisierbarkeit noch keinen Beitrag zur Entscheidungsunterstützung im Hinblick auf die Effizienz des IT-LE liefert. Um dies zu erreichen, ist eine weitere Detaillierung der Realisierungsmatrix mit Kosteninformationen notwendig [Scheeg 2005, S. 147].

Die bisherige Darstellungsform der Realisierungsmatrix muss nicht angepasst werden. Es werden weiterhin die Bereitstellungsalternativen horizontal und die Produktionsplattformen vertikal angegeben. Produktionsplattformen, die auf eigenen Produktionskapazitäten beruhen und IaaS-Plattformen können dabei in einer Matrix aufgeführt werden.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE listet die nun ermittelten Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen in einer Tabelle auf. Bereitstellungsalternativen werden horizontal und Produktionsplattformen vertikal dargestellt. Die somit entstandene Realisierungsmatrix wird vom IT-LE für eine Vorauswahl der Kombinationen aus Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen verwendet, die im weiteren Verlauf einer genaueren Betrachtung unterzogen werden sollen. Dieser Schritt dient dem IT-LE auch zur Aufwands- und Komplexitätsreduzierung der nachfolgenden Hauptstufen.

Die Tabelle 75 zeigt, dass fünf von sechs Kombinationen aus Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen hinsichtlich der Anforderungen des IT-LE miteinander kompatibel sind. Lediglich die Kombination aus „*Bereitstellungsalternative 3*“ und „*Produktionsplattform 2*“ scheidet aufgrund von restriktiven Lizenzierungsbestimmungen des Herstellers der Fremdentwicklung aus.

Tabelle 75: Realisierungsmatrix, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Bereitstellungsalternativen / **Produktionsplattformen**	**Bereitstellungs-alternative 1 (BA1)**	**Bereitstellungs-alternative 2 (BA2)**	**Bereitstellungs-alternative 3 (BA3)**
Produktions-plattform 1 (PP1)	ja	ja	ja
Produktions-plattform 2 (PP2)	ja	ja	nein

6.4.4 Stufe 1: Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen

Ziel: Auflistung aller Kosten, die bei der Realisierung der Bereitstellungsalternativen entstehen.

Anpassungsbedarf:

Bei Verwendung von Software von Drittanbietern für die Erstellung einer Bereitstellungsalternative sind diese Kosten hier zu benennen, sofern diese unabhängig von der späteren Nutzeranzahl und dem Nutzungsumfang des SaaS-Produktes sind. Sollten bei der Verwendung von Drittanbietersoftware deren Kosten abhängig von späteren Verbrauchsmengen sein, werden diese Kosten nach der Bestimmung der Verbrauchsmengen in Teilstufe 4.1 ermittelt.

Im ursprünglichen Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen waren die Kosten einer Entwicklungsalternative (hier Bereitstellungsalternative genannt) über alle Produktionsplattformen konstant [Scheeg 2005, S. 147]. Dies wird auch weiterhin so angenommen. Abhängigkeiten der Kosten einer Bereitstellungsalternative durch nutzungsabhängige extern eingebundene Services, z.B. darunterliegender IaaS-Anbieter, werden an dieser Stelle nicht angegeben und ebenfalls in Teilstufe 4.1 berücksichtigt.

Der Abhängigkeit durch die verschieden ausgeprägten Service-Eigenschaften und deren Bepreisung seitens der Anbieter, die wie oben genannt durch Bereitstellungsalternativen genutzt werden können, wird durch die Einführung der Produktionsvarianten in Stufe 3.2 und deren Infrastrukturkostenermittlung in Stufe 4.1 Rechnung getragen. Durch diese späteren Schritte ist es möglich, nutzungsabhängige von den Bereitstellungsalternativen verwendete Cloud-Services der IaaS-Anbieter in die Kostenbetrachtung einfließen zu lassen.

In diesem Schritt werden nun die Bereitstellungsalternativen, die nach der Überprüfung mittels der Realisierungsmatrix weiterhin als Alternativen für die Bereitstellung gegeben sind, auf Grundlage ihrer Spezifikationen und Beschreibungen mit geschätzten Kosteninformationen hinterlegt. Dabei werden weiterhin alle Kosten, die mit der Erstellung der Bereitstellungsalternativen anfallen, aufgelistet (vgl. 4.3.2).

Beispiele dafür sind:

- *Personalkosten*
- *Kosten für Entwicklungsplattformen*

    - *z.B.: Softwarekosten für Staging-Systeme/Testsysteme/Buildpipeline*
- *Lizenzkosten externer Softwarekomponenten, sofern nicht nutzungsabhängig*
- *Kosten für Entwicklungsumgebungen z.B. IDEs*
- *Sonstige Kosten z.B.: Miete von Gebäuden*

Als Quellen der Kosteninformationen stehen dabei die interne Kostenrechnung sowie die gängigen Methoden und Schätzverfahren zur Aufwandsschätzung in Abschnitt 3.6 zur Verfügung.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Für die erste Hauptstufe zur Aufstellung der angepassten integrierten IT-Kostentabellen erstellt der IT-LE für jede Bereitstellungsalternative eine Kostenaufstellung zu deren Bereitstellung. Dabei versucht er alle Kosten zu ermitteln, die direkt mit der Erstellung der Vertragsverwaltung entwicklungsseitig entstehen. Der IT-LE stützt sich hierbei auf Informationen der internen Kostenrechnung, Erfahrungswerten ähnlicher Projekte und des Function Point Verfahrens (vgl. 3.6) als Schätzmethode.

BA1: Stellt die Kosten für die Entwicklung der ersten Bereitstellungalternative einer monolithischen Eigenentwicklung dar. Es werden keine externen Komponenten verwendet. Sämtliche Kosten zur Erstellung können direkt angegeben werden und betragen in Summe 218.000€.

BA2: Stellt die Kosten für die Entwicklung der zweiten Bereitstellungsalternative einer modularen Eigenentwicklung dar. Es soll ein externes Nutzermanagement, z.B. von einem IaaS-Anbieter, verwendet werden. Die Kosten für diese Bereitstellungsalternative belaufen sich auf 294.000€.

BA3: Stellt die Kosten für die dritte Bereitstellungsalternative einer monolithischen Fremdentwicklung dar. Diese Fremdentwicklung wird durch „Customizing“ an die eigenen Anforderungen angepasst. Wesentliche Kosten, wie die Anbindung eines externen Nutzermanagements können erst nach der Ermittlung der Verbrauchsmengen (Stufe 2) und davon abhängig bei der Ermittlung der Infrastrukturkosten in Stufe 4.1 angegeben werden. Bei dieser Bereitstellungsalternative belaufen sich die Kosten auf 68.000€.

Tabelle 76: Kosten Bereitstellungsalternativen, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Kosten in Euro	Bereitstellungs-alternative 1 (BA1)	Bereitstellungs-alternative 2 (BA2)	Bereitstel-lungs-alternative 3 (BA3)
Personalkosten	190.000,00 €	260.000,00 €	60.000,00 €
Software-Case	10.000,00 €	10.000,00 €	6.000,00 €
Software-Lizenzen	0,00 €	0,00 €	Abhängig von Instanz-Anzahl und CPU-Ausstattung Server (Core-Lizenzierung)
Software-Entwicklungsumgebung	18.000,00 €	24.000,00 €	2.000,00 €
Nutzung externer Services	keine Nutzung	externes Nutzermanagement	externes Nutzermanagement
Summe	**218.000,00 €**	**294.000,00 €**	**68.000,00 €**

6.4.5 Stufe 2: Ermittlung der Verbrauchsmengen der Bereitstellungsalternativen

Ziel: Bestimmen der Nutzungs- und Verbrauchsmengen der Bereitstellungsalternativen

Anpassungsbedarf:

Aufgrund komplexer Abrechnungsmodelle und umfangreicher Möglichkeiten, IaaS-Ressourcen bei den Anbietern nach Bedarf zu beziehen, ist es notwendig, die Verbrauchsdaten der Bereitstellungsalternativen zu ermitteln. Die zu ermittelnden Parameter sind an dieser Stelle abhängig von den technischen Eigenschaften der Bereitstellungsalternative und ihre Ausprägungsform von der Art der zu betreibenden SaaS-Anwendung. Beispiele sind an dieser Stelle: RAM-, CPU-, Festplattenbedarf, Bandbreite der Netzwerkanbindung oder Anzahl der Daten-

bankzugriffe. Dabei sind die allgemeinen nutzungsunabhängigen Verbrauchswerte und nutzungsabhängigen Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen im eigentlichen Betrieb zu berücksichtigen.

Als eine Grundlage für die Ermittlung der Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten in Teilstufe 4.1 müssen die in Teilstufe 3.1 aufgestellten Produktionsarchitekturalternativen entsprechend dimensioniert werden. Notwendig hierfür sind Informationen zu den zu erwartenden Verbrauchswerten der jeweiligen Bereitstellungsalternative im Produktivbetrieb. Dies kann über die Bestimmung der Verbrauchswerte der jeweiligen Bereitstellungsalternative und einer Annahme zur möglichen Kundenanzahl realisiert werden.

Die Ermittlung und Schätzung der Verbrauchswerte für ein Public Cloud-Angebot kann eine große Herausforderung sein. Der Aufwand und Schwierigkeitsgrad ist stark abhängig von den zur Verfügung stehenden Informationsquellen und den Erfahrungen des IT-LE.

Für die Datenerhebung kann weiterhin auf alle unter 4.3.3 genannten Methoden zurückgegriffen werden. Ergänzend soll an dieser Stelle nochmals auf Performance-Benchmarks eingegangen werden. Diese Ausführungen stellen keinen Anspruch auf Vollständigkeit dar. Weiterhin sind die Methoden zur Kapazitätsmessung von IT-Ressourcen nicht Kernthema dieser Arbeit. Trotzdem soll an dieser Stelle zum besseren Verständnis auf diese eingegangen werden.

Benchmarking unterstützt die Aufgabe, IT-Produkte und IT-Dienstleistungen zielbezogen zu beurteilen [Heinrich / Lehner 2005, S. 462]. Um somit auch das Verbrauchsverhalten der Bereitstellungsalternativen erfassen zu können. Dabei haben sich in der Vergangenheit eine Reihe von Standard-Benchmarks herausgebildet, die weltweit verwendet werden [Heinrich / Lehner 2005, S. 462/465]:

- *TPC-Benchmark*
- *SPEC Benchmark*
- *Oracle Applications Standard Benchmark (anwendungspezifisch)*
- *SAP Standard Application Benchmark (anwendungsspezifisch)*

Im Fall des SPEC Benchmark erfolgte 2017 eine Aktualisierung für den Teilbereich der CPU Analyse als SPEC CPU 2017 Benchmark. Weiterhin existiert seit 2016 ein Benchmark zur

Analyse von IaaS-Workloads das 2018 nochmal aktualisiert wurde [SPECH a]. Mittels dieses Benchmarks kann die Cloud-Leistung von IaaS-Anbietern bzw. deren Konsumenten gemessen werden. SPECH b].

Ein weiteres Benchmark stellt seit 2005 das RPE2 als Nachfolger für das RPE Benchmark dar. RPE2 setzt sich aus Ergebnissen der oben genannten Benchmark wie SPEC, TPC oder das „SAP Standard Application Benchmark“ zusammen [RPE2].

Abschließend sei hier der EEMBC des Embedded Microprocessor Benchmark Consortium erwähnt. Ziel dieses Benchmarks ist die Bewertung der Fähigkeiten von eingebetteter Hardware wie Prozessoren und Compiler und setzt sich aus einer Vielzahl kleinerer Benchmark-Programme zusammen [EEMBC].

Zusätzlich zu den oben genannten Benchmarks existiert eine Vielzahl weiterer Benchmark Verfahren für den PC-Bereich bzw. Consumer-Bereich, die an dieser Stelle keine Erwähnung finden.

Mittels oben genannter Benchmarks werden Performance-Messergebnisse auf Hardware- und Softwaresystemen erhoben und ausgewertet. Beispielsweise beschreibt das TPC (Transaction Processing Council) mit dem Leistungsmaß tpmC die Anzahl der Aufträge, die innerhalb einer Minute vollständig verarbeitet werden können. Mit solch einer Benchmark-Größe ist es möglich, die Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen zum im Benchmark definierten Transaktionsmix auszudrücken. Als Beispiel lässt sich so angeben, dass die „Verarbeitung eines Vertrages“ 7.000 tpmC benötigt [Scheeg 2005, S. 157].

Der Erfolg und der Umfang des Aufwandes zur Datenerhebung in dieser Stufe ist abhängig von einer Reihe von Ausgangskriterien. An dieser Stelle haben es erfahrene Softwareanbieter leichter gegenüber Unternehmen, die noch keine Erfahrungen mit der Herstellung und dem Vertrieb von Softwareprodukten besitzen. Dies betrifft gerade Abschätzungen zum Zielmarkt und der Bildung eines *Standardkunden*. Die Bildung eines Standardkunden soll an dieser Stelle helfen, die nutzungsabhängigen Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen im Produktivbetrieb durch Multiplikation mit der erwarteten Kundenanzahl zu ermitteln.

Für die Absatzmengenschätzung, die in Stufe 4.1 für die Ermittlung der Infrastrukturkosten zum Marktstart einer SaaS-Anwendung benötigt wird, um mit Hilfe des in dieser Stufe ermittelten Standardkunden die Dimensionierung der notwendigen Systeme zu bilden, können beispielsweise auf Erfahrungswerten mit ähnlichen Anwendungsfällen, Benchmarking und Ver-

triebsabschätzungen beruhen. Die Auswertung von Vergangenheitsdaten beim Betrieb ähnlicher Produkte und die aufgezeigten Methoden unter 4.3.3 sind Möglichkeiten zur Informationsgewinnung.

Im Fall vom Fremdbezug einer Bereitstellungsalternative sind weiterhin die Herstellerangaben zu den Systemvoraussetzungen und die jeweiligen Verbrauchswerte der Software eine mögliche Informationsquelle.

Für die Angabe der Verbrauchswerte sind nur diese Werte von Interesse, die benötigt werden, um die späteren Produktionsvarianten in Stufe 4.1 dimensionieren zu können, um dann in diesem Schritt die jeweiligen Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten zu ermitteln. Bei der Ermittlung der Verbrauchswerte muss, wie angemerkt, ggf. zwischen nutzungsabhängigen und nutzungsunabhängigen Verbrauchswerten unterschieden werden.

Hinweise für wichtige Verbrauchswerte, die in dieser Stufe ermittelt werden müssen, geben die jeweiligen Provisionierungsparameter der IaaS-Angebote für die in den Produktionsplattformen betrachteten IaaS-Anbieter. Beispiele für normierte Verbrauchwerte sind an dieser Stelle:

- *CPU in tpmC*
- *RAM in GB*
- *Storage in GB/TB*
- *Bandbreite in Mbit/s*
- *usw.*

Wie in Kapitel 4.3.3 beschrieben, sollten die Verbrauchswerte als normierte IT-Stückliste angegeben werden.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE muss für die 2. Stufe für jede Bereitstellungsalternative die alternativenspezifischen Verbräuche an IT-Leistungen bestimmen.

Diese Verbräuche an IT-Leistungen setzen sich in diesem Fall aus nutzungsunabhängigen und nutzungsabhängigen Verbrauchswerten der Anwendung zusammen. Die nutzungsunabhängigen Verbrauchswerte stellen allgemeine Verbrauchswerte der verwendeten Bereitstellungsalternative auf dem Produktionssystem dar, wie Festplattenbelegung und Arbeitsspeicherbelegung im Ruhebetrieb der eigentlichen Anwendung. Nutzungsabhängige Verbrauchswerte sind beispielsweise Speicherbedarf der Vertragsakten, CPU-Beanspruchung bei der Verarbeitung von Verträgen, Übertragungsmenge über Internetverbindungen oder Arbeitsspeicherbedarf bei der Bearbeitung durch den Nutzer.

Für die Ermittlung der nutzungsunabhängigen Verbrauchswerte für die Bereitstellungsalternativen 1 und 2 dienen dem IT-LE die jeweiligen Erfahrungen aus ähnlichen Softwareentwicklungen. Weiterhin lassen sich aus der bisher vertriebenen On-Premise-Variante der Vertragsverwaltung durch Messung der Verbrauchswerte weitere Rückschlüsse ziehen. Für die Bereitstellungsalternative 3 bezieht sich der IT-LE auf die vom Hersteller angegebenen Verbrauchswerte und kann diese somit in die Betrachtung übernehmen.

Für die Schätzung der nutzungsabhängigen Verbrauchswerte bildet der IT-LE einen Standardkunden, um diese Verbräuche für eine prognostizierte Kundenanzahl ermitteln zu können. Grundlage für die Bildung des Standardkunden sind die gewonnenen Kundeninformationen aus dem On-Premise-Verkauf von Softwarelizenzen der bisherigen Vertragsverwaltung des IT-LE, um die zu erwartenden kundenspezifischen Verbräuche in der Cloud-Variante ableiten zu können. Mittels dieser Informationen kann der IT-LE berechnen, wie viele Verträge, deren Speichergrößen und die Anzahl der zugreifenden Nutzer pro verkaufte Lizenz durchschnittlich bei den Kunden vorhanden ist. Der IT-LE verwendet dazu eine Stichprobe mit 20 verkauften Lizenzen (siehe Tabelle 77).

Tabelle 77: Bildung Standardkunde, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Kundennr:	Anzahl Nutzer	Anzahl Verträge
1	3	1.000
2	3	1.500
3	2	1.200
4	4	2.200
5	1	450
6	2	900
7	1	300
8	4	600
9	2	200
10	3	300
11	3	550
12	2	250
13	1	150
14	4	800
15	3	500
16	2	350
17	1	250
18	3	600
19	2	400
20	2	300
Durchschnitt	2,4	640

Der IT-LE hat für einen durchschnittlichen Kunden mit einer On-Premise-Lizenz der bisherigen Vertragsverwaltung ermittelt, dass im Durchschnitt 640 Verträge von 3 (von 2,4 aufgerundet) Mitarbeitern verwaltet werden. Diese Informationen verwendet der IT-LE für die weiteren Überlegungen zur Ermittlung der Verbrauchswerte.

Aufgrund der Tatsache, dass der IT-LE für die bisherige Vertragsverwaltung kleine bis mittelständige Kunden adressiert und somit Datensätze ohne statistische Ausreißer vorhanden sind, kann der IT-LE an dieser Stelle das arithmetische Mittel zur Berechnung der Durchschnittswerte für die Nutzeranzahl und Anzahl an verwalteten Verträgen verwenden.

Da die einmaligen Entwicklungskosten für die Cloud-Variante der Vertragsverwaltung mittels der zukünftigen Mieteinnahmen aus dem Vertrieb von Cloud-Nutzungsrechten auf User-Basis zügig gedeckt werden sollen, muss der IT-LE Annahmen zur Kundenanzahl zum Marktstart und deren weiterer Entwicklung treffen.

Diese Annahmen zur Kundenanzahl und deren Entwicklung einer Public Cloud Vertragsverwaltung basieren auf Umfragen und Schätzungen des Vertriebs des IT-LE, der in den letzten Jahren vermehrt nach einem solchen Angebot von den vorhandenen Bestandskunden sowie weiteren Interessenten angesprochen wurde. Aussagen über die zukünftige Entwicklung von Neukunden und dem Kundenverbleib nach der Mindestvertragslaufzeit von 12 Monaten können darüber hinaus aus den Erfahrungswerten des On-Premise Lizenzvertriebes gewonnen werden.

Mittels dieser Erfahrungswerte hat der IT-LE die Kundenanzahl zum Startzeitpunkt der Vertragsverwaltung und für die nächsten drei Jahre wie folgt prognostiziert (siehe Tabelle 78):

Tabelle 78: Entwicklung Kundenwachstum, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Kündigungsrate nach Mindestvertragslaufzeit	5%
Kundenwachstum 1. Jahr	35%
Kundenwachstum 2. Jahr	30%
Kundenwachstum 3. Jahr	25%
Kundenanzahl Start Produktion	30 Kunden

Der IT-LE schätzt eine Anzahl von 30 Kunden für den Startzeitpunkt der Vertragsverwaltung, weiterhin rechnet er mit einem Kundenwachstum von 35% im ersten Jahr, 30% im zweiten und 25% im dritten Jahr, sowie mit einer Kündigungsrate von fünf Prozent pro Jahr. Mittels dieser Werte lässt sich die Kundenanzahl für das Ende jeden Jahres nach Produktionsstart schätzen (siehe Tabelle 79):

Tabelle 79: Entwicklung der Kundenanzahl, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Marktstart	nach einem Jahr	nach zwei Jahren	nach drei Jahren
30 Kunden	39 Kunden	49 Kunden	59 Kunden

Nach dem Start der Vertragsverwaltung in der Produktion mit 30 Kunden und unter Berücksichtigung der Kundenentwicklung und Kündigungsrate geht der IT-LE nach einem Jahr von 39 Kunden, nach zwei Jahren von 49 und nach drei Jahren von 59 Kunden aus.

Mittels der nun geschätzten Kundenanzahl zum Marktstart und deren weiterer Entwicklung kann der IT-LE die Verbrauchswerte für jede Bereitstellungsalternative abschätzen.

Dabei sind für ihn die notwendige CPU-Leistung, die Arbeitsspeicheranforderungen und der Speicherbedarf von großer Bedeutung, da diese Werte Provisionierungsparameter der betrachteten Produktionsplattformen darstellen. Diese Verbrauchswerte lassen sich mit dem Standardkunden, der Kundenanzahl zum Marktstart sowie den nutzungsabhängigen und nutzungsunabhängigen Verbrauchsanforderungen der Bereitstellungsalternativen berechnen.

Da der IT-LE aufgrund fehlender Daten und Erfahrungen noch keine Angaben zur zeitlichen Verteilung des Nutzungsverhaltens der Kunden während der Laufzeit der Vertragsverwaltung in der Cloud machen kann, wird für die CPU-Leistung der maximale Bedarf als Schätzwert verwendet. Dieser maximale Bedarf hierfür setzt sich aus dem ermittelten Standardkunden, mit drei gleichzeitig arbeitenden Mitarbeitern (User) der Vertragsverwaltung, der Kundenanzahl sowie der kundenunabhängigen CPU-Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen zusammen. Somit stellt der IT-LE sicher, dass jederzeit die vertraglich zugesicherten Service Level Agreements (vgl. 2.9.1) durch genügend technische Ressourcen eingehalten werden. Das gleiche Vorgehen wendet der IT-LE zur Ermittlung des Arbeitsspeicherbedarfs der Bereitstellungsalternativen an. Die Preisgestaltung der betrachteten Anbieter der Produktionsplattformen machen es notwendig, dass der IT-LE eine Schätzung der Datenübertragungsmenge für die Internetverbindung der Vertragsverwaltung benötigt. Auch hier kann zu diesem Zeitpunkt, aufgrund fehlender Daten und Erfahrungswerte zum Nutzungsverhalten keine genaue Angabe gemacht werden. Um dennoch hierfür eine Aussage treffen zu können, verwendet der IT-LE die Werte des Speicherbedarfes der verwalteten Verträge als Schätzwert für die notwendige monatliche Übertragungsmenge.

Nachfolgende Tabelle 80 stellt die ermittelten Verbrauchswerte für die Betrachtungszeiträume vom Marktstart bis drei Jahre nach dem Marktstart für jede Bereitstellungsalternative dar:

Tabelle 80: Verbrauchswerte ab Marktstart bis drei Jahre, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Normierte IT-Stückliste	Bereitstellungsalternative 1 (BA1) Monolithische Eigenentwicklung	Bereitstellungsalternative 2 (BA2) Modulare Eigenentwicklung	Bereitstellungsalternative 3 (BA3) Monolithische Fremdentwicklung
Verbrauchswerte Anwendung (nutzungsunabhängig)			
CPU	60.000	85.000	55.000
Speicherbedarf in GB	20,00	40,00	30,00
RAM Bedarf in GB	16,00	24,00	18,00
Verbrauchswerte Standardkunde (nutzungsabhängig)			
Verarbeiten eines Vertrages in tpmC (CPU)	7.000,00	8.500,00	9.500,00
Verarbeiten von drei Verträgen in tpmC (CPU)	21.000,00	25.500,00	28.500,00
Speicherbedarf in GB Durchschnitt	3,91	4,38	4,69
RAM Bedarf	1,00	1,50	1,20
Traffic pro Monat	3,91	4,38	4,69
Verbrauchswerte 30 Standardkunden (Marktstart)			
Verarbeiten eines Vertrages in tpmC (CPU)	210.000,00	255.000,00	285.000,00
Verarbeiten von drei Verträgen in tpmC (CPU)	630.000,00	765.000,00	855.000,00
Speicherbedarf in GB Durchschnitt	117,19	131,25	140,63
RAM Bedarf	30,00	45,00	36,00
Traffic pro Monat	117,19	131,25	140,63
Verbrauchswerte 39 Standardkunden (nach einem Jahr)			
Verarbeiten eines Vertrages in tpmC (CPU)	273.000,00	331.500,00	370.500,00
Verarbeiten von drei Verträgen in tpmC (CPU)	819.000,00	994.500,00	1.111.500,00
Speicherbedarf in GB Durchschnitt	152,34	170,63	182,81
RAM Bedarf	39,00	58,50	46,80
Traffic pro Monat	152,34	170,63	182,81

Verbrauchswerte 49 Standardkunden (nach zwei Jahren)			
Verarbeiten eines Vertrages in tpmC (CPU)	343.000,00	416.500,00	465.500,00
Verarbeiten von drei Verträgen in tpmC (CPU)	1.029.000,00	1.249.500,00	1.396.500,00
Speicherbedarf in GB Durchschnitt	191,41	214,38	229,69
RAM Bedarf	49,00	73,50	58,80
Traffic pro Monat	191,41	214,38	229,69
Verbrauchswerte 59 Standardkunden (nach drei Jahren)			
Verarbeiten eines Vertrages in tpmC (CPU)	413.000,00	501.500,00	560.500,00
Verarbeiten von drei Verträgen in tpmC (CPU)	1.239.000,00	1.504.500,00	1.681.500,00
Speicherbedarf in GB Durchschnitt	230,47	258,13	276,56
RAM Bedarf	59,00	88,50	70,80
Traffic pro Monat	230,47	258,13	276,56

Durch Aufsummierung der nutzungsunabhängigen Verbrauchswerte und der notwendigen nutzungsabhängigen Verbrauchswerte einer jeden Bereitstellungsalternative für die ersten 30 Kunden ergeben sich folgende gesamte Verbrauchswerte zum Marktstart der Vertragsverwaltung:

Tabelle 81: Verbrauchswerte zum Marktstart, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Normierte IT-Stückliste	Bereitstellungsalternative 1 (BA1) Monolithische Eigenentwicklung	Bereitstellungsalternative 2 (BA2) Modulare Eigenentwicklung	Bereitstellungsalternative 3 (BA3) Monolithische Fremdentwicklung
Summe der Verbrauchswerte zum Marktstart			
CPU in tpmC	690.000	850.000	910.000
Storage	46,00	69,00	54,00
RAM Bedarf Anwendung in GB	133,19	155,25	158,63
Traffic pro Monat	117,19	131,25	140,63

Wie aus den nun ermittelten Schätzwerten der Verbrauchswerte der verschiedenen Bereitstellungsalternativen ersichtlich, liegen bei der erforderlichen CPU-Leistung zwischen der sparsamsten (BA1) und der anspruchsvollsten Bereitstellungsalternative (BA3) knapp 32 Prozent Unterschied. Auch die weiteren ermittelten Verbrauchswerte differieren bis zu 50 Prozent.

Somit sind an dieser Stelle schon erste Unterschiede der Bereitstellungsalternativen in ihrem jeweiligen Verbrauchsverhalten erkennbar.

6.4.6 Stufe 3: Festlegung der Produktionsvarianten

Als Ziel in Stufe 3 sollen die Produktionsvarianten bestimmt werden, die in Stufe 4 mit ihren spezifischen Kosten hinterlegt werden. Eine Produktionsvariante stellt dabei eine technisch realisierbare Kombination aus Bereitstellungsalternativen, Produktionsplattformen und einer Produktionsarchitekturalternative dar. Um die Produktionsvarianten bilden zu können, wurde Stufe 3 in zwei Teilstufen unterteilt. In Teilstufe 3.1 werden mögliche Produktionsarchitekturalternativen gebildet, die wiederum in der zweiten Teilstufe 3.2 mit den aus der Realisierungsmatrix gebildeten möglichen Kombinationen aus Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen die Produktionsvarianten bilden.

Ein weiteres Ziel dieser zweiten Teilstufe stellt damit die Konkretisierung und somit auch die Möglichkeit einer weiteren Komplexitätsreduzierung der Kombinationsvielfalt aller Realisierungsvarianten einer SaaS-Bereitstellung für die weitere Betrachtung zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen dar.

Teilstufe 3.1: Bestimmung der Produktionsarchitekturalternativen

Ziel: Durch Bildung von Produktionsarchitekturalternativen mögliche Architekturen des Produktionssystems festlegen und beschreiben.

Anpassungsbedarf:

Wie in 6.3 erwähnt, wird diese Teilstufe in Stufe 3 neu eingeführt, um die notwendigen Produktionsarchitekturalternativen aufzustellen, die benötigt werden, um in Teilstufe 3.2 die möglichen Produktionsvarianten bilden zu können. Produktionsarchitekturalternativen stellen dabei

mögliche Infrastrukturkonzepte des späteren Produktionssystems dar und bilden in der nachfolgenden Teilstufe zusammen mit den möglichen Bereitstellungsalternativen und den Produktionsplattformen die Produktionsvarianten, die in Stufe 4 kostenseitig erfasst werden.

Produktionsarchitekturalternativen beschreiben ein mögliches Produktionssystem infrastrukturell in dessen Aufbau und Zusammenstellung der Teilkomponenten. Dabei sind noch keine genaueren Angaben zu deren notwendigen Kapazitäten, wie z.B. CPU-Leistung, Arbeitsspeicherausstattung oder Speicherbedarf notwendig. Dies hat den Hintergrund, dass die genauen Leistungsausprägungen des Produktionssystems abhängig von den betrachteten Bereitstellungsalternativen und den in Stufe 2 hierzu ermittelten Verbrauchswerten sind. Erst nach Bildung der Produktionsvarianten in Teilstufe 3.2 sind alle realisierbaren Kombinationen aus Bereitstellungsalternativen, Produktionsplattformen und Produktionsarchitekturalternativen bekannt, die mögliche Produktionssysteme darstellen, um diese kapazitätsseitig unter Einbeziehung der Verbrauchswerte beschreiben zu können. Da diese wiederum unter Berücksichtigung der jeweiligen Kostenmodelle der Produktionsplattformen (IaaS-Anbieter) zu unterschiedlichen Produktionskosten führen, wird daher die Leistungsausprägung des Produktionssystems erst in Stufe 4.1 bei der genauen Ermittlung der Infrastrukturkosten berücksichtigt.

Jede Produktionsarchitekturalternative beschreibt einen möglichen Aufbau eines Produktionssystems. Jede Variantenausprägung stellt dabei eine eigene Produktionsarchitekturalternative dar, die es zu beschreiben gilt. Um den weiteren Aufwand des gesamten Verfahrens zur Bildung der integrierten IT-Kostentabellen handhabbar zu gestalten, ist es an dieser Stelle von Vorteil, nur gängige Architekturkonzepte zu berücksichtigen, die den vorhandenen Möglichkeiten des jeweiligen IT-Betriebs sowie den zu erwartenden zukünftigen Anforderungen des IT-LE gerecht werden können.

Weiterhin gilt es an dieser Stelle nicht nur die notwendigen Produktionssysteme in den Produktionsarchitekturalternativen zu betrachten, sondern auch mögliche QS-Systeme (Qualitätssicherungssysteme) oder Staging-Systeme (Systeme einer Test- und Entwicklungsumgebung), in Abhängigkeit der geplanten Deployment-Strategie, der später zu betreibenden Bereitstellungsalternativen, zu berücksichtigen.

Methoden zur Alternativenfindung:

Anders als bei der Entwicklung von Softwaresystemen gibt es in der wissenschaftlichen Literatur wenig Untersuchungen und daraus resultierende Methoden, die sich mit der Erstellung von Produktionsarchitekturen auf Infrastrukturebene befassen.

Besser sieht die Situation auf Seiten der Hardwarehersteller sowie Branchenvereinigungen oder öffentlichen Behörden wie dem BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) aus. Hersteller von Infrastrukturkomponenten wie Server, Speichersystemen oder Netzwerktechnik stellen mitunter umfangreiche Dokumentationen, teils kostenlos bereit, um ihre Produkte einzurichten und zu betreiben. Behörden wie das BSI haben in der Vergangenheit umfangreiche Sammlungen von Empfehlungen und „*Best Practices*“, wie den „*BSI Grundschutzkatalog*“ bzw. die modernisierte Form des „*Grundschutz-Kompendiums*“ [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI b] herausgebracht. Spezialisierte IT-Unternehmen wie z.B. IT-Systemhäuser befassen sich teilweise herstellergebunden oder auch ungebunden mit dem professionellen Aufbau und Betrieb komplexer IT-Infrastrukturen und halten entsprechende Experten für diese Dienstleistungen oder Beratungsleistungen vor. Größere IaaS-Anbieter, wie die unter 2.8 genannten, veröffentlichen für ihre Produkte und Dienstleistungen ebenso entsprechende Handlungs- und Best Practice-Empfehlungen oder bieten entsprechende Beratungsdienstleistungen teils kostenpflichtig an.

Sollten bei der Erstellung der Produktionsarchitekturalternativen an dieser Stelle eigene Erfahrungswerte fehlen, könnten einige dieser genannten Möglichkeiten herangezogen werden.

Darstellungsform der Produktionsarchitekturalternativen:

Um die Produktionsarchitekturalternativen aussagekräftig zu beschreiben, müssen diese mit ihren Komponenten und Schnittstellen im Kontext des zu betreibenden Gesamtsystems dargestellt werden. Dabei sollten die Komponenten mit ihren jeweiligen Abhängigkeitsbeziehungen, ihrer Bedeutung und Zuordnung, ihrer Funktion sowie ihrer Bereitstellungsart (IaaS oder Eigenproduktion physisch oder virtualisiert) in Bezug auf das Gesamtsystem eingeordnet werden. Bei der Beschreibung der Produktionsarchitekturalternativen gilt es damit die Frage zu beantworten: „*Wie kann ein mögliches Produktionssystem infrastrukturell aufgebaut sein?*“.

Zur Darstellung komplexer Soft- und Hardwaresysteme hat sich seit 1997 die *Unified Modelling Language*, kurz UML, als visuelle Modellierungssprache zum Standarddarstellungswerkzeug entwickelt [Czuchra 2010, S. IX] und kann an dieser Stelle für die Darstellung der Produktionsarchitekturalternativen, als Alternative zu einem klassischen Netzwerkplan, verwendet werden. Die grafische Darstellung mittels UML hat den Vorteil, dass sie dem Betrachter

einen schnellen Überblick von miteinander in Beziehung stehenden Systemteilen ermöglicht [Rumpe 2011, S. 5].

Ergänzend zur grafischen Darstellungsform sollten die wichtigsten Eigenschaften der Produktionsarchitekturalternativen und ihrer Komponenten schriftlich ergänzt werden, um den Informationsgehalt der grafischen Darstellungsform zu erweitern. Diese Ergänzungen liefern beispielsweise Informationen zu:

- *der jeweiligen Bereitstellungsform (Eigenproduktion, Fremdbezug)*
- *Datenbanksystemen*
- *Netzwerksegmentierung*

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Für die erste von zwei Teilstufen der Stufe 3, mit dem Ziel der Bildung der Produktionsvarianten, definiert und beschreibt der IT-LE zwei mögliche Konzepte für den infrastrukturellen Aufbau eines Produktionssystems und legt somit mögliche Produktionsarchitekturalternativen fest. Der IT-LE hat sich hierbei aufgrund der vorgesehenen kleinen Produktionsarchitekturalternativen für eine vereinfachte Darstellungsform eines klassischen Netzwerkschemas entschieden.

Erste Produktionsarchitekturalternative (PAA1) (monolithisch)

Beschreibung:
Monolithische Systemarchitektur, bestehend aus einem virtuellen Server (VM) mit Betriebssystem, Datenbank und der Anwendung der Vertragsverwaltung. Für den Netzwerkabschluss wird eine Firewall verwendet.

Komponenten:

- Internetzugang: Symmetrische Anbindung und öffentliche IP via IaaS-Anbieter
- Firewall: Abschluss lokales Netzwerk mittels NAT und IPS, verwaltet durch IT-LE
- Server: proprietäres Server-Betriebssystem zur Speicherung und Ausführung der Vertragsverwaltung, Datenbanksystem, Nutzerverwaltung, verwaltet durch IT-LE
- Backup via IaaS-Anbieter als genutzter Service

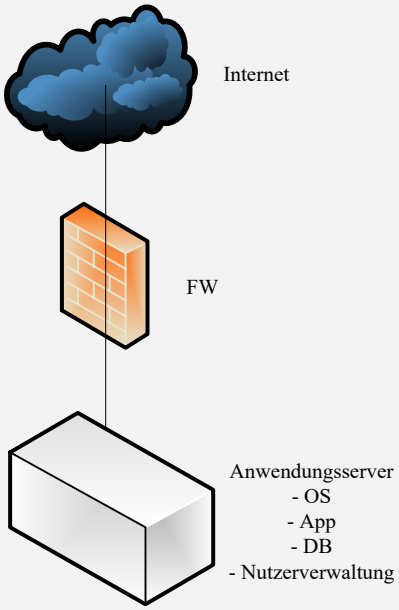


Abbildung 41: PAA1 (monolithisch), Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Zweite Produktionsarchitekturalternative (PAA2) (modular)

Beschreibung:

Modularisierte Systemarchitektur mittels Container-Virtualisierung zur Bereitstellung der Vertragsverwaltung, Datenbank, Nutzerverwaltung hinter einer demilitarisierten Zone (DMZ) als Netzabschluss.

Komponenten:

- Internetzugang: Symmetrische Anbindung und öffentliche IP via IaaS-Anbieter
- Firewalls mit DMZ zum Abschluss des lokalen Netzwerkes mittels NAT und IPS
- Load Balancer zur Verteilung der Nutzerlast auf die Container
- Server 1: virtueller Server zur Container-Virtualisierung, Open Source Betriebssystem, Ausführung von Microservices der Vertragsverwaltung, Nutzerverwaltung, verwaltet durch IT-LE
- Server 2: virtueller Server als Datenbank-Host: entsprechendes DBMS als Instanz, verwaltet durch IT-LE
- Backup via IaaS-Anbieter als genutzter Service

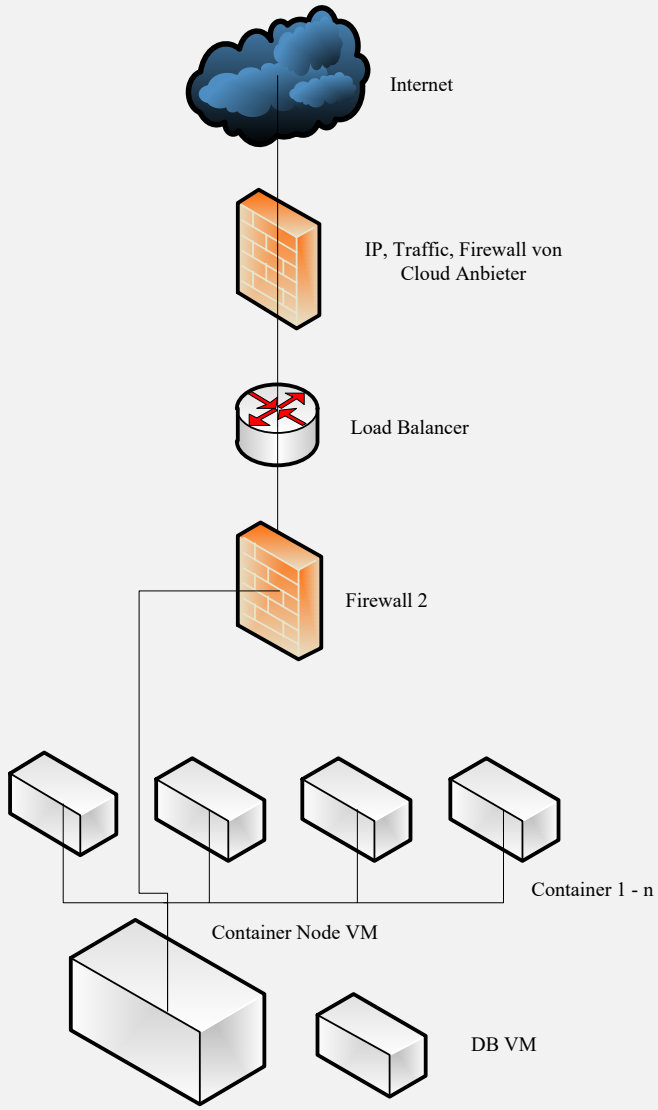


Abbildung 42: PAA2 (modularisiert), Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Teilstufe 3.2: Ermittlung der Produktionsvarianten

Ziel: Ermittlung der Produktionsvarianten, deren Kosteninformationen im weiteren Verlauf mittels der integrierten IT-Kostentabellen betrachtet werden sollen. Sowie mögliche Reduzierung der weiteren Betrachtungen durch Bildung dieser Produktionsvarianten.

Anpassungsbedarf:

Wie unter 6.3 aufgeführt, wird in dieser Teilstufe der Begriff der „*Produktionsvariante*“ in das Konzept der integrierten IT-Kostentabellen neu aufgenommen. Produktionsvarianten sind technisch realisierbare Kombinationen aus den Bereitstellungsalternativen und den in Teilschritt 3.1 gebildeten Produktionsarchitekturalternativen auf einer Produktionsplattform. Dieser Teilschritt gibt gegebenenfalls zusätzlich die Möglichkeit für eine Reduzierung der weiterhin zu betrachtenden Kombinationen der Realisierungsmatrix und somit der Komplexität des restlichen Verfahrens.

Zur Bildung der Produktionsvarianten werden die Bereitstellungsalternativen, die Produktionsarchitekturalternativen und die Produktionsplattformen auf ihre technische Kompatibilität hin geprüft. Eine Produktionsvariante entsteht dann, wenn eine bestimmte Bereitstellungsalternative mit einer bestimmten Produktionsarchitekturalternative auf einer bestimmten Produktionsplattform technisch realisiert werden kann.

Dabei werden die in der Realisierungsmatrix weiterhin betrachteten Kombinationen aus Bereitstellungsalternativen und Produktionsalternativen verwendet (vgl. 6.4.3).

$$(\text{Kombination der Realisierungsmatrix}) + PAA(n) = PV(n)$$

bzw.

$$BA(n) + PA(n) + PAA(n) = PV(n)$$

Die Cluster der weiterhin betrachteten Kombinationen der Realisierungsmatrix werden dazu mit der Anzahl an Produktionsarchitekturalternativen erweitert. Die entstandenen neuen Cluster werden mit PV1 bis PV(n) gekennzeichnet.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE erweitert die zuvor erstellte Realisierungsmatrix um die Anzahl der möglichen Produktionsarchitekturalternativen aus dem vorherigen Teilschritt und weist den neu entstandenen Clustern die Bezeichnung PV1 bis PV10 zu. Die nach der Aufstellung der Realisierungsmatrix möglichen Kombinationen werden daraufhin auf ihre Kompatibilität mit den Produktionsarchitekturalternativen überprüft. Der IT-LE kennzeichnet die technisch realisierbaren Produktionsvarianten in der erweiterten Realisierungsmatrix. Diese können nun in Stufe 4 mit ihren Kosteninformationen hinterlegt werden.

Tabelle 82 stellt die mit den Produktionsvarianten erweiterte Realisierungsmatrix dar:

Tabelle 82: Bildung der Produktionsvarianten, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

BA / Gestaltungsparameter	Bereitstellungs-alternative 1 (BA1)		Bereitstellungs-alternative 2 (BA2)		Bereitstellungs-alternative 3 (BA3)	
Produktions-architekturalternativen	PAA1	PAA2	PAA1	PAA2	PAA1	PAA2
Produktions-plattform 1 (PP1)	PV1	PV2	PV3	PV4	PV5	PV6
Produktions-plattform 2 (PP2)	PV7	PV8	PV9	PV10		

Die dunkelgrauen Cluster stellen die technisch realisierbaren Produktionsvarianten dar.

Nachfolgende Tabelle 83 stellt diese Produktionsvarianten nochmals zusammengefasst dar:

Tabelle 83: Ermittelte Produktionsvarianten, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV1	PAA1 (monolithisch) und PP1 (IaaS-Anbieter 1) und BA1 (monolithisch)
PV4	PAA2 (Modular) und PP1 (IaaS-Anbieter 1) und BA2 (Modular)
PV5	PAA1(monolithisch) und PP1 (IaaS-Anbieter 1) und BA3 (monolithisch)
PV7	PAA1(monolithisch) und PP2 (IaaS-Anbieter 2) und BA1 (monolithisch)
PV10	PAA2(modular) und PP2 (IaaS-Anbieter 2) und BA2 (Modular)

6.4.7 Stufe 4: Ermittlung der Kosten der Produktionsvarianten

Ziel: Nachdem am Ende der Stufe 3 die möglichen Produktionsvarianten feststehen, besteht das Ziel in Stufe 4 darin, diese Produktionsvarianten mit ihren jeweiligen Kosteninformationen zu hinterlegen. Diese Kosten beziehen sich dabei auf die Kosten der Produktion dieser Produktionsvarianten. Als Ergebnis dieser Stufe liegt die Produktionskostentabelle aller Produktionsvarianten vor.

Um dieses Ziel methodisch zu erreichen, ist auch diese Stufe in Teilstufen strukturiert. In Teilstufe 4.1 werden, unter Berücksichtigung der Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen, die Infrastrukturkosten anhand der Preismodelle der Produktionsplattformen ermittelt.

In Teilstufe 4.2 werden die Kosten des Betriebes der Produktionsvarianten erfasst. Diese Teilstufe bietet die Möglichkeit, verschiedene Betriebskonzepte der späteren Produktion wie z.B. „24x7 technische Betreuung“, „8-18 Uhr Endkundensupport“ in die Betrachtung der Produktionskosten mit aufzunehmen.

In Teilstufe 4.3 wird die Produktionskostentabelle auf Grundlage der Tabelle der Produktionsvarianten aus Teilstufe 3.2 erstellt und um die Kosteninformationen aus den Teilstufen 4.1 und 4.2 ergänzt. Diese Tabelle stellt nun die Produktionskostentabelle der Produktionsvarianten dar, die in Stufe 5 zur integrierten IT-Kostentabelle unter Berücksichtigung der Kosten zur Erstellung der Bereitstellungsalternativen erweitert wird.

Betrachtungszeitraum und Darstellungsvariante der IT-Kostentabellen

Für die Berechnung der Produktionskosten von SaaS-Produkten mittels der integrierten IT-Kostentabellen ist es wichtig, sich im Vorfeld auf die entsprechende Darstellungsvariante und den Betrachtungszeitraum festzulegen. Die Darstellungsvariante definiert dabei im SaaS-Abrechnungsmodell die jeweils vom Kunden zu bezahlende Bezugsgröße des SaaS-Angebotes

wie z.B. User, Speicherverbrauch, Transaktionen. Der Betrachtungszeitraum ist in diesem Fall die zeitliche Bezugsgröße für die Inanspruchnahme des SaaS-Dienstes wie z.B. pro Monat, pro Stunde.

Die Umfrage (vgl. 5.5) zeigt auf, dass 76% der Teilnehmer ihre SaaS-Produkte monatlich und 52% nach *User* als Bezugsgröße für ihre Produkte den Kunden gegenüber abrechnen. Dies legt den Fokus der weiteren Betrachtung in dieser Stufe auf diese zwei Abrechnungsparameter.

Teilstufe 4.1: Ermittlung der Infrastrukturkosten pro Produktionsvariante

Ziel: Ermittlung der Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten

Anpassungsbedarf:

Wie in 6.3 gezeigt, wird diese Teilstufe in Stufe 4 neu eingeführt. Da sich die Produktionskosten der Produktionsvarianten auch aus Kosten für die genutzte Infrastruktur zusammensetzen, müssen diese Infrastrukturkosten mittels dieser Teilstufe ermittelt werden.

In Teilstufe 3.2 wurden die Produktionsvarianten gebildet. Diese setzen sich aus jeweils einer spezifischen Bereitstellungsalternative, einer Produktionsalternative bzw. Produktionsplattform und einer Produktionsarchitekturalternative zusammen. Mit den unter Stufe 2 ermittelten Verbrauchswerten der Bereitstellungsalternativen ist es nun möglich, die jeweiligen Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten zu ermitteln.

Die jeweilige Produktionsarchitekturalternative wird anhand der Verbrauchswerte der Bereitstellungalternativen, auf Grundlage der prognostizierten Kundenanzahl in ihren Komponenten dimensioniert, um unter anderem den jeweiligen eventuell vorhandenen Service Level Agreements zu entsprechen. Somit stehen die nötigen Kapazitäten für die Produktion der SaaS-Anwendungen zum Marktstart fest. Dabei werden auch eventuell benötigte Entwicklungssysteme (z.B. Staging-, QS-Systeme), sofern die Bereitstellungsalternativen dies fordern, berücksichtigt.

IaaS-Anbieter (vgl. 2.7) legen teilweise unterschiedliche Parameter fest, anhand diese die Infrastrukturkosten ihrer IaaS-Angebote abrechnen bzw. bepreisen. Da eine spezifische Produktionsvariante auch eine spezifische Produktionsplattform beinhaltet, die wiederum einem IaaS-

Anbieter zugeordnet ist, besteht an dieser Stelle die Möglichkeit, diese anbieterspezifischen Preis- bzw. Abrechnungsparameter zu berücksichtigen. Das Kapazitätsmanagement und die Planung der Kapazitäten der Produktionsarchitekturalternativen dient der Einhaltung der SLAs und stellt sicher, dass diese SLAs des angebotenen Dienstes kosteneffizient im Hinblick auf die eingesetzten Ressourcen sind und jederzeit eingehalten werden. Dabei berücksichtigt es alle Ressourcen, die für die Erbringung des Dienstes notwendig sind. Die Produktionsarchitekturalternativen sind hierfür hinsichtlich der ermittelten Verbrauchswerte und des zu erwartenden Nutzungsaufkommens sowie geplanter Leistungsreserven zu dimensionieren. Der Einsatz moderner Softwarearchitekturen in der Softwareentwicklung wie beispielsweise die Container-Technologie in Verbindung mit lose gekoppelten Microservices (vgl. 2.9.7) erlauben es, dass Systeme mit der Nutzungslast horizontal skalieren können.

Der Kapazitätsplanung kommt beim Cloud-Konzept eine große Bedeutung zu, da in der Regel die genutzten Ressourcen nach dem „Pay-per-use“ Prinzip abgerechnet werden. Dabei ist die Prognose der zukünftig benötigten Ressourcen unter anderem abhängig von den Verbrauchswerten der Bereitstellungsalternativen, der Nutzungsintensität, dem Kundenwachstum, deren Softwarearchitektur und den damit gegebenen Voraussetzungen wie die Produktionsarchitekturalternativen zur Laufzeit der Bereitstellungsalternativen an die jeweilige Lastsituation angepasst werden können. Die Provisionierungszeit für weitere Ressourcen hat dabei Einfluss auf die Größe der einzuplanenden Reserven. Tabelle 84 stellt auszugsweise die Einflussgrößen auf die Kapazitäten der Produktionsarchitekturalternativen dar:

Tabelle 84: Einflussgrößen auf die Ressourcenplanung der PAA

- Art der Bereitstellungsalternative
- Art der Produktionsplattform
- Art der Produktionsarchitekturalternative
- Kundenanzahl zum Produktionsstart
- Größe des Standardkunden
- Prognosen zur Kundenentwicklung
- Kundenunabhängige Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen
- Kundenabhängige Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen
- Provisionierungszeit für zusätzliche Ressourcen

Das unter 3.2.2 vorgestellte ITIL Framework in der Version 3 bietet sich mit dem *Capacity Management* im Bereich *Service Design* Prozessdefinitionen an, um ein wirksames Kapazitätsmanagement zu implementieren. Bei Vorhandensein des darin beschriebenen *Capacity Management Information System* (CMIS) sollten beim IT-LE die notwendigen Informationen vorliegen, um die Kapazitätsplanung vorhandener und zukünftiger IT-Services zu unterstützen.

Um nun für die in Stufe 3.2 ermittelten möglichen Produktionsvarianten die zu erwartenden Infrastrukturkosten zu bestimmen, werden der Bedarf an Infrastrukturkomponenten und deren Provisionierungsgrößen festgelegt. Wie beschrieben, sind die Provisionierungsgrößen unter anderem abhängig von den zu erwartenden Verbrauchsmengen der jeweils der Produktionsvariante zugeordneten Bereitstellungsalternative in Abhängigkeit der prognostizierten Kundenanzahl (vgl. 6.4.5). Darüber hinaus sind etwaige zusätzlich notwendige Cloud-Services der jeweiligen Produktionsarchitekturalternative bzw. Produktionsplattformen in die Betrachtung der Infrastrukturkosten mit einzubeziehen.

Beispiele für zusätzliche Cloud-Services:

- *Container Repositories*
- *zentrale Nutzerverwaltung*
- *Backupdienste*
- *Monitoring*
- *Datenbanken*

Sobald die notwendigen Kapazitäten und eventuelle zusätzliche Services der Produktionsvarianten für ihre jeweilige Produktionsarchitekturalternative ermittelt sind, können diese mit den Preislisten der jeweiligen zugeordneten Produktionsplattformen bzw. IaaS-Anbieter mit Kosteninformationen hinterlegt werden. Die unter 2.8 genannten Anbieter bieten hierzu Kalkulationsverfahren und sogenannte Preisrechner für ihre Services an, um diese Informationen ermitteln zu können.

Exkurs: Vorkonfigurierte vs. frei konfigurierbare VM Instanzen

Die Anbieter von IaaS-Diensten (vgl. 2.8) bieten für die Provisionierung von VM-Instanzen zwei unterschiedliche Typen an. Diese sind vorkonfigurierte Instanzen (zum Beispiel der genannte Anbieter unter 2.8.2) unterschiedlicher Größe sowie frei konfigurierbare Instanzen (zum Beispiel der genannte Anbieter unter 2.8.5). Vorkonfigurierte Instanzen besitzen eine fest definierte Kombination aus CPU-Kernen und Arbeitsspeicher. Auch weitere Vorgaben wie Festplattenspeicher sind möglich. Wenn der Leistungsbedarf des Kunden zwischen zwei vorkonfigurierten Instanz-Typen liegt, hat dies den Nachteil, dass der Kunde zwangsläufig den jeweils größeren Instanz-Typ wählen muss. Dies widerspricht dem Grundgedanken des Cloud Computing, da der Kunde so für Leistungen bezahlen muss, die gar nicht benötigt werden [Pröhl 2016, S. 1].

Im Gegensatz dazu bieten frei konfigurierbare Instanzen die Möglichkeit, diese genau dem tatsächlichen Leistungsbedarf durch eine passende Kombination aus CPU-Kernen und Arbeitsspeicherausstattung sowie gegebenenfalls weiteren Parametern anzupassen. Abbildung 43 verdeutlicht den Unterschied zwischen vorkonfigurierten und frei konfigurierbaren Instanzen hinsichtlich des Preises pro Stunde und Anzahl der CPU-Kerne beispielhaft.

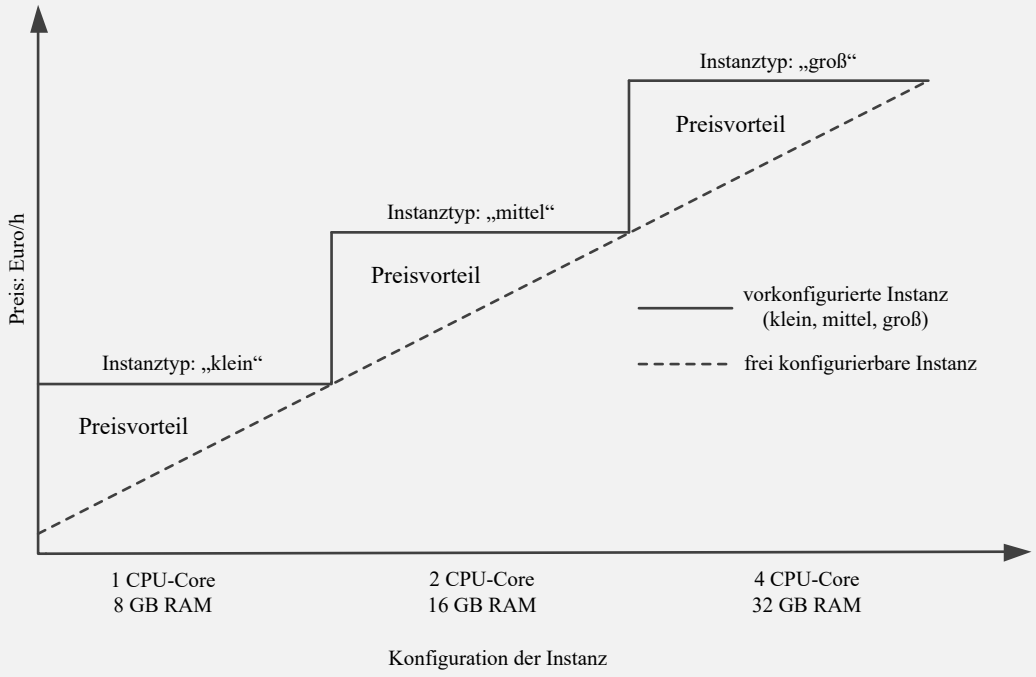


Abbildung 43: Vorkonfigurierte Instanzen vs. frei konfigurierbare Instanzen

In Anlehnung an Quelle: [Pröhl 2016, S. 2]

Für weitere Informationen zum Vergleich von vorkonfigurierten und frei konfigurierten VM-Instanz-Typen einiger, der in Abschnitt 2.8 genannten Anbieter sei auf die entsprechende Studie „*Preisvorteile durch frei konfigurierbare Instanzen im Rahmen des Cloud Computing*“ [Pröhl 2016] verwiesen. Unter anderem werden in dieser Studie Preisvorteile für frei konfigurierbare Instanzen von bis zu 34% erkannt [Pröhl 2016, S. 8].

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Unter der Berücksichtigung der prognostizierten Kundenanzahl von 30 Kunden zum Startzeitpunkt der Cloud-Variante der Vertragsverwaltung hat der IT-LE die Produktionsvarianten mit ihren spezifischen Produktionsarchitekturalternativen anhand der ermittelten Verbrauchswerte der jeweiligen Bereitstellungsalternativen dimensioniert und mit den Preisinformationen der jeweiligen Produktionsplattform (IaaS-Anbieter) mit Kosteninformationen hinterlegt. Es liegen nun alle Infrastrukturkosten für die weiterhin betrachteten Produktionsvarianten vor.

Folgende Produktionsvarianten aus Stufe 3 wurden vom IT-LE berücksichtigt und deren Produktionsarchitekturalternativen anhand der ermittelten Verbrauchswerte dimensioniert.:

Tabelle 85: Ermittelte Produktionsvarianten aus Stufe 3, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV1	PAA1 (monolithisch) und PP1 (IaaS-Anbieter 1) und BA1 (monolithisch)
PV4	PAA2 (Modular) und PP1 (IaaS-Anbieter 1) und BA2 (Modular)
PV5	PAA1(monolithisch) und PP1 (IaaS-Anbieter 1) und BA3 (monolithisch)
PV7	PAA1(monolithisch) und PP2 (IaaS-Anbieter 2) und BA1 (monolithisch)
PV10	PAA2(modular) und PP2 (IaaS-Anbieter 2) und BA2 (Modular)

Die nachfolgenden Tabellen stellen die jeweiligen Infrastrukturkosten pro Monat der jeweiligen Produktionsvariante dar. Die berechneten Mengenbedarfe für Festplattenspeicher (HDD) und Arbeitsspeicher (RAM) wurden für die Berechnung der Kosten auf volle Zehner aufgerundet.

Tabelle 86: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 1, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV1			
Komponente		**Menge**	**Gerundet**
Server 1	CPU	Intel 4 Core	Intel 4 Core
	RAM	46GB	50GB
	HDD	137,19GB	140GB
	OS Windows	1x	1x
Traffic		117,19GB	120GB
Backup		411,56GB	420GB
IP		1x	1x
Kosten pro Monat:			
677,90 €			

Produktionsvariante 1, bestehend aus einem Server und zusätzlichen Services wie Backup, ausgehendem Traffic und fester IP-Adresse verursacht Kosten in Höhe von 677,90€ pro Monat. Der Traffic bezieht sich dabei auf den Wert der gespeicherten Nutzerdaten. Der benötigte Backupspeicher wurde aufgrund der geplanten Anzahl an Datensicherungen vom IT-LE jeweils für alle Produktionsarchitekturalternativen mit der dreifachen Menge der Nutzerdaten geschätzt.

Tabelle 87: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 4, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV4			
Komponente		**Menge**	**Gerundet**
Server 1	CPU	Intel 6 Core	Intel 6 Core
	RAM	69GB	80GB
	HDD	271,25GB	280GB
	OS Linux	1x	
Server 2	CPU	Intel 4 Core	Intel 4 Core
	RAM	16GB	16GB
	HDD	80GB	80GB
	OS Linux	1x	1x
Traffic		131,25GB	140GB
Backup		813,75GB	840GB
IP		1x	1x
Nutzermanagement		1x	1x
Kosten pro Monat:			
960,44 €			

Produktionsvariante 4, bestehend aus der modularen Produktionsarchitekturalternative 2, setzt sich aus zwei Servern (ein Server für Container-Virtualisierung und ein Datenbankserver), sowie ebenfalls zusätzlichen Dienstleistungen der Produktionsplattform1 (IaaS-Anbieter) für Traffic, Backup, IP-Adresse und Nutzermanagement zusammen. Die monatlichen Kosten betragen 960,44€.

Tabelle 88: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 5, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV5			
Komponente		**Menge**	**Gerundet**
Server 1	CPU	Intel 6 Core	Intel 6 Core
	RAM	69GB	80,00GB
	HDD	170,63GB	180,00GB
	OS Windows	1x	1x
Traffic		140,63GB	150GB
Backup		511,88GB	540GB
IP		1x	1x
Nutzermanagement		1x	1x
Kosten pro Monat:			
905,90 €			

Für Produktionsvariante 5, bestehend aus Bereitstellungsvariante 3 (Fremdbezug einer Software), Produktionsplattform 1 mit monolithischer Produktionsarchitekturalternative 1 wurden die monatlichen Kosten mit 905,90€ ermittelt.

Tabelle 89: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 7, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV7			
Komponente		**Menge**	**Gerundet**
Server 1	CPU	Intel 4 Core	Intel 4 Core
	RAM	46GB	50GB
	HDD	137,19GB	140GB
	OS Windows	1x	1x
Traffic		117,19GB	120GB
Backup		411,56GB	420GB
IP		1x	1x
SQL-Server		1x	1x
Kosten pro Monat:			
3.222,23 €			

Die monatlichen Kosten bei Produktionsvariante 7 betragen 3.222,23€. Der hohe Preis im Vergleich zu den vorherigen Produktionsvarianten erklärt sich unter anderem dadurch, dass die Produktionsplattform 2 keine frei konfigurierbaren VM Instanzen anbietet (vgl. Exkurs in diesem Abschnitt). Der IT-LE hat hierzu einen, entsprechend den Dimensionierungen der Produktionsarchitekturalternative, passenden Instanztypen gewählt, der leistungsmäßig über dem eigentlichen Bedarf an CPU-Leistung und Arbeitsspeicher liegt. Weiterhin wurde ein SQL-Datenbank-Dienst hinzugebucht. Traffic, Backup und IP-Adresse sind weitere Dienste, die in dieser Produktionsvariante von der Produktionsplattform bezogen werden.

Tabelle 90: Infrastrukturkosten Produktionsvariante 10, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV10			
Komponente		**Menge**	**Gerundet**
Server 1	CPU	Intel 8 Core	Intel 8 Core
	RAM	69GB	80GB
	HDD	271,25GB	280GB
	OS Linux	1x	1x
Server 2	CPU	Intel 4 Core	Intel 4 Core
	RAM	16GB	16GB
	HDD	80GB	80GB
	OS Linux	1x	1x
Traffic		131,25GB	140GB
Backup		813,75GB	840GB
IP		1x	1x
Nutzermanagement		1x	1x
Kosten pro Monat:			
1.450,90 €			

Bei Produktionsvariante 10 betragen die monatlichen Kosten 1.450,90€. Auch hier wird die Produktionsplattform 2 verwendet, die keine frei konfigurierbaren VM Instanzen anbietet. Auch sind die vier Dienstleistungen Traffic, Backup, IP-Adresse und Nutzermanagement zusätzlich zu den zwei Servern der modularen Produktionsarchitekturalternative enthalten.

Nun stehen für alle gebildeten Produktionsvarianten die Infrastrukturkosten für den Marktstart der Vertragsverwaltung mit den erwarteten 30 Erstkunden fest:

Tabelle 91: Infrastrukturkosten der Produktionsvarianten, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

PV1	677,90 €
PV4	960,44 €
PV5	905,90 €
PV7	3.222,23 €
PV10	1.450,90 €

Schon an dieser Stelle ist ersichtlich, wie sehr die einzelnen Kosten der Produktionsvarianten voneinander abweichen. Hauptgründe sind an dieser Stelle größere Preisunterschiede für IaaS-Dienste der betrachteten Produktionsplattformen und der Umstand, dass die Produktionsplattform 1 frei konfigurierbare VM Instanzen bietet, mit denen der genaue Ressorcenbedarf abgebildet werden kann, wohingegen bei Produktionsplattform 2 aufgrund von vorkonfigurierten Instanztypen eine leichte Überprovisionierung der jeweiligen Produktionsarchitekturalternative in Kauf genommen werden muss.

Teilstufe 4.2 Ermittlung der Produktionskosten pro Produktionsvariante

Ziel: Ermittlung der Produktionskosten der Produktionsvarianten

Anpassungsbedarf:

Mit diesem Schritt werden für jede der zu betrachtenden Produktionsvarianten die Kosten für deren Betrieb als Teil der Produktionskosten ermittelt und dargestellt. Dabei werden die Kosten für die zuvor festgelegten Betrachtungszeiträume wie z.B. *User pro Monat* angegeben. Durch diesen Schritt besteht auch die Möglichkeit, verschiedene Betriebs- und Servicemodelle für den Betrieb der Produktionsvarianten zu definieren und abzubilden, um diese kostenseitig auf ihren Einfluss auf die Herstellungskosten miteinander vergleichen zu können. Dies können beispielsweise unterschiedliche Supportmodelle wie „*24 Stunden an sieben Tage die Woche*“ oder „*8-18 Uhr werktags*“ technische Unterstützung des Cloud-Services sein.

Für den Betrieb von SaaS-Cloud-Diensten sind zur Gewährleistung der SLAs gegenüber dem Kunden Tätigkeiten notwendig, deren Kosten ermittelt bzw. erfasst werden müssen, um diese im Nutzungspreis des SaaS-Dienstes zu berücksichtigen. Kosten für den Betrieb von SaaS-Anwendungen entstehen dabei durch verschiedene Unterstützungsleistungen wie z.B. technisches

Personal für den Betrieb der Systeme und Aufwände für Endkunden-Support (z.B. Personalkosten, Aus- und Weiterbildung, Reisekosten) sowie die dazugehörigen lokalen Infrastrukturen des Anbieters (z.B. EDV-Ausstattung, Software, Hardware oder auch Gebäudekosten).

Für die Schätzung der Kosten für eine technische Betreuung eines SaaS-Produktionssystems und weiterer Querschnittsfunktionen, wie Endkunden-Support, kann idealerweise auf ein vorhandenes internes Verrechnungswesen und entsprechende vorhandene Kostenstellen zurückgegriffen werden. Aus den darin enthaltenen Informationen können die Kosten für entsprechend neu aufzustellende, wie oben erwähnte Querschnittsfunktionen für den SaaS-Betrieb abgeleitet werden. Hierbei eröffnet dieser Schritt die Möglichkeit, verschiedene Betriebsmodelle für den späteren Produktionsbetrieb in die Betrachtung einfließen zu lassen, um ihren jeweiligen Einfluss auf die gesamten Bereitstellungskosten eines SaaS-Angebotes darzustellen.

Für die Kostenstellenplanung und Schätzung von Kosten kann auf alle Methoden aus Abschnitt 3.6 zurückgegriffen werden.

Dabei ist bei der Erfassung und Schätzung der Kostenstellen für den Produktionsbetrieb darauf zu achten, dass sämtliche Kosten hierzu in dieser Stufe beachtet werden, die für den Betrieb der SaaS-Anwendung entstehen (inklusive der Infrastrukturkosten aus Teilstufe 4.1).

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE stellt auf Grundlage des internen Verrechnungswesens eine Schätzung der monatlichen Kosten zu den benötigten Organisationsfunktionen „*SaaS-Betrieb*“ und „*Endkunden-Support*“ auf. Dafür möchte der IT-LE die zwei Betriebsformen „24x7“ und „werktags 8-18 Uhr“ für beide Organisationsfunktionen in die Betrachtung der Produktions- sowie der gesamten Herstellungskosten mit einfließen lassen, um diese miteinander kostenseitig vergleichen zu können.

Die Kostenaufstellung für den Endkunden-Support einer Betriebsform wie z.B., „24x7“ sind für jede Produktionsvariante identisch. Der IT-LE hat somit zwei Kostenschätzungen für den Endkunden-Support erstellt:

Tabelle 92: Kostenstellen Endkunden-Support, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Kostenstelle "Endkunden-Support" 24x7	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	21.000,00 €
LIZENZEN/EDV	200,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	800,00 €
Materialkosten	1.000,00 €
Summe Primärkosten	22.000,00 €
MIETE IMMOBILIEN	7.000,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	7.100,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**29.100,00 €**

Kostenstelle "Endkunden-Support" werktags 8-18Uhr	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	8.400,00 €
LIZENZEN/EDV	200,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	800,00 €
Materialkosten	1.000,00 €
Summe Primärkosten	9.400,00 €
MIETE IMMOBILIEN	3.500,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	3.600,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**13.000,00 €**

Endkunden-Support	
pro Monat Standardkunde	970,00 €
pro Monat ein User	323,33 €
pro Monat ein Vertrag	1,52 €

Endkunden-Support	
pro Monat Standardkunde	433,33 €
pro Monat ein User	144,44 €
pro Monat ein Vertrag	0,68 €

Weiterhin hat der IT-LE die Kosten jeder Betriebsart für den Endkunden-Support auf Grundlage des unter Stufe 2 (vgl. 6.4.5) ermittelten Standardkunden und der geschätzten Anzahl an Kunden zum Startzeitpunkt des SaaS-Angebotes entsprechend pro Standardkunde, User und einzelnen verwalteten Vertrag berechnet.

Darüber hinaus hat der IT-LE für jede Produktionsvariante eine Kostenschätzung der Kostenstellen „*SaaS-Betrieb*“ erstellt, die für den technischen Betrieb einer jeden Produktionsvariante benötigt werden. Nachfolgende Tabelle 93 stellt die Betriebskosten pro Monat für die Betriebsart *„SaaS-Betrieb 24x7“* der betrachteten Produktionsvarianten dar:

Tabelle 93: Kostenstellen "SaaS-Betrieb 24x7", Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

Kostenstelle "SaaS-Betrieb 24x7"	
PV1	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	16.800,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	500,00 €
BERATUNG	500,00 €
IaaS-Kosten	677,90 €
Materialkosten	2.177,90 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	18.977,90 €
MIETE IMMOBILIEN	3.000,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	3.100,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**22.077,90 €**

Kostenstelle "SaaS-Betrieb 24x7"	
PV4	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	25.200,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	500,00 €
BERATUNG	800,00 €
IaaS-Kosten	960,44 €
Materialkosten	2.760,44 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	27.960,44 €
MIETE IMMOBILIEN	3.000,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	3.100,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**31.060,44 €**

Produktionskosten PV1 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	735,93 €
pro Monat ein User	245,31 €
pro Monat ein Vertrag	1,15 €

Produktionskosten PV4 Standard-kunde	
pro Monat Standardkunde	1.035,35 €
pro Monat ein User	345,12 €
pro Monat ein Vertrag	1,62 €

Kostenstelle "SaaS-Betrieb 24x7" PV5	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	16.800,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	800,00 €
BERATUNG	1.600,00 €
IaaS-Kosten	905,90 €
Materialkosten	3.805,90 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	20.605,90 €
MIETE IMMOBILIEN	3.000,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	3.100,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**23.705,90 €**

Kostenstelle "SaaS-Betrieb 24x7" PV7	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	16.800,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	1.000,00 €
BERATUNG	800,00 €
IaaS-Kosten	3.222,23 €
Materialkosten	5.522,23 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	22.322,23 €
MIETE IMMOBILIEN	3.000,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	3.100,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**25.422,23 €**

Produktionskosten PV5 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	790,20 €
pro Monat ein User	263,40 €
pro Monat ein Vertrag	1,23 €

Produktionskosten PV7 Standard-kunde	
pro Monat Standardkunde	847,41 €
pro Monat ein User	282,47 €
pro Monat ein Vertrag	1,32 €

Kostenstelle "SaaS-Betrieb 24x7" PV10	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	25.200,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	1.000,00 €
BERATUNG	800,00 €
IaaS-Kosten	1.450,90 €
Materialkosten	3.750,90 €

Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	28.950,90 €
MIETE IMMOBILIEN	3.000,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	3.100,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**32.050,90 €**

Produktionskosten PV10 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	1.068,36 €
pro Monat ein User	356,12 €
pro Monat ein Vertrag	1,67 €

Tabelle 94 stellt die Betriebskosten pro Monat für die Betriebsart „*SaaS-Betrieb werktags 8-18 Uhr*“ dar:

Tabelle 94: Beispiel SaaS-Vertragsverwaltung, Kostenstellen "SaaS-Betrieb werktags"

Kostenstelle "SaaS-Betrieb werktags"	
PV1	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	8.400,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	250,00 €
BERATUNG	500,00 €
IaaS-Kosten	677,90 €
Materialkosten	1.927,90 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	10.327,90 €
MIETE IMMOBILIEN	1.500,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	1.600,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**11.927,90 €**

Kostenstelle "SaaS-Betrieb werktags"	
PV4	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	16.800,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	250,00 €
BERATUNG	400,00 €
IaaS-Kosten	960,44 €
Materialkosten	2.110,44 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	18.910,44 €
MIETE IMMOBILIEN	1.500,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	1.600,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**20.510,44 €**

Produktionskosten PV1 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	397,60 €
pro Monat ein User	132,53 €
pro Monat ein Vertrag	0,62 €
Kostenstelle "SaaS-Betrieb werktags"	

Produktionskosten PV4 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	683,68 €
pro Monat ein User	227,89 €
pro Monat ein Vertrag	1,07 €
Kostenstelle "SaaS-Betrieb werktags"	

PV5	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	8.400,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	400,00 €
BERATUNG	1.600,00 €
IaaS-Kosten	905,90 €
Materialkosten	3.405,90 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	11.805,90 €
MIETE IMMOBILIEN	1.500,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	1.600,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**13.405,90 €**

PV7	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	8.400,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	500,00 €
BERATUNG	800,00 €
IaaS-Kosten	3.222,23 €
Materialkosten	5.022,23 €
Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	13.422,23 €
MIETE IMMOBILIEN	1.500,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	1.600,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**15.022,23 €**

Produktionskosten PV5 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	446,86 €
pro Monat ein User	148,95 €
pro Monat ein Vertrag	0,70 €

Produktionskosten PV7 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	500,74 €
pro Monat ein User	166,91 €
pro Monat ein Vertrag	0,78 €

Kostenstelle "SaaS-Betrieb werktags"	
PV10	
Kostenarten	**Betrag**
PERSONALKOSTEN ANG.	16.800,00 €
REISE-/BEWIRT.KOST	500,00 €
SO PERSONALKOSTEN	0,00 €
AUS-/WEITERBILDUNG	500,00 €
BERATUNG	800,00 €
IaaS-Kosten	1.450,90 €
Materialkosten	3.250,90 €

Summe Kapitalkosten	0,00 €
Summe Primärkosten	20.050,90 €
MIETE IMMOBILIEN	1.500,00 €
STROM	100,00 €
Summe Sekundärkosten	1.600,00 €
Gesamtkosten vor Verrechnung	**21.650,90 €**

Produktionskosten PV10 Standardkunde	
pro Monat Standardkunde	721,70 €
pro Monat ein User	240,57 €
pro Monat ein Vertrag	1,13 €

Nun stehen dem IT-LE die Kosteninformationen jeder Produktionsvariante für zwei Betriebsarten der geplanten SaaS-Vertragsverwaltung zur Verfügung. Diese decken den technischen Betrieb und den Endkunden-Support ab. Im nächsten Schritt können diese Informationen zur Aufstellung der Produktionskostentabelle für eine übersichtliche Darstellung genutzt werden.

Teilstufe 4.3 Erstellung der Produktionskostentabelle

Ziel: Erstellen der Produktionskostentabelle auf Grundlage der Realisierungsmatrix

Anpassungsbedarf:

Die Erstellung der Produktionskostentabelle orientiert sich an Stufe 3.3 des ursprünglichen Verfahrens zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen (vgl. 4.3.4). Erweitert wird diese Produktionskostentabelle um die Darstellung der unter der vorherigen Teilstufe in diesem Kapitel definierten Betriebsarten und den unter 6.4.6 eingeführten Produktionsarchitekturalternativen. Weiterhin wird statt der Produktionsalternative der hier benutzte Begriff der Produktionsvariante mit den jeweiligen Kosteninformationen verwendet. Analog zur ursprünglichen Form der Produktionskostentabelle sind die Kosten für die Bereitstellungsalternativen an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt. Diese werden erst im abschließenden Schritt hinzugefügt.

Bis zu dieser Stelle sind die Bereitstellungsalternativen bekannt und beschrieben (vgl. 6.4.1), die Produktionsplattformen bekannt und dokumentiert (vgl. 6.4.2) und mittels einer Realisierungsmatrix die jeweiligen Kombinationen aus diesen bestimmt, die einer Kostenbetrachtung in den weiteren Stufen des Verfahrens unterzogen werden (vgl. 6.4.3).

Weiterhin sind die Kosten für die Bereitstellungsalternativen (vgl. 6.4.4) sowie deren Verbrauchswerte ermittelt (vgl. 6.4.5). Darüber hinaus stehen Abschätzungen für die Kundenverbräuche und Kundenanzahl zum Startzeitpunkt der Anwendung als SaaS-Dienst zur Verfügung. Mittels definierter und dokumentierter Produktionsarchitekturalternativen (vgl. 6.4.6) wurden Produktionsvarianten als Kombination aus diesen sowie aus den Bereitstellungsalternativen und den Produktionsplattformen gebildet. Diese Produktionsarchitekturalternativen wurden anhand der erwarteten Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen dimensioniert und deren Infrastrukturkosten mittels der Kosteninformationen des jeweiligen, der Produktionsplattform zugeordneten IaaS-Anbieters ermittelt (vgl. 6.4.7).

Schlussendlich liegen auch die Kosten für den Betrieb vor und bieten die Möglichkeit, verschiedene Betriebsarten miteinander zu vergleichen.

Die zusammengefassten Informationen zu den Produktionskosten der Produktionsvarianten erfolgen in tabellarischer Form nach dem gewählten Betrachtungszeitraum (z.B. pro Monat) und einer Bezugsgröße (z.B. pro User). Dafür wird die Realisierungsmatrix um die Produktionsarchitekturalternativen sowie um die Betriebsarten erweitert und bildet für jede Produktionsvariante ein Cluster, das für die jeweilige mögliche Kombination die Produktionskosten darstellt. Eine Produktionsvariante kann dabei mehrere Herstellungskosten, abhängig beispielsweise von der Anzahl der betrachteten Betriebsarten, aufweisen.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Nun stehen dem IT-LE alle notwendigen Informationen zur Verfügung, um diese in einer Produktionskostentabelle darzustellen. Der IT-LE erweitert dazu die unter Teilstufe 3.2 erstellte Tabelle der Produktionsvarianten um die unter Teilstufe 4.2 betrachteten Betriebskonzepte. Alle ermittelten Kosteninformationen können nun den jeweiligen Produktionsvarianten zugeordnet werden. Für eine bessere Übersichtlichkeit hat der IT-LE zwei Produktionskostentabellen, jeweils eine pro Betriebsart der technischen Betriebsunterstützung erstellt. Diese beinhalten

jeweils die Produktionskosten der Produktionsvarianten für die zwei in Teilstufe 4.2 betrachteten Varianten des Endkunden-Supports „24x7“ und „8-18 Uhr werktags“.

Nachfolgende zwei Tabellen stellen die Produktionskosten der Produktionsvarianten unter Einbeziehung aller bisher ermittelten Kosteninformationen, bis auf die Kosten zur Erstellung der Bereitstellungsalternativen, dar. Die Kosten zur Erstellung der Bereitstellungsalternativen werden erst in Stufe 5 abschließend ergänzt. Die dargestellten Kosten beziehen sich auf einen Standardkunden pro Monat.

Tabelle 95: Kosten der PV 24x7 Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

BA / Gestaltungsparameter		Bereitstellungsalternative 1 (BA1) Monolithische Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 2 (BA2) Modulare Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 3 (BA3) Monolithische Fremdentwicklung		
		PAA1		PAA2	PAA1	PAA2		PAA1		PAA2
Produktionsplattform 1 (PP1)	Endkunden Support 24*7	1.705,93 €	PV1	PV2 (nicht betrachtet)	PV3 (nicht betrachtet)	2.005,35 €	PV4	1.760,20 €	PV5	PV6 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	1.169,26 €				1.468,68 €		1.223,53 €		
Produktionsplattform 2 (PP2)	Endkunden Support 24*7	1.817,41 €	PV7	PV8 (nicht betrachtet)	PV9 (nicht betrachtet)	2.038,36 €	PV10	nicht betrachtet		nicht betrachtet
	Endkunden Support 8-18Uhr	1.280,74 €				1.501,70 €				

Tabelle 96: Kosten der PV 8-18 Uhr Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

BA / Gestaltungsparameter		Bereitstellungsalternative 1 (BA1) Monolithische Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 2 (BA2) Modulare Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 3 (BA3) Monolithische Fremdentwicklung		
		PAA1		PAA2	PAA1	PAA2		PAA1		PAA2
Produktionsplattform 1 (PP1)	Endkunden Support 24*7	1.367,60 €	PV1	PV2 (nicht betrachtet)	PV3 (nicht betrachtet)	1.653,68 €	PV4	1.416,86 €	PV5	PV6 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	830,93 €				1.117,01 €		880,20 €		
Produktionsplattform 2 (PP2)	Endkunden Support 24*7	1.470,74 €	PV7	PV8 (nicht betrachtet)	PV9 (nicht betrachtet)	1.691,70 €	PV10	nicht betrachtet		nicht betrachtet
	Endkunden Support 8-18Uhr	934,07 €				1.155,03 €				

6.4.8 Stufe 5: Integration der Kosteninformationen

Ziel: Integration aller Kosteninformationen der Produktionsvarianten zu integrierten IT-Kostentabellen.

Anpassungsbedarf:

Die integrierte IT-Kostentabelle greift die angepasste Produktionskostentabelle aus Teilstufe 4.3 wieder auf. Diese beinhaltet im Vergleich zur ursprünglichen integrierten IT-Kostentabelle (vgl. 4.3.5) mögliche unterschiedliche Betriebsarten und die unter 6.4.6 eingeführten Produktionsarchitekturalternativen.

Diese Stufe dient der abschließenden Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen und ist somit inhaltlich mit der Stufe 4 des ursprünglichen Verfahrens gleichzusetzen (vgl. 4.3.5). Die Produktionskosten der Produktionsvarianten werden in dieser Stufe um die Kosten für die Erstellung der Bereitstellungsalternativen ergänzt und bilden somit die gesamten Herstellungskosten der Produktionsvarianten und schließen damit das Verfahren zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen zur Bereitstellung von SaaS-Anwendungen ab. Die Herstellungskosten werden in dieser Stufe über den jeweiligen Release-/Produktlebenszyklus zugeordnet. Die Angabe der Herstellungskosten erfolgt dabei, wie im SaaS-Kontext üblich, zeitbezogen (z.B. „*User pro Monat*“).

Die Kosten für die Erstellung der Bereitstellungsalternativen werden dabei auf die erwartete Kundenanzahl umgelegt. Hierzu sollte ein zeitlicher Horizont festgelegt werden, zu dem die Umlage dieser Kosten abgeschlossen sein soll. Dieser Zeitraum kann sich an der jeweiligen Release Planung/Lebenszyklusplanung (vgl. 3.2) des IT-LE orientieren. Die Anzahl der Kunden und der zeitliche Rahmen dieser Umlage definieren hierbei die Höhe des Anteils der Kosten zur Erstellung der betrachteten Bereitstellungsalternativen an den Herstellungskosten.

Beispielsweise werden bei einer einmaligen Entwicklung einer Bereitstellungsalternative, einem definierten Release, das in Produktion gehen soll, und einem prognostizierten Nutzungszeitraum von drei Jahren bis zu einer nachfolgenden Version einer Bereitstellungsalternative,

die Kosten auf die in dieser Zeit vorhandenen Kunden aufgeteilt. Liegt keine zeitliche Planung für die Produktionsdauer vor, muss diese bei einmaligen Entwicklungskosten geschätzt werden, um eine Umlage zu ermöglichen. Bei einer stetigen Weiterentwicklung der Bereitstellungsalternativen durch einen iterativen Entwicklungsprozess, kann diese Stufe auch dafür genutzt werden, diese kontinuierlich wiederkehrenden Kosten zur Pflege und Weiterentwicklung der Bereitstellungsalternativen in dieser Stufe zu berücksichtigen.

Am Ende dieser Stufe ist die Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen zur Entscheidungsfindung bei der Preisbildung und einem Alternativenvergleich zur Bereitstellung von SaaS-Produkten abgeschlossen.

Fortsetzung Beispiel: Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung

Der IT-LE hat traditionell eine jeweilige Hauptversion seiner Software rund drei Jahre am Markt, bis er diese mit einer nachfolgenden Version ablöst. Aufgrund dieser Festlegung möchte der IT-LE die Kosten der betrachteten Bereitstellungsalternativen auf diesen Zeitraum verteilen.

Die integrierten IT-Kostentabellen liegen aufgrund der Betriebskonzepte, die in Teilstufe 4.2 eingeführt wurden, der Übersichtlichkeit halber, für jedes dieser Betriebskonzepte einzeln vor (vgl. Tabelle 97 sowie Tabelle 98). Innerhalb der integrierten IT-Kostentabellen werden für jede Produktionsvariante die Herstellungskosten für zwei verschiedene Endkunden-Support-Modelle, die ebenfalls in Teilstufe 4.2 vom IT-LE angedacht sind, aufgeführt. Die Herstellungskosten beziehen sich auf „Standardkunde pro Monat“.

Damit ist die Erstellung der *integrierten IT-Kostentabellen für die Bereitstellung einer Vertragsverwaltung als SaaS-Variante* des IT-LE fertiggestellt.

Tabelle 97: Int. IT-Kostentabellen 24x7 Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

BA / Gestaltungsparameter		Bereitstellungsalternative 1 (BA1) Monolithische Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 2 (BA2) Modulare Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 3 (BA3) Monolithische Fremdentwicklung		
		PAA1		PAA2	PAA1	PAA2		PAA1		PAA2
Produktionsplattform 1 (PP1)	Endkunden Support 24*7	1.843,56 €	PV1	PV2 (nicht betrachtet)	PV3 (nicht betrachtet)	2.190,95 €	PV4	1.803,13 €	PV5	PV6 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	1.306,89 €				1.654,29 €		1.266,46 €		
Produktionsplattform 2 (PP2)	Endkunden Support 24*7	1.955,03 €	PV7	PV8 (nicht betrachtet)	PV9 (nicht betrachtet)	2.223,97 €	PV10	nicht betrachtet		nicht betrachtet
	Endkunden Support 8-18Uhr	1.418,37 €				1.687,30 €				

Tabelle 98: Int. IT-Kostentabellen 8-18 Uhr Betrieb, Bsp.: SaaS-Vertragsverwaltung

BA / Gestaltungsparameter		Bereitstellungsalternative 1 (BA1) Monolithische Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 2 (BA2) Modulare Eigenentwicklung			Bereitstellungsalternative 3 (BA3) Monolithische Fremdentwicklung		
		PAA1		PAA2	PAA1	PAA2		PAA1		PAA2
Produktionsplattform 1 (PP1)	Endkunden Support 24*7	1.505,22 €	PV1	PV2 (nicht betrachtet)	PV3 (nicht betrachtet)	1.839,29 €	PV4	1.459,79 €	PV5	PV6 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	968,56 €				1.302,62 €		923,13 €		
Produktionsplattform 2 (PP2)	Endkunden Support 24*7	1.608,37 €	PV7	PV8 (nicht betrachtet)	PV9 (nicht betrachtet)	1.877,30 €	PV10	nicht betrachtet		nicht betrachtet
	Endkunden Support 8-18Uhr	1.071,70 €				1.340,64 €				

6.5 Anwendbarkeit und Anforderungen an die Umsetzung

Mittels der integrierten IT-Kostentabellen werden die kostenseitigen Abhängigkeiten zwischen IT-Entwicklung und IT-Produktion aufgezeigt [vgl. Scheeg 2005, S. 173]. Bei der initialen Verwendung des Verfahrens, mit dem Ziel Software as a Service Anwendungen bereitzustellen, kann das Verfahren durch den IT-LE als Hilfsmittel zur Vorkalkulation der zu erwartenden Gesamtkosten und Entscheidungsunterstützung für die Kombinationsauswahl der unterschiedlichen Bereitstellungsalternativen, Produktionsplattformen, Produktionsarchitekturalternativen und Betriebsmodellen verwendet werden.

Bei einer iterativen Anwendung kann das Verfahren durch den IT-LE dazu verwendet werden, vormals getroffene Entscheidungen zu überprüfen und mittels einer größeren sowie aktuelleren Datenbasis die Aussagekraft des Verfahrens weiter zu verbessern oder Veränderungen der Anforderungen auf Seiten des IT-LA hinsichtlich ihres kostenseitigen Einflusses zu untersuchen. Die Umsetzung des Konzeptes muss in der Praxis nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen. Die dazu notwendigen Methoden und die Implementierung des Verfahrens als Softwarelösung, in Kapitel 7 in Form eines Prototyps dargestellt, müssen dies unterstützen. Nachfolgende Ausführungen gehen auf die Anforderungen ein, die eine solche Umsetzung in Form eines Prototyps beinhalten sollte.

Dabei sollen die jeweiligen Anforderungen für die Umsetzung des Prototyps für jede Stufe und ihre Teilstufen genannt werden. Diese Anforderungen stellen grundlegende Eigenschaften dar, die eine prototypische Umsetzung beinhalten sollte um den Anforderungen des Verfahrens (vgl. 6.1) zu entsprechen.

6.5.1 Anforderungen bis zur Erstellung der Realisierungsmatrix

Für die Beschreibung der Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen sind keine weiteren Anpassungen zum ursprünglichen Verfahren notwendig (vgl. 6.3). Die Umsetzung im ersten Schritt, in Form eines Prototyps, muss die Beschreibung der Bereitstellungsalternativen nach dem ursprünglichen Verfahren ermöglichen. Das bedeutet die Darstellung in einer tabellarischen Form zur Angabe der Bereitstellungsalternativen. Wobei jede Spalte eine spezifische Bereitstellungsalternative repräsentiert und die Zeilen Beschreibungen ihrer Ausprägungsform

darstellen. Dies gilt analog für die Darstellung der Produktionsplattformen. Auch für die Erstellung der Realisierungsmatrix sind keine spezifischen Anpassungen an das neue Verfahren notwendig, die in einem Prototyp berücksichtigt werden müssen.

6.5.2 Anforderungen an Stufe 1

Bezeichnung: *Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen*

Zu jeder Bereitstellungsalternative muss die Möglichkeit bestehen, ihre kostenseitige Beschreibung in tabellarischer Form, mit ihren Einzelkosten, zum Beispiel Personalkosten oder benötigte Lizenzen, anzugeben. Zusätzlich soll in dieser Stufe die Angabe des Release-Lebenszyklus (in Monate) durch den Benutzer angegeben werden. Dies soll als Pflichtfeldangabe für den Benutzer ausgewiesen werden, da dieser Wert in späteren Stufen in Berechnungen mit einbezogen wird.

6.5.3 Anforderungen an Stufe 2

Bezeichnung: *Ermittlung der Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen*

Für die Umsetzung der Funktionalität zur Ermittlung bzw. Angabe der Verbrauchswerte der Bereitstellungsalternativen soll der Prototyp hierfür für jede Bereitstellungsalternative Eingabemasken zur Angabe wichtiger Verbrauchswerte, wie CPU-Nutzung, Speicher-, Arbeitsspeicherbelegung und Übertragungsmenge für nutzungsabhängige und nutzungsunabhängige Verbrauchswerte anbieten. Darüber hinaus soll an dieser Stelle die geschätzte Kundenanzahl zum Marktstart und die prognostizierte Anzahl an Kunden während des Release-Lebenszyklus angeben werden können.

6.5.4 Anforderungen an Stufe 3.1

Bezeichnung: *Bestimmung der Produktionsarchitekturalternativen*

Der Begriff der Produktionsarchitekturalternative wurde im Zuge dieser Arbeit neu in das Konzept der integrierten IT-Kostentabellen eingeführt. Die Anforderungen an die Beschreibung sind den Anforderungen an die Auflistung der Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen stark ähnlich.

Die Produktionsarchitekturalternativen müssen in ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung beschrieben werden. Hierzu eignet sich wiederum eine tabellarische Darstellungsform,

wobei jede Spalte eine spezifische Produktionsarchitekturalternative beschreibt. Die tabellarische Präsentationsform kann über die Möglichkeit einer grafischen Darstellung jeder Produktionsarchitekturalternative, zum Beispiel in Form von UML- oder Netzwerktopologiediagrammen, ergänzt werden.

6.5.5 Anforderungen an Stufe 3.2

Bezeichnung: *Festlegung der Produktionsvarianten*

Dieser Schritt ist im Verfahren neu hinzugekommen (vgl. 6.3). Die Festlegung der Produktionsvarianten folgt der Erstellung der Realisierungsmatrix und verwendet diese als Grundlage, ergänzt um die Integration der Produktionsarchitekturalternativen, die im Zuge der Arbeit neu eingeführt wurden. Dabei wird jeder Cluster als realisierbare Kombination aus Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen, die nach der Erstellung der Realisierungsmatrix weiterhin betrachtet werden, um die Anzahl der in Teilstufe 3.2 festgelegten Produktionsarchitekturalternativen erweitert. Der Prototyp soll an dieser Stelle diese erweiterte Darstellungsform aufgreifen und dem Nutzer die Möglichkeit geben die Produktionsvarianten auszuwählen, die im weiteren Verlauf des Verfahrens mit Kosteninformationen hinterlegt werden und in der Betrachtung der integrierten IT-Kostentabellen somit berücksichtigt werden sollen.

6.5.6 Anforderungen an Stufe 4.1

Bezeichnung: *Ermittlung der Infrastrukturkosten pro Produktionsvariante*

Der Prototyp soll die Abbildbarkeit und Benennung der einzelnen technischen Komponenten der dimensionierten und provisionierten Produktionsarchitekturalternativen mit ihrer Anzahl und ihren Einzelkosten ermöglichen. Gegebenenfalls soll die Darstellbarkeit von zusätzlichen Diensten und Services zur Ergänzung der Produktionsarchitekturalternativen an dieser Stelle ebenfalls berücksichtigt werden, sofern dies die Bereitstellungsalternativen erfordern, beispielsweise die Integration und Bereitstellung einer externen Nutzerverwaltung, von IP-Adressen oder Backup-Diensten. Die Infrastrukturkosten, deren Quelle zum Beispiel die Kostenkalkulatoren und Preislisten der betrachteten Anbieter, die hinter den Produktionsplattformen stehen, sollen als monatliche Kosten angegeben werden, wobei die zu erwarteten jährlichen Kosten durch den Prototyp an dieser Stelle als Zusatzinformation ebenfalls berechnet werden sollen.

6.5.7 Anforderungen an Stufe 4.2

Bezeichnung: *Kosten der Produktion der Produktionsvarianten*

Darstellungsmöglichkeit der Kostenstelleninformationen für die zu betrachteten Betriebs- und Unterstützungsleistungen, wie zum Beispiel 24x7 Betriebsunterstützung und Endkunden-Support-Modelle. Ziel ist die Abbildbarkeit dieser Kostenstellen für alle betrachteten Produktionsvarianten mit den jeweiligen Infrastrukturkosten der zugeordneten Produktionsplattformen. Weiterhin sollten im zu erstellenden Prototyp einfache Berechnungsfunktionen zur Darstellung der Primär-, Sekundär-, Gesamtkosten und die Kostenumlage pro Standardkunde (Basis: Anzahl Kunden zum Marktstart) implementiert sein.

6.5.8 Anforderungen an Stufe 4.3 und 5

Bezeichnung: *Erstellung der Produktionskostentabelle der Produktionsvarianten und Integration der Kosteninformationen zur integrierten IT-Kostentabelle*

Der Prototyp soll die berechneten Produktionskosten in Form einer Produktionskostentabelle automatisch nach Aufruf der Stufe 4.3 anzeigen. Nicht betrachtete Produktionsvarianten sollen dabei als solche gekennzeichnet sein. Für jede betrachtete Variante der Betriebsunterstützung soll zur übersichtlicheren Darstellung eine eigene Produktionskostentabelle verwendet werden.

Für die finale Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen für die Bereitstellung von SaaS-Anwendungen in Stufe 5 soll die Darstellungsform der Produktionskostentabellen, die in dieser Stufe um die Kosten der Bereitstellungsalternativen erweitert werden, durch eine grafische Darstellung der berechneten Gesamtkosten pro Produktionsvariante ergänzt werden. Dies soll in Form einer Balkendiagrammdarstellung umgesetzt werden. Weiterhin ist es wünschenswert, dass die Einzelkosten, aus denen sich die Gesamtkosten einer Produktionsvariante zusammensetzen, ebenfalls in grafischer Form dargestellt werden können.

6.6 Zusammenfassung

Der in diesem Kapitel vorgestellte Ansatz für ein Lösungskonzept, durch die Erweiterung und Anpassung der ursprünglichen integrierten IT-Kostentabellen nach Scheeg (siehe Kapitel 4), zur Ermittlung und Schätzung möglicher Herstellungskosten für die Bereitstellung von Software as a Service Anwendungen berücksichtigt die aus der Umfrage (vgl. 6.1.1) gezogenen Rückschlüsse nach Auswertung der Antworten der befragten Unternehmen. Es ermöglicht die integrierte Sicht der wichtigsten Kostenfaktoren wie: Kosten für die Bereitstellungsalternativen also Kosten für die Entwicklung der Softwarelösung, Infrastrukturkosten also Kosten für die technisch zu betreibenden Systemumgebungen und Kosten für die Betriebsunterstützung sowie weitere Kostenfaktoren wie z.B. Endkunden-Support auf Basis von Kostenstellen. Dabei wird berücksichtigt, dass es für verschiedene Infrastrukturanbieter (IaaS) und Infrastrukturmodelle verwendet werden kann. Weiterhin stellt es die jeweiligen Herstellungskosten auf Grundlage der Bildung spezifischer Produktionsvarianten dar. Die Herstellungskosten können nutzungs- und zeitbasiert dargestellt werden. Mittels eines zentralen Beispiels konnte die Vorgehensweise des Verfahrens und die Ermittlung möglicher Unterschiede in den Herstellungskosten der einzelnen Produktionsvarianten dargestellt werden. Die im vorgestellten Beispiel gezeigten Unterschiede der jeweils resultierenden Herstellungskosten der Produktionsvarianten und die Anforderungen aus den Ergebnissen der Umfrage unterstreichen die Notwendigkeit eines solchen Verfahrens.

Die Anpassungen für das neue Verfahren wurden eingangs in diesem Kapitel und im weiteren Verlauf ausführlich für jeden Schritt dargestellt. Dabei bildet sich das Lösungskonzept durch fünf Hauptstufen, die auf der Erstellung einer Realisierungsmatrix aufbauen.

Abschließend werden die Anforderungen an eine Umsetzung des Verfahrens in der Praxis aufgezeigt. Die Umsetzbarkeit wird im folgenden Kapitel durch die Erstellung eines Prototyps demonstriert, der das hier verwendete zentrale Beispiel wieder aufgreift.

7 Prototypische Umsetzung

Dieses Kapitel beschreibt den Versuch, das in dieser Arbeit konzeptionell beschriebene Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen für die Bereitstellung von Software as a Service Anwendungen prototypisch als Webanwendung abzubilden und seine grundsätzliche Umsetzbarkeit als Softwareanwendung zu überprüfen.

Dabei sollen die einzelnen Stufen und Teilstufen weitestgehend nach dem skizzierten Verfahren aus Kapitel 5.7 implementiert werden. Der Prototyp soll die Möglichkeit aufzeigen, die getrennten Kostensichten aus IT-Entwicklung und IT-Betrieb sowie in Verbindung mit den Preismodellen verschiedener IaaS-Anbieter, mögliche Produktionsarchitekturalternativen und Betriebsmodelle in einer gemeinsamen Kostensicht für die Bereitstellung von Software as a Service Produkten nach monatlicher Abrechnung gegenüber den Endkunden, darzustellen und dadurch eine Entscheidungsgrundlage für deren jeweiliger Kombination und Ausprägung zu liefern.

Zum besseren Verständnis für die Darstellung und Umsetzung des Prototyps wird an dieser Stelle wieder auf das durchgängige Beispiel „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung*“ aus Kapitel 5.7 zurückgegriffen. In diesem Beispiel möchte ein IT-LE eine Vertragsverwaltungssoftware als Public SaaS-Anwendung einer Vielzahl Kunden anbieten und über die Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen eine Entscheidungsgrundlage für die Umsetzungsform diese SaaS-Anwendung erstellen. Die im Beispiel aus Kapitel 6 verwendeten Rahmenbedingungen wie beispielsweise Anzahl und Art der Bereitstellungsalternativen, betrachtete Produktionsplattformen, betrachtete Produktionsarchitekturalternativen sowie Betriebsmodelle, bleiben bei der prototypischen Umsetzung erhalten.

7.1 Eingrenzungen zur Erstellung des Prototyps

Ein Prototyp stellt eine aufführbare frühe Version, mit den wichtigsten Merkmalen, des zukünftigen Produktes dar [Alpar 2000, S. 218]. Das Wort Prototyp ist aus dem altgriechischen Wort „prototypos“ entsprungen. „Protos“ bedeutet Erster und „typos“ hat die Bedeutung von Urbild oder Muster [Dette 1983, S. 56]. Aus diesem Wortursprung entwickelte sich der Begriff „Prototyp“ als erstes Konstruktionsmodell, der zur Evaluierung der Form, des Entwurfs und der Leistungsmerkmale verwendet wird [Dette 1983, S. 56]. Software-Prototypen sollen im Vergleich zu anderen Prototypen, rasch und kostengünstig erstellt werden [Pomberger et al. 1992,

S. 2]. Das Prototyping eines Software-Produktes dient zur Entwicklung und Evaluierung des späteren Anwendungssystems [Wilde 2007, S. 282].

Der im Kontext dieser Arbeit entwickelte Prototyp soll die grundsätzliche Abbildbarkeit des in Kapitel 5.7 beschriebenen Verfahrens als „Software-Show-Case“ aufzeigen. Hierbei wird zur besseren Vergleichbarkeit wieder auf das in Kapitel 5.7 verwendete Beispiel der Bereitstellung einer Vertragsverwaltungssoftware zurückgegriffen. Der hier entwickelte Prototyp stellt ein ausführbares Modell zur softwareseitigen Umsetzung des beschriebenen Verfahrens, basierend auf dem unter Kapitel 5.7 eingeführten Verfahrens, dar. Der Prototyp zeigt dabei die wesentlichen Eigenschaften auf, die eine vollständige Umsetzung als produktive Lösung erfüllen sollte. Er bildet die Grundlage zur späteren Erweiterung und Vervollständigung als generisch und weitgehend universell einsetzbare Softwarelösung zur Aufstellung der in Kapitel 5.7 beschriebenen integrierten IT-Kostentabellen für die Bereitstellung von Software as a Service Anwendungen.

Um den Prototyp für eine Vielzahl unterschiedlicher Zielplattformen bereitzustellen, wurde dieser mittels gängiger Internetstandards entwickelt:

Tabelle 99: Technologien des Prototyps

Komponente	Technologie
Oberfläche	HTML(5), Twitter Bootstrap
Businesslogik	JavaScript
Diagramme	Framework chart.js
Zugriff	via Webbrowser (http/https)

Mögliche Erweiterungen und Verbesserungsmöglichkeiten des Prototyps, hin zu einer vollständigeren Lösung, werden in Abschnitt 7.4 aufgelistet.

7.2 Anforderungen an den Prototyp

Auf die spezifischen Anforderungen an die prototypische Umsetzung des Verfahrens wurde unter 6.5 eingegangen. An dieser Stelle sollen diese Anforderungen nochmals zusammengefasst werden.

Vorstufen zur Erstellung der Realisierungsmatrix	- Darstellung der Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen in einer tabellarischen Form - jede Spalte soll eine spezifische Bereitstellungsalternative bzw. Produktionsplattform repräsentieren und die Zeilen Beschreibungen ihrer Ausprägungsform darstellen
Stufe 1	- kostenseitige Beschreibung der Bereitstellungsalternativen in tabellarischer Form mit ihren Einzelkosten - Angabe des Release-Lebenszyklus (in Monaten) als Pflichtfeld für den Nutzer
Stufe 2	- für jede Bereitstellungsalternative sollen Eingabemasken zur Angabe wichtiger Verbrauchswerte, wie CPU-Nutzung, Speicher-, Arbeitsspeicherbelegung und Übertragungsmenge für nutzungsabhängige und nutzungsunabhängige Verbrauchswerte vorhanden sein - Angabe der geschätzten Kundenanzahl zum Marktstart und die prognostizierte Anzahl an Kunden während des Release-Lebenszyklus jeweils als Pflichtfelder für den Nutzer
Stufe 3.1	- Beschreibung der Produktionsarchitekturalternativen in tabellarischer Form - die tabellarische Präsentationsform soll über die Möglichkeit einer grafischen Darstellung jeder Produktionsarchitekturalternative, zum Beispiel in Form von UML- oder Netzwerktopologiediagrammen ergänzt werden

Stufe 3.2	- die Festlegung der Produktionsvarianten soll die Realisierungsmatrix als Grundlage verwenden, ergänzt um die Integration der Produktionsarchitekturalternativen - Nutzer sollen die Möglichkeit haben, Produktionsvarianten auszuwählen, die im weiteren Verlauf des Verfahrens berücksichtigt werden
Stufe 4.1	- Abbildbarkeit und Benennung der einzelnen technischen Komponenten der dimensionierten und provisionierten Produktionsarchitekturalternativen mit ihrer Anzahl und ggf. mit ihren Einzelkosten - Darstellbarkeit von zusätzlichen Diensten und Services zur Ergänzung der Produktionsarchitekturalternativen, beispielsweise die Integration und Bereitstellung einer externen Nutzerverwaltung, IP-Adressen oder Backup-Diensten - Die Infrastrukturkosten, deren Quelle zum Beispiel die Kostenkalkulatoren und Preislisten der betrachteten Anbieter, die hinter den Produktionsplattformen stehen, sollen als monatliche Kosten angegeben werden - die zu erwarteten jährlichen Kosten sollen durch den Prototyp berechnet werden
Stufe 4.2	- Darstellungsmöglichkeit der Kostenstelleninformationen für zu betrachtende Betriebs- und Unterstützungsleistungen, wie zum Beispiel 24x7 Betriebsunterstützung und Endkunden-Support-Modelle - Abbildbarkeit dieser Kostenstellen für alle betrachteten Produktionsvarianten mit den jeweiligen Instrastrukturkosten der zugeordneten Produktionsplattform

	- Weiterhin sollen einfache Berechnungsfunktionen zur Ermittlung der Primär-, Sekundär-, Gesamtkosten und die Kostenumlage pro Standardkunde (Basis: Anzahl Kunden zum Marktstart) implementiert sein
Stufe 4.3	- Der Prototyp soll die berechneten Produktionskosten in Form einer Produktionskostentabelle automatisch nach Aufruf der Stufe 4.3 anzeigen - Für jede betrachtete Variante der Betriebsunterstützung soll zur übersichtlicheren Darstellung eine eigene Produktionskostentabelle verwendet werden
Stufe 5	- Automatische Integration der Kosten der Bereitstellungsalternativen - Erweiterung der Präsentationsform aus Stufe 4.3 um eine grafische Darstellung der berechneten Gesamtkosten pro Produktionsvariante - Einzelkosten, aus denen sich die Gesamtkosten einer Produktionsvariante zusammensetzen, sollen in grafischer Form dargestellt werden

7.3 Beschreibung des Prototyps

Der Prototyp wurde als Webanwendung in Form zusammenhängender Webseiten auf Basis von HTML und JavaScript entwickelt und stellt ein klick- und berechnungsfähiges Mock-Up dar. Eine Startseite zu Beginn des Prototyps informiert über das betrachtete Beispiel. Die einzelnen Stufen und Teilstufen zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen sind auf jeweils einer separaten Unterseite positioniert. Zentrale Formatvorgaben wurden über eine main.css (Cascading Style Sheets) festgelegt. Global benötigte JavaScript-Funktionen des Prototyps sind in einer zentralen main.js Datei zusammengefasst.

JavaScript Funktionen, die nur innerhalb einer Stufe oder Teilstufe verwendet werden, sind auf den jeweiligen Seiten direkt positioniert. Der Prototyp verwendet zur Speicherung und weiteren

Verarbeitung der Benutzereingaben die lokalen Speichermöglichkeiten (Local Storage) moderner Webbrowser.

Der Prototyp kann mit und ohne vorgegebene Beispieldaten des zentralen Beispiels aus Kapitel 5.7 verwendet werden. Weiterhin ist eine Anpassung der vorgegebenen Beispieldaten innerhalb jeder Stufe des Verfahrens möglich. Die komplette Funktionalität des Prototyps wurde mit den gängigsten Webbrowsern getestet. Zum besseren Verständnis und als Hilfestellung des Nutzers sind in den einzelnen Stufen kurze Erklärungstexte aus Kapitel 5.7 dieser Arbeit hinterlegt.

Die Oberfläche des Prototyps ist bewusst auf das Wesentliche reduziert. Auf umfangreiche grafische Gestaltungselemente ist verzichtet worden. Um dennoch eine ansprechende Darstellung der Inhalte zu erzeugen, wurde das freie Frontend-CSS-Framework *Bootstrap* verwendet. Mit dessen Hilfe können Gestaltungsvorlagen für Tabellen, Buttons, Formulare und weitere grafische Elemente erzeugt werden [Bootstrap]. Des Weiteren fand die freie JavaScript-Bibliothek jQuery Verwendung. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, modernen und browserübergreifend lauffähigen JavaScript Code zu schreiben [jQuery].

Für die Entwicklung des Prototyps wurden im ersten Schritt die einzelnen Seiten für die verschiedenen Stufen und Teilstufen des Verfahrens und die seitenübergreifende Navigation erstellt. Innerhalb dieser Seiten wurden anschließend die entsprechenden Tabellen spezifisch auf das skizzierte Beispiel der „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung*“ abgebildet. Anschließend erfolgt die Implementierung der Berechnungsfunktionen der einzelnen Seiten mittels JavaScript.

Die implementierten Berechnungsfunktionen wurden auf ihre korrekte Funktion hin mit den vorher berechneten Ergebnissen des oben genannten Beispiels auf Übereinstimmung überprüft. Abschließend erfolgt die Implementierung der Demo-Beispieldaten und der Möglichkeit, den Prototyp ohne Beispieldaten zu verwenden, um eigene Szenarien betrachten zu können.

7.3.1 Startseite

Die Startseite ist einfach gehalten und soll den Nutzer kurz über die Zielstellung der vorliegenden prototypischen Umsetzung informieren (Abbildung 44). Weiterhin ist an dieser Stelle die Möglichkeit gegeben, das Verfahren zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen für die SaaS-Bereitstellung in zwei Varianten zu starten. Die erste Startoption lädt das komplette Beispiel „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung“* in den Local Storage des Browsers und

füllt somit alle Formulardaten und berechneten Werte im Vorfeld aus. Es ist dem Nutzer im Anschluss dennoch möglich, die vorgegebenen Daten zu verändern und somit ihren Einfluss auf das Endergebnis zu überprüfen.

Die zweite Startoption des Verfahrens startet den Prototyp ohne Beispieldaten und erlaubt damit dem Nutzer eigene Datensätze einzugeben und zu betrachten.

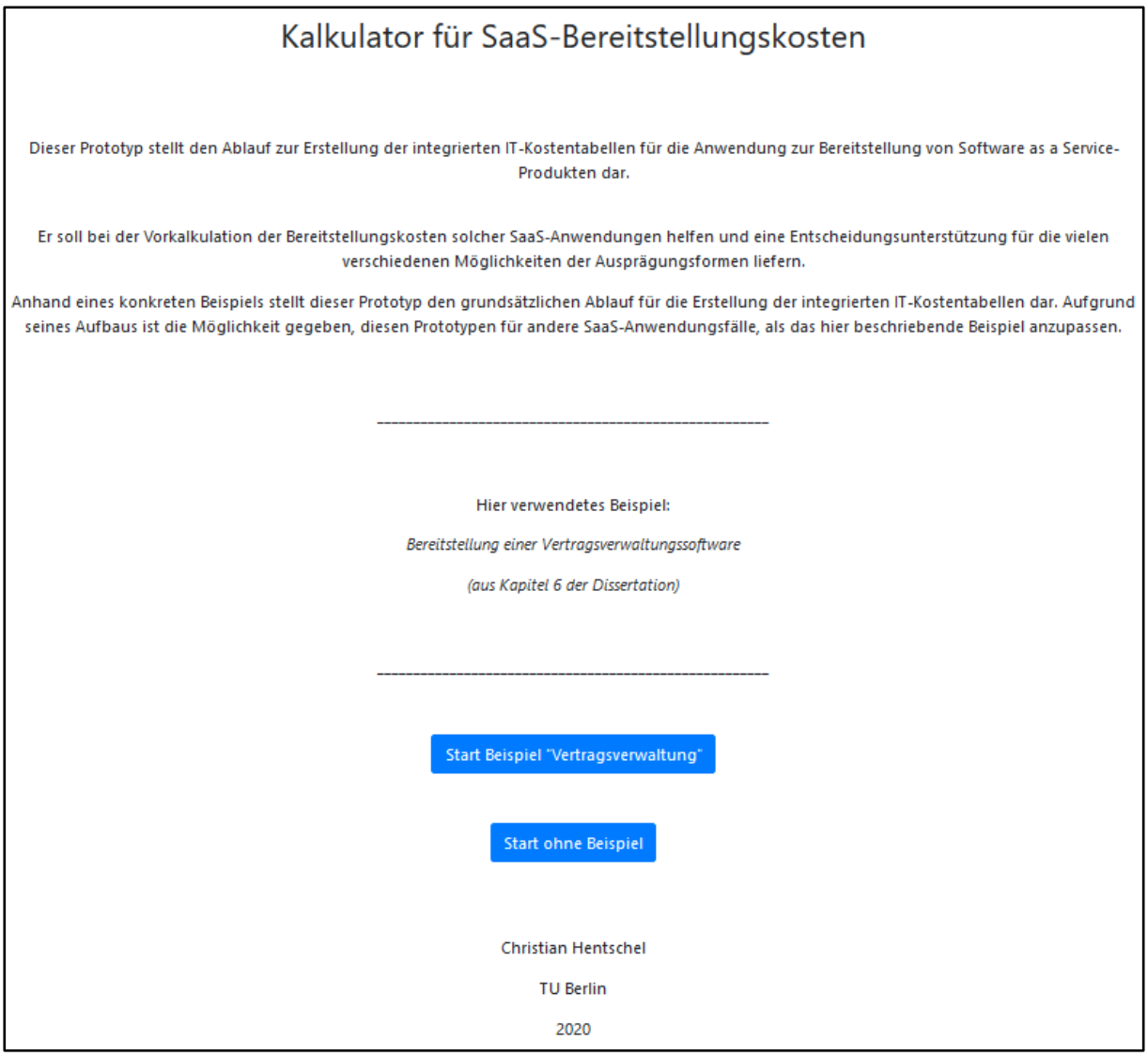


Abbildung 44: Prototyp, Startseite

7.3.2 Auflistung der Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen

Für die Auflistung der Bereitstellungsalternativen stehen drei Spalten zur Verfügung (Abbildung 45). Die Zeilen geben wichtige Attribute vor, um eine Bereitstellungsalternative zu beschreiben. Eine Löschfunktion pro Spalte erlaubt das einfache Zurücksetzen. Die Angabe der möglichen Produktionsplattformen folgt dem gleichen schematischen Aufbau wie die Auflistung der Bereitstellungsalternativen (Abbildung 46).

Abbildung 45: Prototyp, Auflistung der Bereitstellungsalternativen

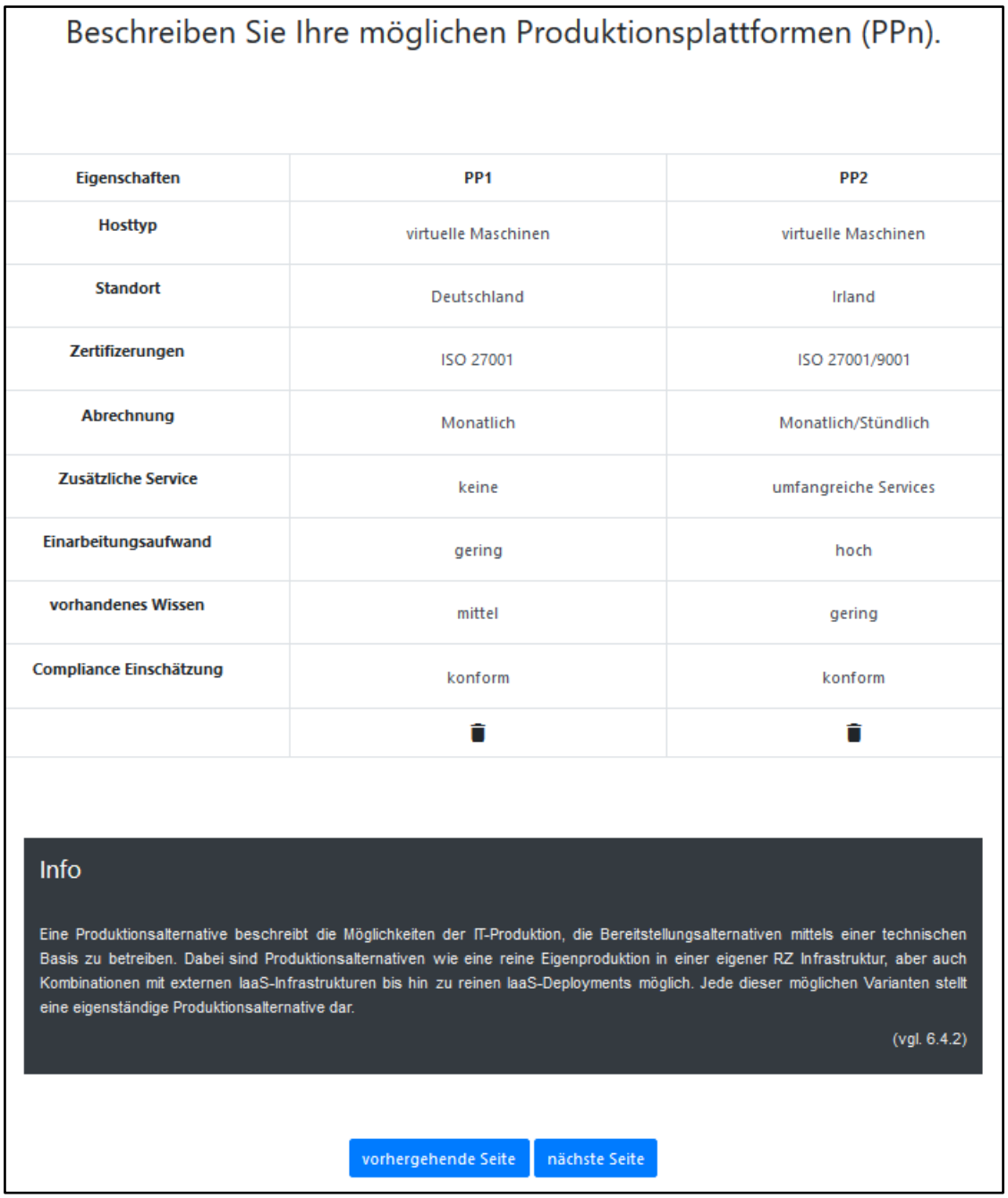


Abbildung 46: Prototyp, Auflistung der Produktionsplattformen

7.3.3 Erstellung der Realisierungsmatrix

Die Bestimmung der möglichen Kombinationen aus Bereitstellungsalternativen und Produktionsplattformen erfolgt auf der anschließenden Seite (Realisierungsmatrix) und ist ebenfalls mittels einer Tabelle umgesetzt. Die Spalten stellen die möglichen Bereitstellungsalternativen und

die Zeilen die möglichen Produktionsplattformen dar. Vorausgewählte Checkbox-Elemente stellen im Prototyp die realisierbaren Kombinationen dar. Diese Kombinationen orientieren sich an dem implementierten Beispiel „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung*“ und sind nicht editierbar, im Gegensatz zu einer vollständigen Softwareumsetzung, vorgegeben.

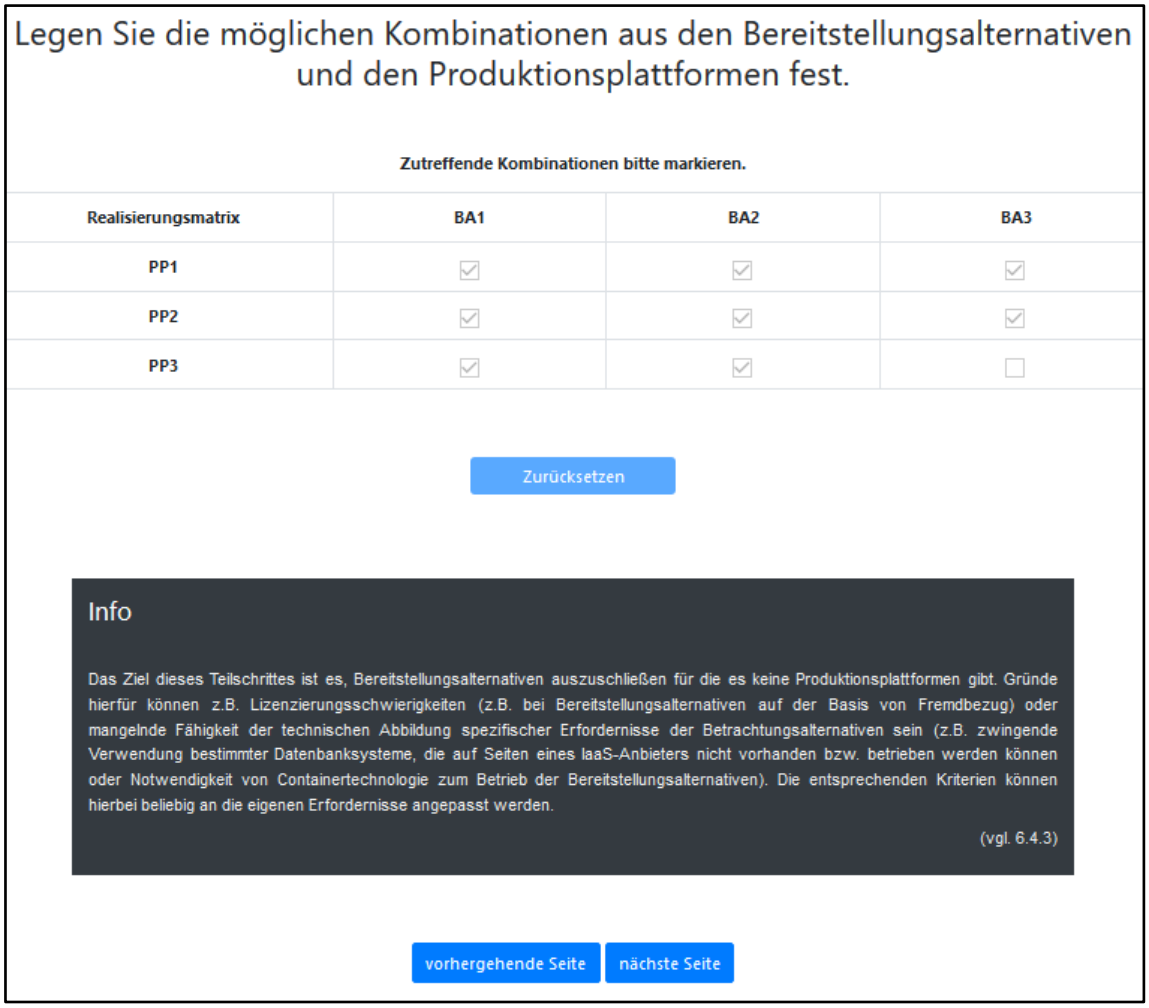


Abbildung 47: Prototyp, Erstellung der Realisierungsmatrix

7.3.4 Stufe 1: Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen

Die Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen wurde ebenfalls über eine editierbare Tabelle, mit je einer Spalte pro Bereitstellungsalternative, realisiert. Die Eingabefelder erlauben die Eingabe numerischer Werte für die jeweiligen Kostenblöcke (als Angabe in Euro). Diese Kostenblöcke sind, dem Beispiel in Kapitel 6 entsprechend, entnommen. Weiterhin steht ein

Eingabefeld für die Angabe der Anzahl der Monate des geplanten Releaselebenszyklus zur Verfügung. Dieses ist als Pflichtfeld ausgewiesen, da dieser Wert für spätere Berechnungen zwingend benötigt wird. Innerhalb dieser Seite sind die JavaScript-Berechnungsfunktionen für die Entwicklungskosten der jeweiligen Bereitstellungsalternative implementiert. Die berechneten Entwicklungskosten werden ebenfalls, wie die Benutzereingaben, im Local Storage des Browsers gespeichert, da diese bei der Berechnung der gesamten Bereitstellungskosten in Stufe 5 Verwendung finden. Ergänzend steht wieder eine Löschfunktion pro Spalte zum einfachen Zurücksetzen der Werte zur Verfügung.

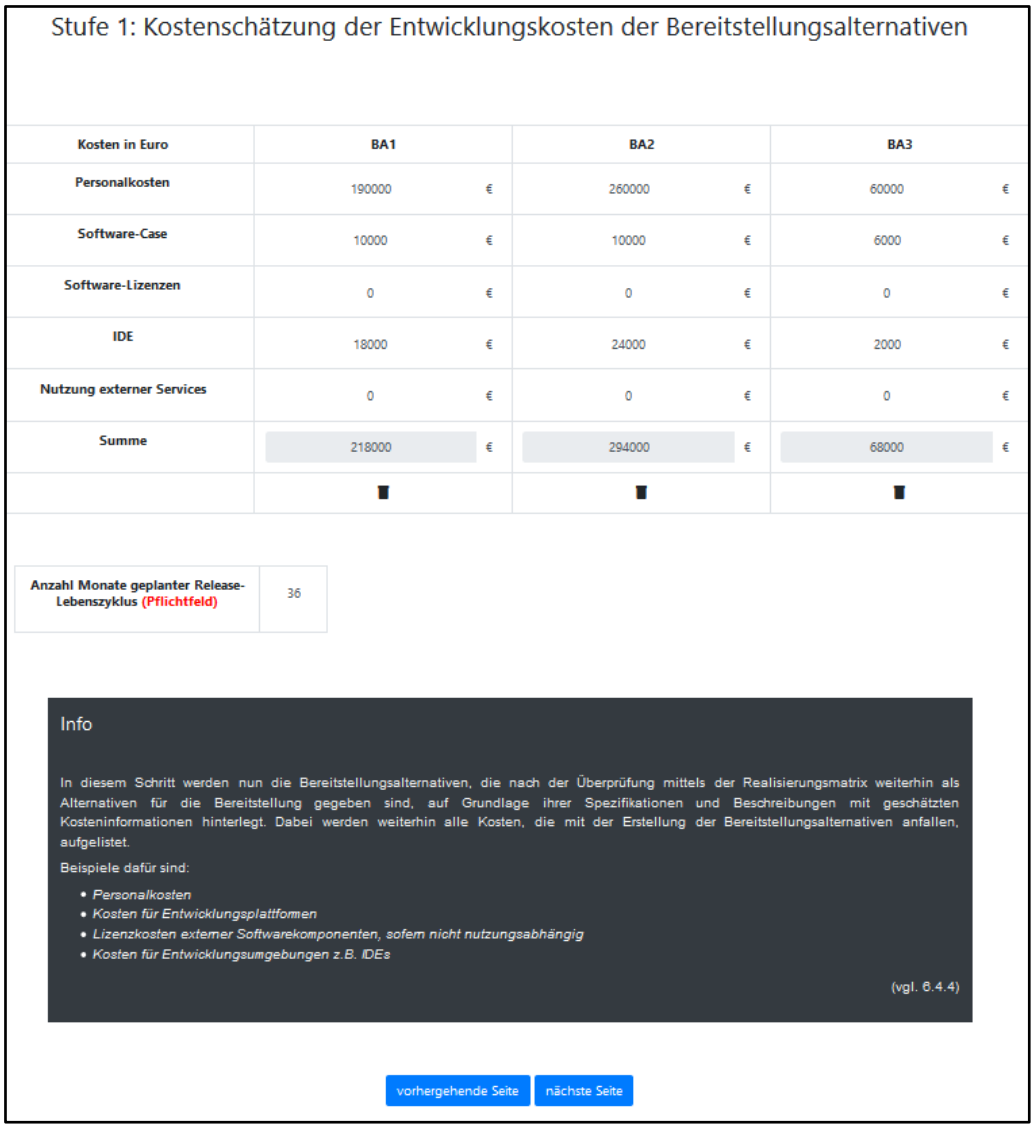


Abbildung 48: Prototyp, Stufe 1 Kostenschätzung der Bereitstellungsalternativen

7.3.5 Stufe 2: Ermittlung der Verbrauchsmengen der Bereitstellungsalternativen

Zur Ermittlung und Angabe der Verbrauchsmengen der Bereitstellungalternativen in Stufe 2 wurden für die drei betrachteten Bereitstellungsalternativen die Verbräuche des betrachteten Beispiels implementiert (Abbildung 49). Diese beinhalten die Angabe der zu benötigten Verarbeitungskapazitäten, Arbeitsspeicher-, Festplattenspeicherverbrauch und Übertragungsmenge der Internetanbindung. Diese Verbrauchswerte können für einen Standardkunden angegeben werden und stellen die nutzungsabhängigen Verbrauchswerte dar. Darüber hinaus erfolgt die Abfrage der nutzungsunabhängigen Verbrauchswerte für die gleichen Verbrauchsformen. Die Anwendung errechnet bei Eingabe die Gesamtsummen der Verbrauchswerte für den Marktstart automatisch. Hierfür sind die Zusatzfelder zur Pflichtangabe der „Anzahl Kunden zum Marktstart“ sowie die „Durchschnittliche Anzahl Kunden in Release-Lebenszyklus“ notwendig, die vom Nutzer zu Beginn von Stufe 2 anzugeben sind. Die JavaScript-Funktionen für die Berechnung einzelner Verbrauchssummen sind innerhalb der Seite platziert. Die berechneten Werte sowie die Nutzereingaben werden im Local Storage des verwendeten Browsers gespeichert. Eine Löschfunktion erlaubt das einfache Zurücksetzen der von den Nutzern getroffenen Eingaben.

Eigenschaften	BA1	BA2
Verbrauchswerte Standardkunde (nutzungsabhängig)		
Verarbeiten eines Vertrages (CPU) in tmpC	7000	8500
Verarbeiten von drei Verträgen (CPU) in tpmC	21000,00	25500,00
Durchschnittlicher Speicherbedarf pro Standardkunde in GB	3,91	4,38
RAM Bedarf pro Standardkunde in GB	1	1,5
Traffic des Standardkunden pro Monat in GB	3,91	4,38
Verbrauchswerte bei 30 Standardkunden (Marktstart)(nutzungsabhängig)		
Verarbeiten eines Vertrages (CPU) pro Standardkunde in tmpC	210000,00	255000,00
Verarbeiten von drei Verträgen (CPU) pro Standardkunde in tpmC	630000,00	765000,00
Durchschnittlicher Speicherbedarf bei 30 Standardkunden in GB	117,30	131,40
RAM Bedarf bei 30 Standardkunden in GB	30,00	45,00
Traffic pro Monat für 30 Standardkunden in GB	117,30	131,40
Verbrauchswerte Anwendung (nutzunngsunabhängig)		
CPU in tmpC	60000	85000
Storage in GB	20	40
RAM Bedarf Anwendung in GB	16	24
Summe der Verbrauchswerte zum Marktstart		
CPU in tmpC	690000,00	850000,00
Storage	137,30	171,40
RAM Bedarf Anwendung in GB	46,00	69,00
Traffic pro Monat in GB	117,30	131,40
	🗑	🗑

Abbildung 49: Prototyp, Stufe 2 Ermittlung der Verbrauchsmengen der BA

7.3.6 Stufe 3: Festlegen der Produktionsvarianten

Teilstufe 3.1: Bestimmung der Produktionsarchitekturalternativen

Nach einer Informationsseite zur Stufe 3 gelangt der Nutzer zur Teilstufe 3.1. An dieser Stelle erfolgt die Bestimmung und Angabe der Produktionsarchitekturalternativen. Es besteht die Möglichkeit, eine Abbildung (beispielsweise Netzwerkschema oder UML-Diagramm) zur Beschreibung der einzelnen Produktionsarchitekturalternativen einzufügen. Weiterhin können über vorgegebene Attribute die betrachteten Produktionsarchitekturalternativen beschrieben werden. Die hinterlegten Eingaben der Nutzer werden im Local Storage des verwendeten Browsers gespeichert. Eine Löschfunktion erlaubt auch hier das einfache Zurücksetzen der getroffenen Nutzereingaben.

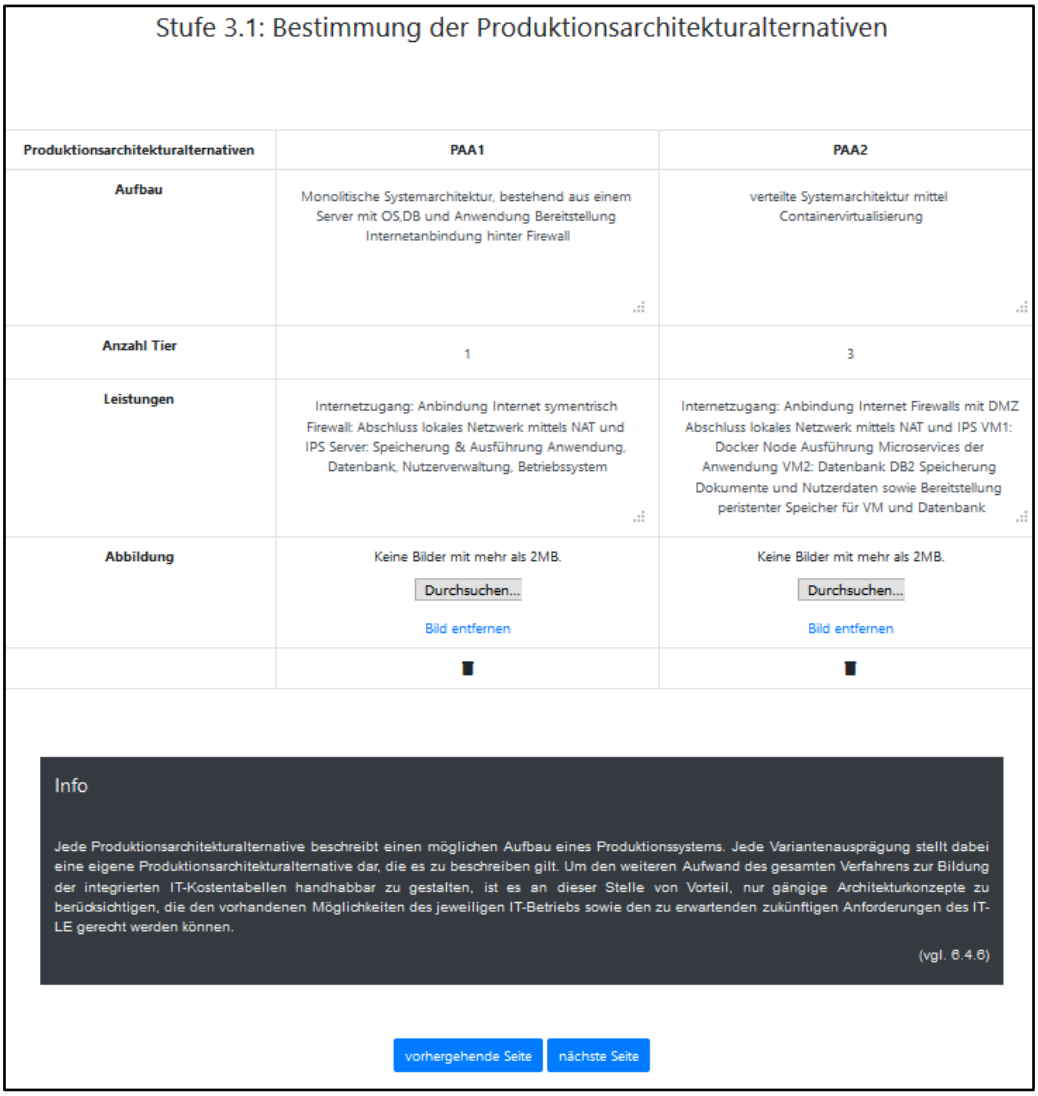


Abbildung 50: Prototyp, Stufe 3.1 Bestimmung der Produktionsarchitekturalternativen

Teilstufe 3.2: Ermittlung der Produktionsvarianten

Die Ermittlung der Produktionsvarianten entspricht im Wesentlichen der Implementierung zur Erstellung der Realisierungsmatrix (vgl. 7.3.3) innerhalb des Prototyen. Sie stellt damit eine Tabelle dar, die in den Spalten die jeweils betrachteten Bereitstellungsalternativen und in den Zeilen die betrachteten Produktionsplattformen darstellt. Erweitert wurde die Ansicht um die betrachteten Produktionsarchitekturalternativen, die in der vorhergehenden Teilstufe 3.1 eingeführt wurden. Checkbox-Elemente erlauben die Auswahl der möglichen Produktionsvarianten, wobei diese aufgrund des betrachteten Beispiels in dieser prototypischen Umsetzung vorausgewählt und nicht editierbar umgesetzt sind. Weiterhin wurde wieder eine Funktion zum einfachen Zurücksetzen der Benutzereingaben geschaffen.

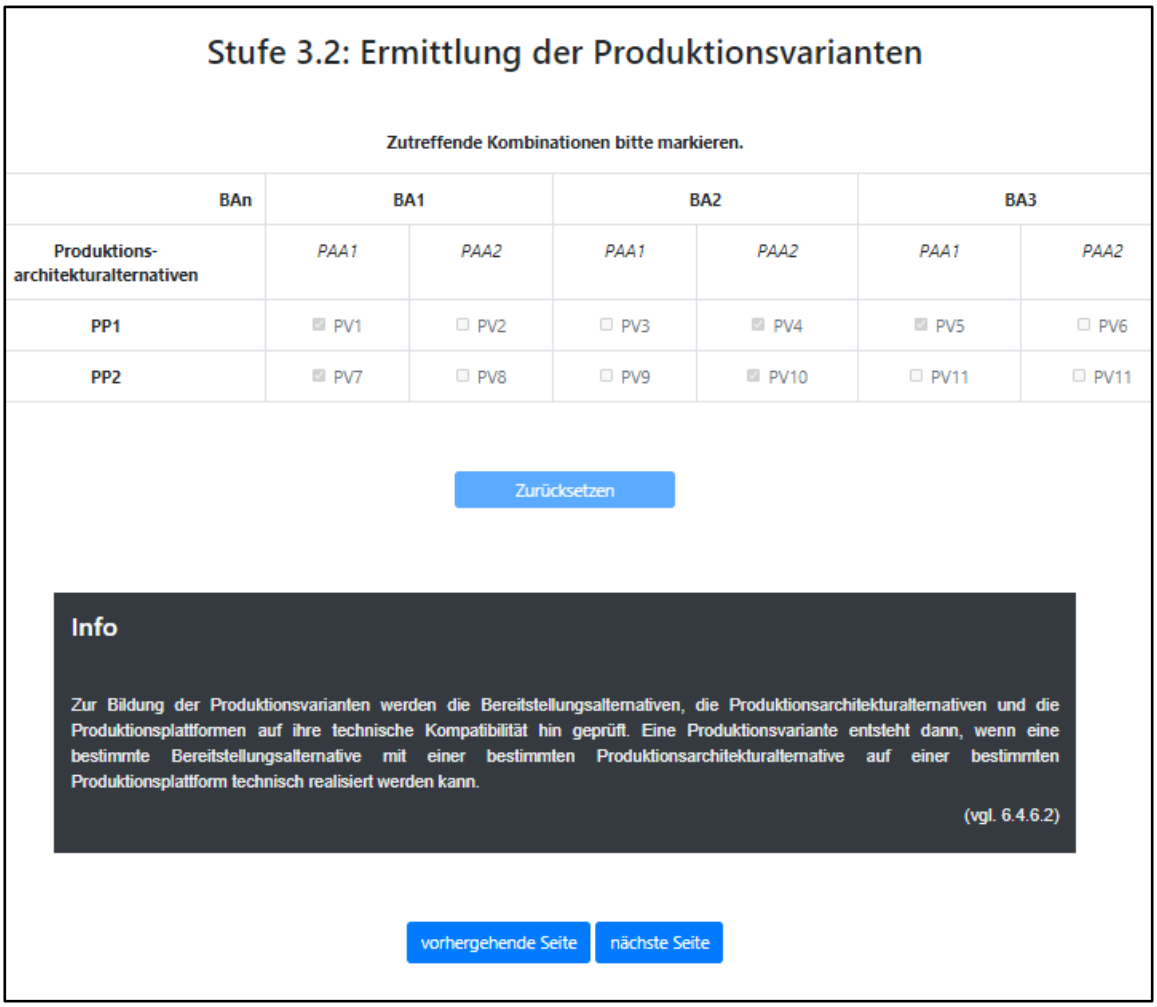
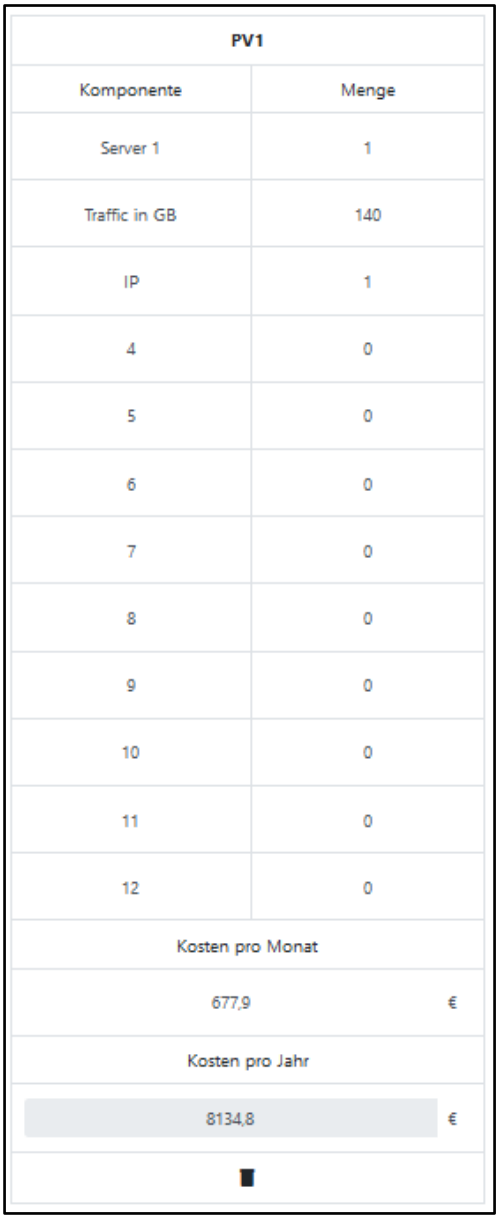


Abbildung 51: Prototyp, Stufe 3.2 Ermittlung der Produktionsvarianten

7.3.7 Stufe 4: Ermittlung der Kosten der Produktionsvarianten

Teilstufe 4.1: Ermittlung der Infrastrukturkosten pro Produktionsvariante

Nach einer weiteren Informationsseite, die den Hintergrund und das Vorgehen in Stufe 4 erläutert, gelangt der Nutzer zu Teilstufe 4.1. Diese Teilstufe erlaubt, für alle am Ende von Stufe 3 ermittelten realisierbaren Produktionsvarianten, die Ermittlung der Infrastrukturkosten. Hierfür steht für jede Produktionsvariante eine eigene Eingabemaske in Form einer berechnungsfähigen Tabelle zur Verfügung (Abbildung 52). Die Komponenten einer Produktionsvariante, in Abhängigkeit der jeweiligen Produktionsarchitekturalternative können hier, mit ihren spezifischen Kosten der jeweils betrachteten Produktionsplattform hinterlegt werden. Darüber hinaus werden die zu erwartenden monatlichen Infrastrukturkosten als jährliche Kosten hochgerechnet. Die eingegebenen und berechneten Werte werden zur weiteren Verwendung im Local Storage des verwendeten Browsers gespeichert. Eine Löschfunktion pro Produktionsvariante erlaubt auch an dieser Stelle das einfache Zurücksetzten der eingegebenen und berechneten Werte.



PV1	
Komponente	Menge
Server 1	1
Traffic in GB	140
IP	1
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
Kosten pro Monat	
677,9	€
Kosten pro Jahr	
8134,8	€

Abbildung 52: Prototyp, Stufe 4.1 Ermittlung der Infrastrukturkosten pro PV

Teilstufe 4.2 Kosten der Produktion pro Produktionsvariante

In der anschließenden Teilstufe 4.2 erfolgt die Ermittlung der Kosten der Produktion. Hierbei gibt der Prototyp dem Beispiel aus Kapitel 6 folgend, zwei Arten der betrachteten Betriebsunterstützung (24x7 und 8-18Uhr werktags) für die Produktionsvarianten vor sowie zwei Kostenstellen für die im Beispiel betrachteten Varianten des Endkunden-Support. Über vorgegebene Kostenstellentabellen ist es möglich, die Kosten der Produktion der Produktionsvarianten anzugeben. Die Kosten der verwendeten IaaS-Infrastrukturen werden aus den Daten der Teilstufe

4.1 in diesem Schritt übernommen. Die Kostenstellen sind berechnungsfähig umgesetzt. Dies bedeutet, dass die Material-, Kapital-, Primär- und Sekundärkosten anhand der Kostenstellenkosten berechnet werden. Diese sind daher als nicht editierbare Ausgaben umgesetzt. Eine Umlage auf einen Nutzer (Standardkunde) wird automatisch berechnet. Hierfür wird die Angabe der „*Anzahl Kunden zum Marktstart*“ aus Stufe 2 für die Berechnung verwendet. Eine Löschfunktion ermöglicht das einfache Zurücksetzen der getroffenen Eingaben.

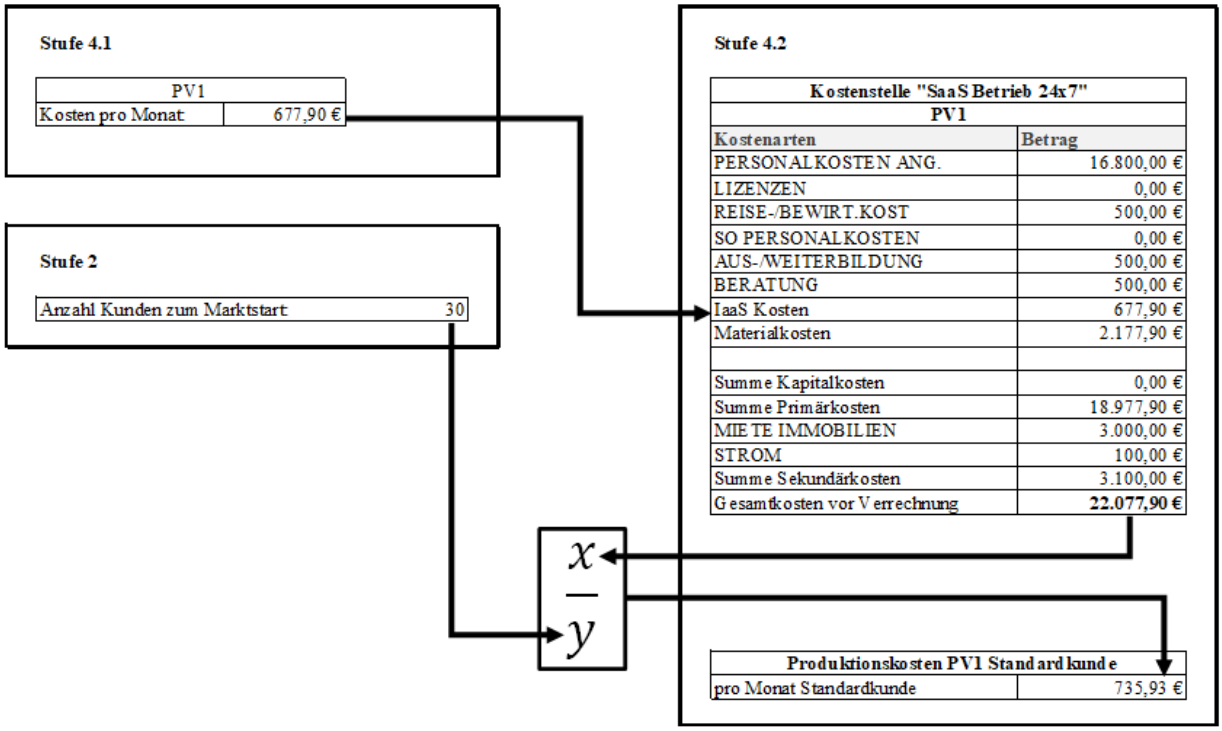
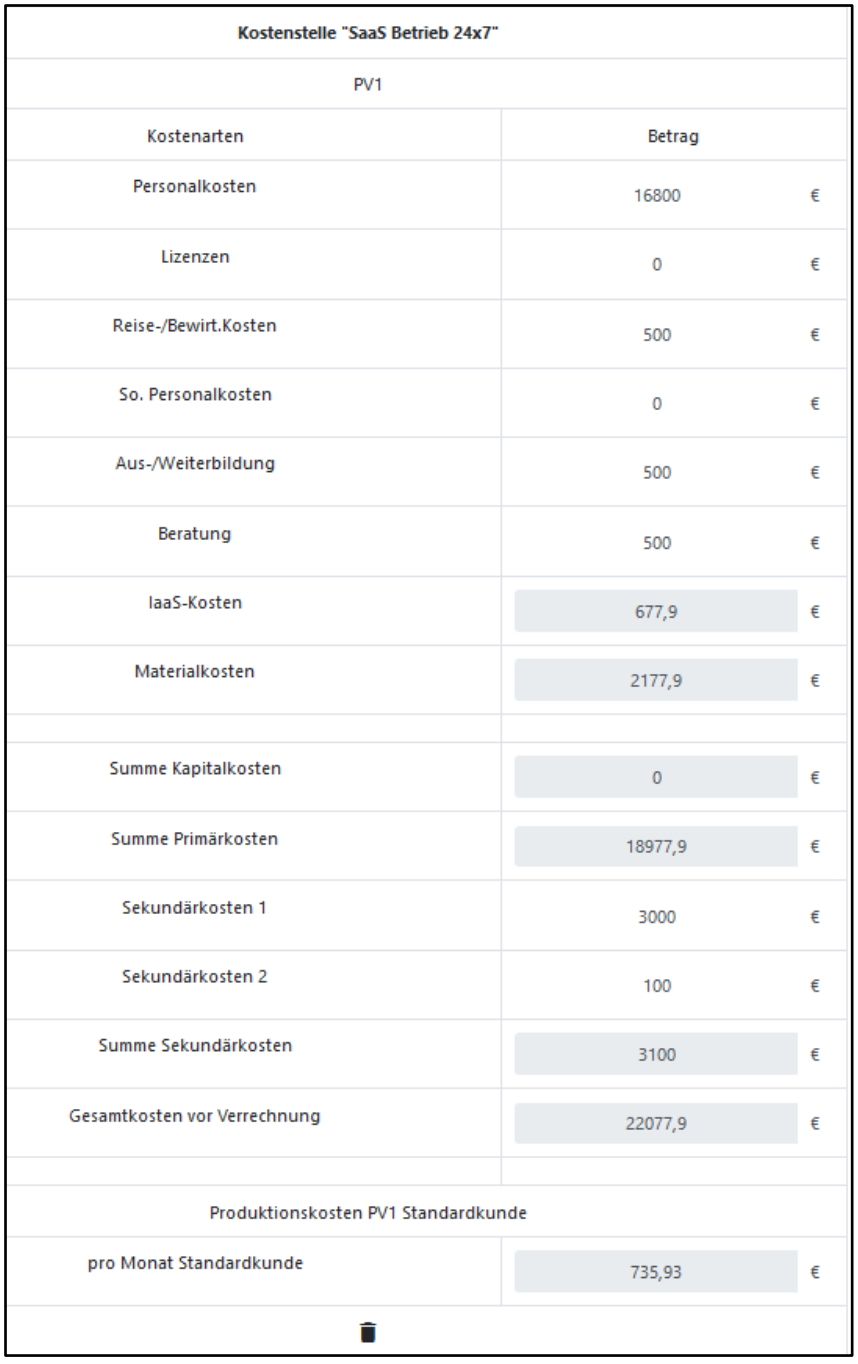


Abbildung 53: Datenflussdiagramm Teilstufe 4.2 des Prototyps



Kostenstelle "SaaS Betrieb 24x7"		
PV1		
Kostenarten	Betrag	
Personalkosten	16800	€
Lizenzen	0	€
Reise-/Bewirt.Kosten	500	€
So. Personalkosten	0	€
Aus-/Weiterbildung	500	€
Beratung	500	€
IaaS-Kosten	677,9	€
Materialkosten	2177,9	€
Summe Kapitalkosten	0	€
Summe Primärkosten	18977,9	€
Sekundärkosten 1	3000	€
Sekundärkosten 2	100	€
Summe Sekundärkosten	3100	€
Gesamtkosten vor Verrechnung	22077,9	€
Produktionskosten PV1 Standardkunde		
pro Monat Standardkunde	735,93	€

Abbildung 54: Prototyp, Stufe 4.2 Kosten der Produktion pro Produktionsvariante

Teilstufe 4.3 Erstellen der Produktionskostentabelle

Diese Stufe dient der Erstellung und Präsentation der Produktionskostentabellen. Es finden an dieser Stelle keine Eingaben des Nutzers mehr statt. Die Produktionskosten der einzelnen Produktionsvarianten werden anhand der im Local Storage gespeicherten Nutzereingaben sowie

anhand der in vorhergehenden Stufen berechneten Werte über seiteninterne JavaScript-Implementierungen berechnet. Zur übersichtlichen Darstellung ist für jede betrachtete Form der Betriebsunterstützung eine eigene Produktionskostentabelle angelegt.

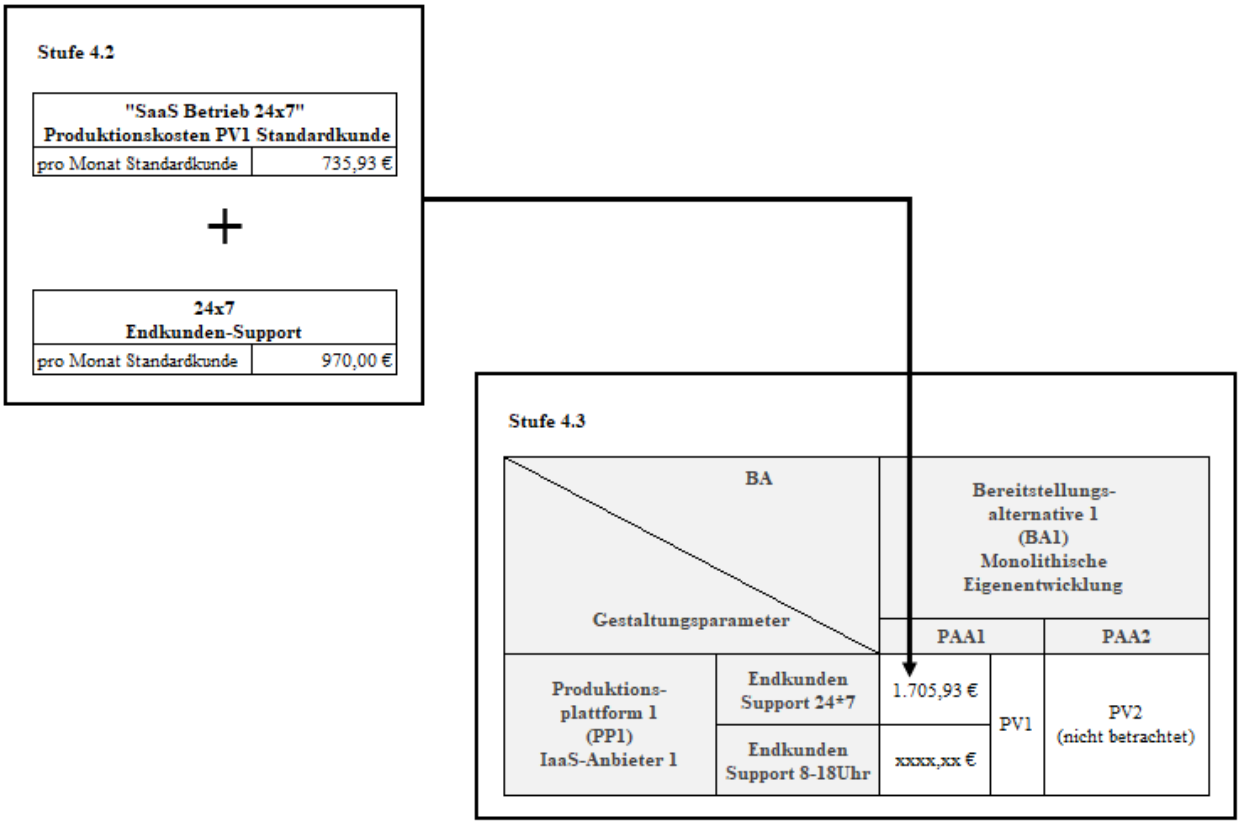


Abbildung 55: Datenflussdiagramm Teilstufe 4.3 des Prototyps

BAn / PPn / Gestaltungsparameter		BA1		
		PAA1		PAA2
PP1	Endkunden Support 24x7	1705,93 €	PV1	PV2 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	1169,26 €		
PP2	Endkunden Support 24x7	1817,41 €	PV7	PV8 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	1280,74 €		

Abbildung 56: Prototyp, Stufe 4.3 Erstellen der Produktionskostentabelle

7.3.8 Stufe 5: Integration der Kosteninformationen

In der abschließenden Stufe 5 des Verfahrens erfolgt die Umlage der Entwicklungskosten und deren Integration in die zuvor erstellte Produktionskostentabelle zur finalen integrierten IT-Kostentabelle (siehe Abbildung 57). Aufgrund der Orientierung des Prototyps an dem zentralen Beispiel „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung*“ ist in dieser Stufe die Darstellung der zwei Produktionskostentabellen aus Teilstufe 4.3 zur Abbildung der zwei betrachteten Betriebsunterstützungsmodelle übernommen wurden, auf die die Kosten der Bereitstellungsalternativen für die betrachteten Produktionsvarianten umgelegt werden.

Zusätzlich zur Darstellung innerhalb der integrierten IT-Kostentabelle sind die errechneten Kosten aller Produktionsvarianten optisch vergleichbar mittels Balkendiagrammen dargestellt (siehe Abbildung 58). Dies soll dem Nutzer helfen, schnell die Produktionsvariante mit den geringsten Kosten zu identifizieren. Mittels eines „Klicks“ auf die Ausgabefelder der integrierten IT-Kostentabellen wird pro Produktionsvariante eine Einzelkostendarstellung als Kreisdiagramm angezeigt, um dem Nutzer einen Eindruck von der Zusammensetzung der Gesamtkosten zu ermöglichen und den Einfluss der einzelnen Kostenblöcke auf das Gesamtergebnis zu überprüfen und einzuschätzen (siehe Abbildung 59). Anhand dieser Einzelkostendarstellung können auch Kostenblöcke identifiziert werden, die nur einen geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis aufweisen und somit für eine tiefere Betrachtung unrelevant sind.

BAn		BA1		
PPn / Gestaltungsparameter		PAA1		PAA2
PP1	Endkunden Support 24x7	1843,56 €	PV1	PV2 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	1306,89 €		
PP2	Endkunden Support 24x7	1955,04 €	PV7	PV8 (nicht betrachtet)
	Endkunden Support 8-18Uhr	1418,37 €		

Abbildung 57: Prototyp, Stufe 5 Integration der Kosteninformationen

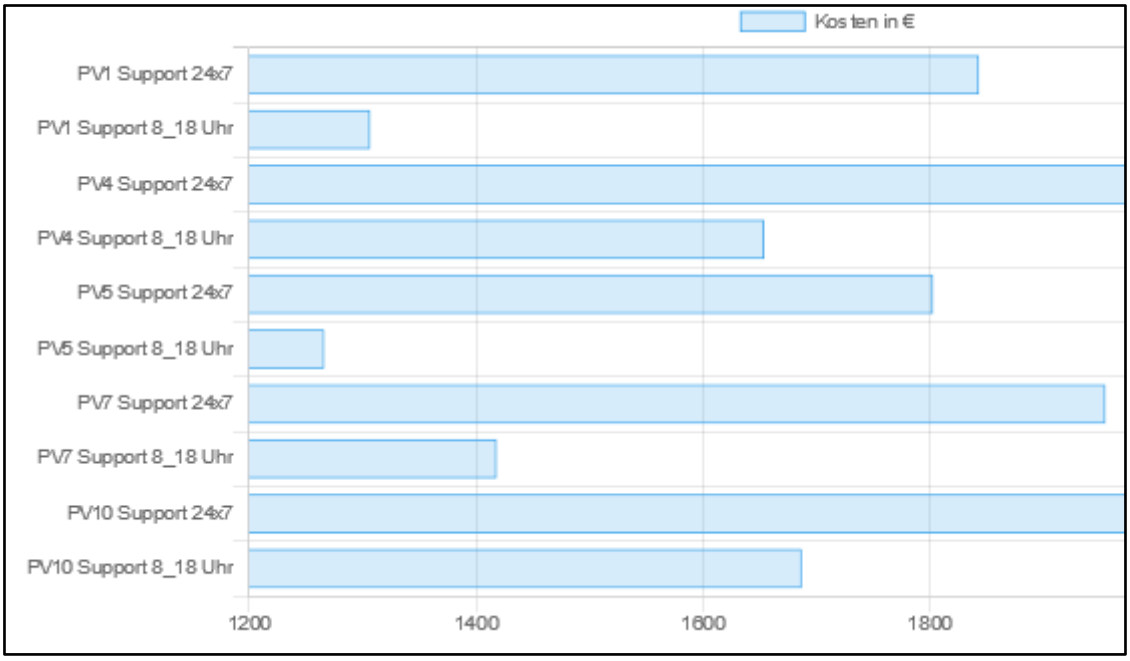


Abbildung 58: Prototyp, Balkendiagrammdarstellung einer Produktionsvariante

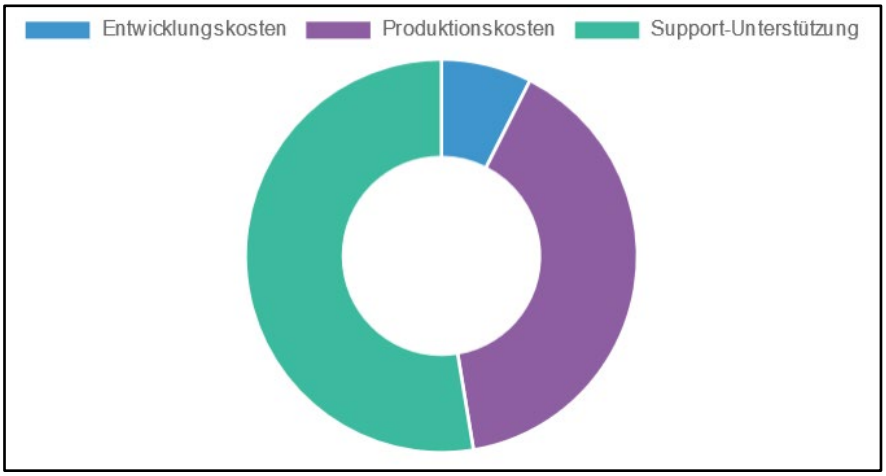


Abbildung 59: Prototyp, Kreisdiagramm einer Produktionsvariante

Die Berechnungsfunktionen des Prototyps zur Umlage der Kosten der Bereitstellungsalternativen auf die Produktionsvarianten sind innerhalb der angezeigten Seite implementiert und greifen auf die entsprechenden Werte innerhalb des Local Storage zu. Die Berechnung erfolgt bei Aufruf der Seite. Weiterhin werden bei dem Seitenaufruf spezielle Variablen innerhalb des Lo-

cal Storage mit berechneten Werten belegt, die zur Erzeugung der Einzelkostendarstellung mittels Kreisdiagrammen verwendet werden. Aus diesen setzen sich die Kosten der Produktionsvarianten zusammen.

Abbildung 60 zeigt den Datenfluss für die Berechnung, der auf dieser Seite dargestellten integrierten IT-Kostentabelle.

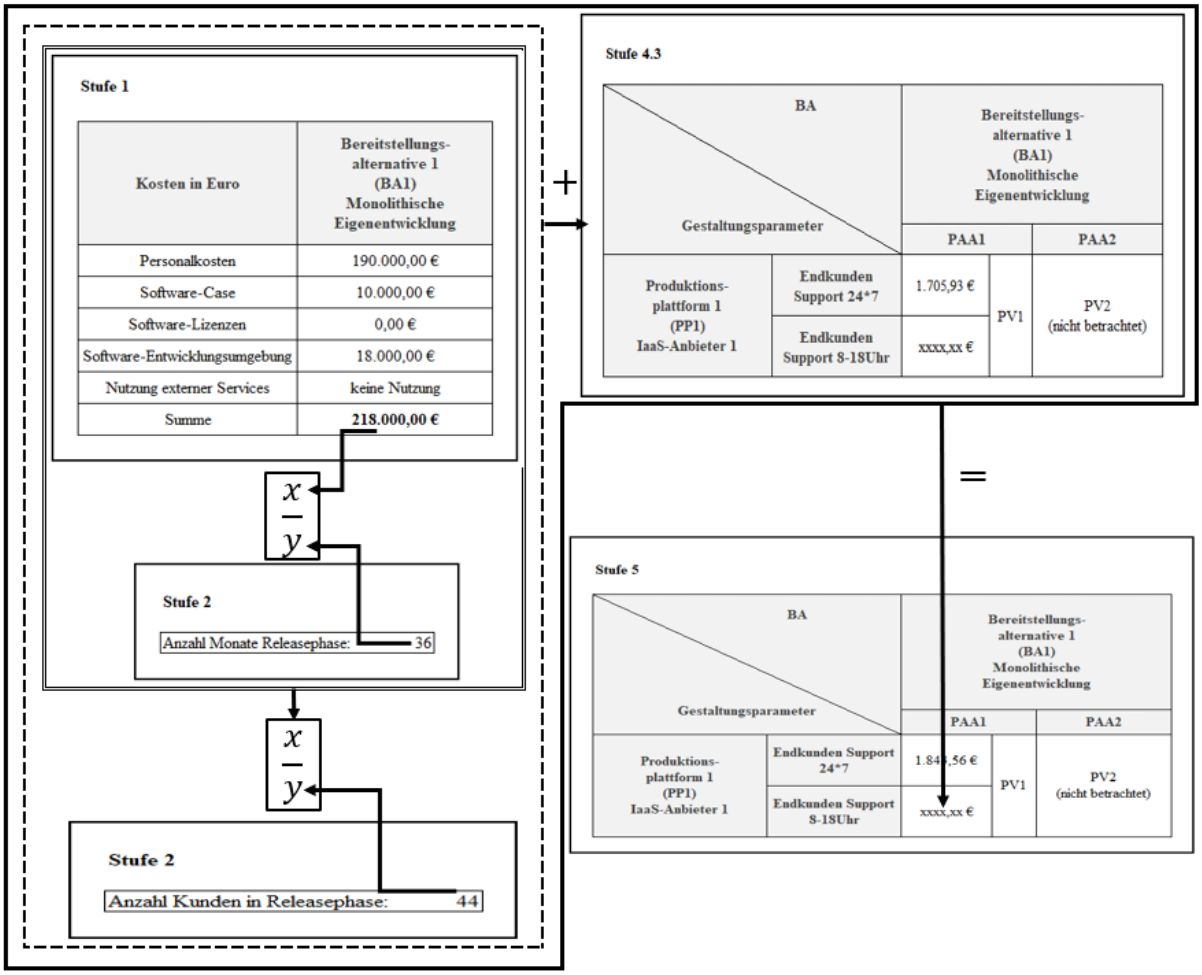


Abbildung 60: Datenflussdiagramm Stufe 5 des Prototyps

7.4 Verbesserungsmöglichkeiten des Prototyps

Die in Abschnitt 7.3 dargelegte Beschreibung der prototypischen Umsetzung des Verfahrens anhand eines konkreten Beispiels zeigt, welche grundlegenden Funktionen, Eigenschaften und Strukturen eine Softwarelösung zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen für die Bereitstellung von Software as a Service Anwendungen enthalten könnte.

Um den hier dargestellten Prototyp zu einer vollständigeren und bestenfalls universell einsetzbaren Lösung weiterzuentwickeln, sind Erweiterungen und Anpassungen nötig, die über die aktuelle Implementierung hinausgehen. Die nachfolgende Auflistung stellt erste Ideen hierzu dar, die im Fall einer Weiterentwicklung berücksichtigt werden könnten.

Aktuelle Einschränkung: Der Prototyp ist nicht generisch und bildet aktuell nur ein Fallbeispiel ab
Erweiterungsmöglichkeit: Möglichkeit, eine beliebige Anzahl von Bereitstellungsalternativen, Produktionsplattformen, Produktionsarchitekturalternativen usw. zu unterstützen. Hierzu muss der Quellcode entsprechend erweitert und modularisiert werden, um dynamisch die Berechnungs- und Eingabetabellen anhand der Nutzeranforderungen bereitzustellen. Dafür sind zusätzliche Funktionen zum einfachen Entfernen und Hinzufügen oben genannter Betrachtungen in der Oberfläche zu implementieren

Aktuelle Einschränkung: Betrachtete Betriebsunterstützungsvarianten beziehen sich auf das betrachtete Beispiel und sind nicht veränderbar
Erweiterungsmöglichkeit: Anzahl der betrachteten Betriebsunterstützungsvarianten frei wählbar für den Nutzer umsetzen

Aktuelle Einschränkung: Kostenstelleninformationen müssen manuell eingetragen werden und der Kostenstellenaufbau ist statisch vorgegeben
Erweiterungsmöglichkeit: Möglichkeit, verschiedene Daten wie Kostenstelleninformationen aus einem ERP System zu importieren (Stammdatenimport) bzw. die Anwendung mittels entsprechender Schnittstellen mit solchen Systemen zu verbinden und den Aufbau der Kostenstellen durch den Benutzer vorgeben zu lassen

Aktuelle Einschränkung: Preisinformationen der betrachteten IaaS-Anbieter müssen separat in den Preislisten (oder mittels anbietereigener Kalkulatoren) erfasst werden
Erweiterungsmöglichkeit: Hinterlegen von Preisinformationen der verschiedenen betrachteten IaaS-Anbieter in der Anwendung

Aktuelle Einschränkung: Durchgeführte Berechnungen und Nutzereingaben werden nur im Local Storage des Browsers gespeichert
Erweiterungsmöglichkeit: Exportfunktion und Druckfunktion der berechneten Ergebnisse

Aktuelle Einschränkung: Auswertungsmöglichkeit am Ende des Verfahrens nur durch die Darstellung der gesamten Bereitstellungskosten pro Produktionsvariante und grobe Darstellung der Einzelkosten.
Erweiterungsmöglichkeit: Granulare Auswertung sowie grafische Darstellung der Kostenzusammensetzung der betrachteten Produktionsvarianten

Aktuelle Einschränkung: Nutzereingaben sind aktuell nur auf Ebene der Eingabefelder nach Datentyp (Zahlenwerte oder Texteingaben) eingeschränkt

Erweiterungsmöglichkeit: Intensivere Fehlerbehandlung der Nutzereingaben mit Plausibilitätscheck und Vorgabe von Pflichtfeldern

Aktuelle Einschränkung: keine persistente Speicherung der Nutzereingaben und berechneter Daten in der Anwendung
Erweiterungsmöglichkeit: Anbindung an eine Datenbank zum persistenten Abspeichern der berechneten nutzerseitig hinterlegten Daten. Dies kann auch als Grundlage für eine iterative Anwendung des Verfahrens genutzt werden

7.5 Zusammenfassung

Dieses Kapitel stellt den Versuch dar, das in Kapitel 5.7 konzeptionierte Verfahren mittels eines prototypischen Ansatzes umzusetzen, um dessen grundsätzliche softwareseitige Abbildbarkeit zu bestätigen. Hierbei wurde bewusst der Ansatz eines bedien- und berechnungsfähigen Mock-Ups auf Basis des in Kapitel 5.7 bekannten Beispiels „*Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung*“ gewählt.

Die an die prototypische Umsetzung gestellten Anforderungen, die unter 7.2 aufgestellt wurden, sind nochmals übersichtlich zusammengefasst worden. Eine Eingrenzung für den Umfang des Prototyps ist somit vorhanden, ebenso wurde der Begriff des *Prototyps* allgemein eingegrenzt. Die eigentliche Umsetzung des Prototyps mit allen Stufen und Teilstufen wurde beschrieben. An notwendigen Stellen ergänzen grafische Abbildungen die erklärenden Texte sowie die jeweiligen Eingabeverfahren der Daten sind genannt. Ebenso wurden die für die Umsetzung des webbasierten Prototyps verwendeten Technologien benannt.

Die Datenausgabe und Präsentation der berechneten Daten bzw. die erstellten integrierten IT-Kostentabellen, die den Abschluss des Verfahrens bilden, sowie ihre grafische Aufbereitung sind ebenfalls in diesem Kapitel dargestellt. Abschließend wurden denkbare Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt, die bei einer Weiterentwicklung des Prototyps hin zu einer vollwertigen Anwendung berücksichtigt werden könnten.

8 Zusammenfassung und Ausblick

An dieser Stelle erfolgt abschließend eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit. Ein Ausblick zeigt Ideen für zukünftige Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen und Betrachtungen zum hier gezeigten Lösungskonzept.

8.1 Ergebnisse der Arbeit

Diese Arbeit stellt eine mögliche Anpassungsvariante der integrierten IT-Kostentabellen (vgl. Scheeg 2005) für die Anwendung bei der effizienten Bereitstellung von SaaS-Anwendungen dar. Ziel war es, die integrierten IT-Kostensichten aus IT-Entwicklung und IT-Produktion aus dem ursprünglichen Konzept der integrierten IT-Kostentabellen, um die Kosteninformationen unterschiedlicher IaaS-Anbieter zu erweitern sowie zusätzlich verschiedene Produktionsarchitekturen, Betriebs- und Endkunden-Support-Modelle in einem erweiterten Verfahren zu berücksichtigen, um auch unter diesen Betrachtungsfällen die Planung und Steuerung der Wirtschaftlichkeit zu ermöglichen.

Die Idee zum Thema der Arbeit entstand in der beruflichen Praxis bei der Entwicklung und dem Betrieb von SaaS-Angeboten bei mittelständigen Softwareherstellern und der daraus entstandenen Notwendigkeit zur transparenten Integration der oben genannten Kostensichten zur Entscheidungsunterstützung für die verschiedenen Umsetzungsoptionen solcher SaaS-Angebote durch Ermittlung der zu erwartenden Herstellungskosten und kostenseitigen Effizienzoptimierungen.

Nach der Einordnung der Arbeit werden anschließend im zweiten Kapitel die technischen Grundlagen zum Verständnis der Arbeit, wie das Cloud Computing mit seinen Merkmalen und Ausprägungen, die Virtualisierung, Vertriebswege von SaaS-Produkten sowie der Begriff der Arbeitslast besprochen. Die Ausführungen zum Informationsmanagement in Kapitel 3 ergänzen den Grundlagenteil dieser Arbeit und geben Einblick in die Vorgehensweisen und Aufgaben der IT-Entwicklung und IT-Produktion. Kapitel 4 stellt das Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen mittels eines zentralen Fallbeispiels vor. Durch das verwendete Beispiel werden die kostenmäßigen Unterschiede durch die verschiedenen Kombinationen aus IT-Entwicklungsalternativen und IT-Produktionsalternativen aufgezeigt. Ziel dieses Kapitels ist es dieses

Verfahren in seiner ursprünglichen Art zu betrachten und ausführlich darzustellen. Das verwendete Fallbeispiel wird zum besseren Verständnis später in Kapitel 6 bei der angepassten Lösungskonzeption dieser Arbeit wieder aufgegriffen.

Anhand einer Marktumfrage wurden in Kapitel 5 Anforderungen abgeleitet, die eine erweiterte Variante dieser integrierten IT-Kostentabellen erfüllen sollte, um für die Anwendbarkeit im Kontext des Cloud Computing bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen nutzbar zu sein. Diese Anforderungen bilden sich aus den signifikanten Erkenntnissen aus den erhobenen Datensätzen. Diese Anforderungen bilden die Grundlage zur Anpassung des unter Kapitel 4 beschriebenen ursprünglichen Verfahrens zur Erstellung der integrierten IT-Kostentabellen. Zu diesen Anforderungen zählen unter anderem die Betrachtung der Nutzung von IaaS-Plattformen zum Betrieb der bereitgestellten SaaS-Anwendungen, die Berücksichtigung verschiedener Software- und Infrastrukturkonzepte sowie die Abbildbarkeit unterschiedlicher Betriebskonzepte.

Diese Anforderungen wurden bei der Anpassung und Erweiterung des Verfahrens der integrierten IT-Kostentabellen in Kapitel 6 berücksichtigt. Das zentrale Beispiel aus Kapitel 4 wurde in Kapitel 6 wieder aufgegriffen und stellt zusammen mit den theoretischen Ausführungen in diesem Kapitel die Umsetzungsmöglichkeiten verständlich dar. Hierbei wurden in die neue Variante der integrierten IT-Kostentabellen weitere Stufen und Teilstufen ergänzt bzw. vorhandene Stufen verändert, um den ermittelten Anforderungen zu entsprechen. Eine Realisierungsmatrix aus dem ursprünglichen Verfahren mit einer zusätzlich integrierten Entscheidungsmatrix im weiteren Verlauf des Verfahrens geben die Möglichkeit zu einer Komplexitätsreduzierung. Durch die Bildung von Produktionsarchitekturalternativen und der Berücksichtigung unterschiedlicher Infrastrukturanbieter ist die Möglichkeit gegeben, Kostenkalkulatoren der betrachteten Infrastrukturanbieter zu verwenden. Damit kann die Integration der Kosteninformationen, die diese Anbieter mittels ihrer Kalkulationsrechner den Kunden anbieten, ermöglicht werden. Die Möglichkeit, Kosteninformationen für unterschiedliche Betriebsunterstützungsmodelle und Endkunden-Support-Modelle zu betrachten, wertet das Verfahren zusätzlich auf und gibt die Möglichkeit, auch derartige Blickwinkel in dem erweiterten Verfahren als Controllinginstrument und Entscheidungsunterstützung für die Bereitstellung von SaaS-Anwendungen zu berücksichtigen. Die abschließende Entscheidungsmatrix zeigt mit ihren Kosteninformationen für alle betrachteten Kombinationen durch gebildete Produktionsvarianten die kostenseitigen

Unterschiede bei einer möglichen Realisierung dieser Produktionsvarianten auf. Somit ist eine Entscheidungsfindung durch die kostenseitige Transparenz der verschiedenen Realisierungsvarianten für eine effiziente IT-Leistungserbringung im Kontext der SaaS-Bereitstellung gegeben und ein Ziel der Arbeit, die mit der Beantwortung der unter 1.2 aufgestellten ersten Forschungsfrage: „*Was muss an den vorhandenen Konzepten zur Integration der Sichten von IT-Entwicklung und IT-Betrieb angepasst werden, damit sie für den genannten Anwendungsfall bei der Bereitstellung von SaaS-Anwendungen geeignet sind?*“ erreicht.

In Kapitel 7 wurde, zur Beantwortung der zweiten aufgestellten Forschungsfrage: „*Kann die gefundene Lösung praxisnah mit einer Standardprogrammiersprache systemseitig für den allgemeinen Ansatz prototypisch abgebildet werden?*“ der Versuch unternommen, das angepasste Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen mittels eines auf modernen Webtechnologien basierenden Prototyps zu realisieren. Die an den Prototypen gestellten technischen und funktionalen Anforderungen wurden ebenfalls benannt. Durch die Erstellung eines Prototyps soll die technische Umsetzbarkeit in der Praxis aufgezeigt werden. Dabei wurden alle Stufen sowie Teilstufen des Verfahrens auf Grundlage des betrachteten Fallbeispiels der „Bereitstellung einer SaaS-Vertragsverwaltung“ samt kurzer Erläuterungstexte anschaulich umgesetzt. Dieser Prototyp beinhaltet die Möglichkeit, an jeder Stelle die vorgegebenen Beispielwerte anzupassen, um deren Einfluss auf das Endergebnis zu überprüfen. Weiterhin kann der Prototyp auch ohne vorgegebene Beispieldaten verwendet werden. Der Prototyp stellt diese Endergebnisse, die die angepassten integrierten IT-Kostentabellen darstellen, tabellarisch sowie auch grafisch in Gesamt- und Einzelkosten dar.

Das in dieser Arbeit beschriebene und prototypisch umgesetzte Verfahren zeigt einen IT-Produktionskostenkalkulator für die Bereitstellung von SaaS- Angeboten. Im Vorfeld der Bereitstellung solcher Angebote ist es möglich, durch eine Vorwärtsrechnung den Einfluss verschiedener technischer wie auch organisatorischer Ausprägungen auf die Bereitstellungskosten zu überprüfen. Hierdurch wird eine Entscheidungsunterstützung für die Ausprägungsformen solcher SaaS-Angebote gegeben und ein Verfahren zur effizienten IT-Leistungserbringung im SaaS-Kontext geschaffen das einen Wertbeitrag zum Informationsmanagement leisten kann.

Das Verfahren kann zu Anfang der Planung und Konzeptionierung neuer SaaS-Produkte verwendet werden.

Darüber hinaus kann das Verfahren iterativ angewandt werden, um zuvor getroffene Entscheidungen für die Ausprägungsformen zu solchen SaaS-Angeboten mit aktuellen Daten zu überprüfen. Außerdem kann es bei bereits bestehenden SaaS-Angeboten Hilfestellungen bieten, Veränderungsmöglichkeiten kostenseitig zu bewerten und zu optimieren. Hierfür ist eine stetige bzw. iterative Pflege der Kostenmatrix notwendig.

8.2 Einschränkungen

Nach der Zusammenfassung zum Thema dieser Arbeit und des darin entwickelten und prototypisch umgesetzten Verfahrens sollen an dieser Stelle, bevor abschließend ein Ausblick weitere Anknüpfungspunkte aufzeigt, auf Einschränkungen und Limitationen der Arbeit eingegangen werden.

Die Anwendbarkeit und die abschließende Aussagekraft der Ergebnisse und somit der Erfolg beim Einsatz des Verfahrens erfordert die Verfügbarkeit der verschiedenen nötigen Datenquellen sowie deren Qualität für die unterschiedlichen Stufen des Verfahrens z.B.: menschliche Arbeitsleistung, technische Hilfsmittel. Diese Daten müssen eventuell aus vielen verschiedenen Systemen und Datenquellen erhoben werden. Dies erfordert unter Umständen einen hohen Aufwand, dem auch ein Nutzen gegenüberstehen muss. Dieser Nutzen bzw. der Punkt, an dem Nutzen beim Einsatz des Verfahrens entsteht, muss zukünftig in der Praxis und Forschung noch gefunden und validiert werden. Die nötigen Dokumentationen für die benötigten Schätzverfahren erzeugen Aufwände, welche aus Sicht des IT-LE durch den Nutzen des Verfahrens kompensiert werden müssen. Diese Dokumentationen sollten gerade bei wiederkehrenden Prozessen, IT-Leistungserbringungen, Entwicklungen durchgeführt werden, um einem positiven Einfluss auf das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu haben.

Mittels des in Kapitel 7 entwickelten Prototyps konnte aufgezeigt werden, dass das entwickelte angepasste Verfahren in einer Standardprogrammiersprache umgesetzt werden kann. Der entwickelte Prototyp ist statisch entwickelt. Das bedeutet, dass der Prototyp alle Stufen und Teilstufen des beschriebenen Verfahrens abbildet und die vorhandenen Eingabefelder und Fallbetrachtungen wie zum Beispiel die Anzahl an Bereitstellungs- und Produktionsalternativen fest vorgegeben ist. Dies betrifft auch die Anzahl und den Aufbau der vorgegebenen Kostenstellen für die Betriebs- und Support-Unterstützung. Weiterhin ist die Speicherung der eingegebenen

Daten durch den Nutzer nicht persistent umgesetzt. Diese und weitere Verbesserungen des Prototyps bieten somit die Möglichkeit, diesen zu einer vollwertigen programmatischen Umsetzung des Verfahrens weiterzuentwickeln.

8.3 Ausblick

Die Arbeit an diesem Thema machte deutlich, dass es aktuell an einer integrierten Sicht von IT-Entwicklung und IT-Produktion im Kontext der SaaS-Bereitstellung fehlt. Im Hinblick auf die hohen Kosten für die Entwicklung, Bereitstellung und den Betrieb unter der Zuhilfenahme von darunterliegenden IaaS-Diensten macht an dieser Stelle die Notwendigkeit der Effizienzoptimierung bei dieser Form der SaaS-Bereitstellung essenziell.

Das in dieser Arbeit beschriebene angepasste Verfahren der integrierten IT-Kostentabellen und ihre Erstellung für die Anwendung im SaaS-Kontext stellt nur einen ersten Schritt dar und stellt nur eine mögliche Variante vor. Weitere Forschung und Arbeiten zu diesem Thema und damit die weitere Anpassung bzw. Veränderung des Verfahrens sind notwendig, um die genannten Einschränkungen und Limitationen dieser Arbeit auszuräumen.

Das gefundene Verfahren sollte zukünftig in der Praxis validiert werden. Diese Validierung hat nicht innerhalb dieser Arbeit stattgefunden, da diese einen qualitativen und quantitativen Umfang bedeutet hätte, der den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Abschließend soll an dieser Stelle eine Aufstellung von Anknüpfungspunkten zu weiteren Forschungen für Erweiterungen und tiefergehende Betrachtungen zum Thema dieser Arbeit gegeben werden. Eine zukünftige Validierung des beschriebenen Verfahrens in der Praxis würde die Möglichkeit bieten die hier beschriebenen Methoden und definierten Stufen des Verfahrens genauer zu untersuchen und zu verbessern. Auch können bei mehreren Fallstudien die Potenziale zur Effizienzsteigerung genauer bestimmt werden.

Zusätzlich zur Validierung des Verfahrens sei nun eine Auflistung von Anknüpfungspunkten und Aspekten genannt, die entweder aus zeitlichen Gründen keinen Einzug in die aktuellen Betrachtungen gefunden haben oder sich erst während der Bearbeitung des Themas als weitere Anknüpfungspunkte sowie Fragestellungen ergaben. Unterteilt sind diese Anknüpfungspunkte in produktbezogene, entwicklungsbezogene und produktionsbezogene Fragestellungen.

- *Produktbezogene Fragestellungen zu den betrachteten SaaS-Produkten*
  Die in dieser Arbeit betrachteten SaaS-Produkte wurden nicht näher differenziert. Oftmals ist bei den am Markt anzutreffenden SaaS-Anwendungen eine Differenzierung (Produktdifferenzierung) anzutreffen. Hierbei werden SaaS-Anwendungen in unterschiedlichen Varianten (z.B. *Basic*, *Premium*, *Advanced* oder *Freemium* Varianten), die sich meist preislich und funktional unterscheiden, angeboten. Diese Form der Produktdifferenzierung sollte bei der weiteren Forschung an dem dargestellten Verfahren berücksichtigt werden. Zwei weitere Aspekte der produktbezogenen Fragestellungen sind die erweitere Betrachtung der Schätzverfahren zur Kundenentwicklung, z.B. mittels der Berücksichtigung einer Abwanderungsrate (Churn Rate) und die iterative Produktevolution mittels eines frühzeitig verfügbaren und marktreifen „*Minimal Vendor Product*“, dass im Laufe des Produktlebenszyklus zu einer vollumfänglichen SaaS-Anwendung weiterentwickelt wird.

- *Entwicklungsbezogene Fragestellungen:*
  Moderne Entwicklungsmethoden und Vorgehensmethoden wie zum Beispiel Scrum (vgl. 3.2.1) werden in den letzten Jahren immer häufiger eingesetzt. Bei Vorgehensmethoden wie Scrum wird die Entwicklung einer Anwendung oder einer Teilkomponente einer Anwendung in kleinen iterativen Schritten durchgeführt. Diese Schritte führen nach jeder Iteration zu einem lauffähigen Inkrement der zu entwickelten Software. Der Einfluss derartiger Vorgehensmodelle auf die dargestellten Schätzmethoden innerhalb dieser Arbeit (vgl. 6.4.5) ist ein weiterer Ansatzpunkt für zukünftige Forschungsarbeiten zu dem hier dargestellten Verfahren. Die gemeinsame Entwicklung und der Betrieb von Software nach dem DevOps-Verfahren ist ebenfalls ein weiterer interessanter Anknüpfungspunkt für zukünftige Betrachtungen zur Verbesserung des entwickelten Verfahrens. Hierbei verschmelzen die Verantwortungsbereiche IT-Entwicklung und IT-Produktion zu einer Verantwortungsinstanz. DevOps und Scrum wird oft zusammen verwendet, sodass auch beides in einer Variante des hier beschriebenen Verfahrens abgebildet werden müsste. Weiterhin gilt es aufgrund des immer stärkeren Einsatzes von Containertechnologien (vgl. 2.5.2) in Kombination mit dem Einsatz von Microservices (vgl. 2.9.7) als Designprinzip in der Softwareentwicklung, die tiefergehende Erforschung der Möglichkeiten und Arten von Schätzverfahren für ein effizientes Kapazitäts-

und Ressourcenmanagement. Die Ergebnisse könnten Anpassungen an der Stufe 2 (vgl. 6.4.5) des Verfahrens zur Folge haben, mit den hier dargestellten Methoden sowie auf die Kostenschätzung der IT-Entwicklungsalternativen und deren Verteilung innerhalb des Softwarelebenszyklus.

- *Produktionsbezogene Fragestellungen:*
  Für die Messung des Verbrauchsverhaltens und die Ableitung an benötigten IaaS-Ressourcen der betrachteten Cloud-Anbieter ist die Schaffung gemeinsamer Kriterien für deren Vergleichbarkeit zu erforschen und gegebenenfalls zu schaffen. Unter anderen sind für die Verbrauchsmengenschätzung in Stufe 2 die vorhandenen Messverfahren/Benchmark-Verfahren nach definierten Kriterien zu vergleichen und zu verbessern, mit dem Ziel einer verbesserten gemeinsamen Vergleichbarkeit dieser IaaS-Anbieter. Eine Verbesserung der Vergleichbarkeit hätte weiterhin eine genauere Vorhersage bei der Ermittlung der Infrastrukturkosten der Produktionsarchitekturalternativen in Teilstufe 4.1 zur Folge. Weiterhin gibt das beschriebene Verfahren nur aktuell die Möglichkeit, die Bereitstellungskosten der betrachteten SaaS-Produkte auf Nutzerbasis zu ermitteln. Eine stärkere Berücksichtigung von IT-Stücklisten (wie im ursprünglichen Verfahren ab Stufe 2 vgl. 4.3.3 ff) würde die Möglichkeit schaffen, auch andere Anwendungsfälle bei der Abrechnung der angebotenen SaaS-Produkte wie zum Beispiel nach GB pro Monat zu erlauben.

Literaturverzeichnis

[Adelsberger / Drechsler 2010]

Adelsberger, Heimo; Drechler, Andreas: Ausgewählte Aspekte des Cloud-Computing aus einer IT-Management-Perspektive: Cloud Governance, Cloud Security und Einsatz von Cloud Computing in jungen Unternehmen. ICB-Research Report No.41, 2010

[Ahrendts / Marton 2008]

Ahrendts, Fabian; Marton, Anita: IT-Risikomanagement leben!. Springer Verlag, Heidelberg, 2008

[Alpar 2000]

Alpar, Paul et al.: Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik: eine Einführung in die strategische Planung, Entwicklung und Nutzung von Informations- und Kommunikationssystemen, Braunschweig/Wiesbaden, 2000

[Amazon AWS a]

Amazon: Globale Infrastruktur. https://aws.amazon.com/de/about-aws/global-infrastructure/?nc2=h_l2_cc. Zugriff am 08.02.2021

[Amazon AWS b]

Amazon: Funktionen von Amazon EC2. https://aws.amazon.com/de/ec2/features/. Zugriff am 06.05.2016

[Amazon AWS c]

Amazon: Amazon EC2 – Preise. https://aws.amazon.com/de/ec2/pricing/. Zugriff am 08.02.2020

[Amazon AWS d]

Amazon: Amazon CloudWatch. https://aws.amazon.com/de/cloudwatch/. Zugriff am 08.02.2021

[Amazon AWS e]

Amazon: AWS Elastic Beanstalk. https://aws.amazon.com/de/elasticbeanstalk/. Zugriff am 08.02.2021

[Baskerville/Pries-Heje 1999]

Baskerville, Richard; Pries-Heje, Jan: Grounded Action Research: A method for Understanding IT in Practice, In: Information and Organization, 9, 1999

[Baumöl 1998]

Baumöl, Ulrike: Die (R-) Evolution im Informationsmanagement. Springer Galber, 1998

[Baun et al. 2011]

Baun, Christian et al.: Cloud Computing – Web-basierte dynamische IT-Services, 2. Auflage Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2011

[Baun 2017]

Baun, Christian: Betriebssysteme kompakt, Springer Vieweg Verlag 2017

[Bigelow]

Bigelow, Stephen J.: Fünf Tipps für die Auswahl von System-Management-Tools. https://www.computerweekly.com/de/tipp/Fuenf-Tipps-fuer-die-Auswahl-von-System-Management-Tools, Zugriff am 06.07.2019

[BITKOM 2009]

BITKOM (Hrsg.): Cloud Computing – Evolution in der Technik, Revolution im Business, BITKOM-Leitfaden, 2009, Zugriff am: 23.11.2015

[BITKOM 2015]

BITKOM (Hrsg.): Cloud-Monitor 2015 – Cloud-Computing in Deutschland – Status quo und Perspektiven. https://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Studien/Cloud-Monitor-2015/Cloud-Monitor-2015-KPMG-Bitkom-Research.pdf, Zugriff am: 01.02 2016

[BITKOM 2018]

BITKOM (Hrsg.): Cloud Monitor 2018 https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/180607-Bitkom-KPMG-PK-Cloud-Monitor-2.pdf, Zugriff am: 13.05.2019

[BITKOM 2020]

BITKOM (Hrsg.): Cloud Monitor 2020 – Die Integrationsfähigkeit und Interoperabilität der Cloud stärken https://hub.kpmg.de/studie-cloud-monitor-2020?utm_campaign=Cloud-Monitor%202020&utm_source=AEM, Zugriff am 31.01.2021

[Bootstrap]

Getbootstrap: https://getbootstrap.com/. Zugriff am 12.07.2020

[Botta 1997]

Botta, Volkmar: Mitlaufende Kalkulation für ein frühzeitiges Kostenmanagement. In: Männel, Wolfgang (Hrsg.): Frühzeitiges Kostenmanagement – Kalkulationsmethoden und DV-Unterstützung. Galber Verlag, Wiesbaden, 1997

[Böttcher 2008]

Böttcher, Roland: IT-Servicemanagement mit ITIL V3. Heise Zeitschriften Verlag, Hannover, 2008

[Brandt-Pook / Kollmeier 2015]

Brandt-Pook, Hand; Kolmeier, Rainer: Softwareentwicklung kompakt und verständlich. 2. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015

[Brenner 1994]

Brenner, Walter: Grundzüge des Informationsmanagements, 1. Auflage, Springer, Berlin, 1994

[Broy et al. 2000]

Broy, Manfred, Ehler, Herbert; Paerch, Barbara; Rumpe, Bernhard; Thurner, Veronika: Software Engineering. Schlüssel zu Prozessbeherrschung und Informationsmanagement. TCW Report Nr. 24, Transfer-Centrum GmbH, München, 2000

[Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI a]

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI: Cloud Computing Grundlagen. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen_node.html, Zugriff am: 23.02.2016

[Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI b]

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI: IT-Grundschutz-Kompendium. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/itgrundschutz_node.html, Zugriff am: 22.02.2019

[Cloud Ecosystem e.V. 2016]

Unsere Mitglieder: https://www.cloudecosystem.org/unsere-mitglieder-2/. Zugriff am 23.11.2016

[Czuchra 2010]

Czuchra, Waldemar: UML in logistischen Prozessen, Wiesbaden 2010

[Dette 1983]

Dette, Wolfgang: Erfahrungen mit Programm-Prototypen, In: Hommel G., Krönig D. Requirements Engineering. Informatik-Fachberichte, vol 74. Springer, Berlin, Heidelberg 1983

[Deutsche Telekom a]

Deutsche Telekom: Cloud. https://cloud.telekom.de/de. Zugriff am 08.02.2021

[Deutsche Telekom b]

Deutsche Telekom: Das bieten nur die Cloud-Lösungen der Telekom im TelekomCLOUD Portal. https://cloud.telekom.de/de/ueber-uns. Zugriff am 08.02.2021

[Deutsche Telekom c]

Deutsche Telekom: Open Telekom Cloud – Abrechnungs- und Preismodelle im Überblick. https://open-telekom-cloud.com/resource/blob/data/160592/d8f082786f5da01f15e53ed1b8916bd1/open-telekom-cloud-abrechnungs-und-preismodelle.pdf. Zugriff am 08.02.2021

[Deutsche Telekom d]

Deutsche Telekom: Open Telekom Cloud. https://open-telekom-cloud.com/de. Zugriff 08.02.2021

[Deutsche Telekom e]

Deutsche Telekom: DSI vCloud. https://cloud.telekom.de/de/infrastruktur/dsi-vcloud. Zugriff am 08.02.2021

[Deutsche Telekom f]

Deutsche Telekom: Software as a Service. https://cloud.telekom.de/de/software. Zugriff am 08.02.2021

[Dunkel et al. 2008]

Dunkel, Jürgen; Eberhart, Andread; Fischer, Stefan; Kleiner, Carten; Koschel, Arne: System-Architekturen für verteilte Anwendungen. Hanser Verlag, München, 2008

[Dykckhoff/Ahn 2001]

Dyckhoff, Harald; Ahn, Heinz: Sicherstellung der Effektivität und Effizienz der Führung als Kernfunktion des Controlling. In: Krp – Kostenrechnungspraxis, Heft 2. S. 111-121., 45. Jahrgang 2001

[Ebel 2013]

Ebel, Nadin: Das kleine ITIL 2011-Buch. Pearson, München 2013

[EEMBC]

EEMBC Benchmarks: https://www.eembc.org/products/. Zugriff am 17.05.2021

[EuroCloud 2016]

Unsere Mitglieder: https://eurocloud.de/ueber-uns/mitgliederliste/. Zugriff am 20.11.2016

[Fiegler et al. 2015]

Fiegler, Anja; Zwanziger, André; Herden, Sebastian; Kiepsch, Sebastian; Dumke, Reiner: Die Betrachtung und Messbarkeit der Skalierung von Cloud-Systemen, SOA und Microservices. Erschienen in: Schmietendorf, Andreas (Hrsg.); Kunisch, Matthias: BSOA/BCloud 2015 – 10. Workshop Bewertungsaspekte service- und cloudbasierter Architekturen. Berliner Schriften zu modernen Integrationsarchitekturen. Shaker Verlag, Aachen, 2015

[Gadatsch 2005]

Gadatsch, Andreas: IT-Controlling realisieren. 1. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag., Wiesbaden, 2005

[Gadatsch 2009]

Gadatsch, Andreas: IT-Controlling – Konzepte und aktuelle Situation in der Praxis. Erschienen in: Wirtschaftsinformatik, Ausgabe Juni 2009, S. 295-305, Springer Verlag, 2009

[Gadatsch 2012]

Gadatsch, Andreas: IT-Controlling. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012

[Gadatsch 2016]

Gadatsch, Andreas: IT-Controlling für Einsteiger. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016

[Gadatsch / Mayer 2006]

Gadatsch, Andreas; Mayer, Elmar: Masterkurs IT-Controlling. 3. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden, 2006

[German Cloud 2016]

https://www.german-cloud.de. Zugriff am 15.11.2016

[Google a]

Google: Compute Engine. https://cloud.google.com/compute/?hl=de. Zugriff am 07.02.2021

[Google b]

Google: Google App Engine: https://cloud.google.com/appengine/?hl=de. Zugriff am 04.02.2021

[Google c]

Google: Businesstools für alle Anforderungen. https://workspace.google.com/intl/de/features/. Zugriff am 04.02.2021

[Google d]

Google: Die Preismodelle im Vergleich. https://workspace.google.com/intl/de/pricing.html. Zugriff am 04.02.2021

[Großmann / Koschek 2005]

Großmann, Martina; Koschek, Holger: Unternehmensportale – Grundlagen, Architekturen, Technologien. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2005

[Hanser 2010]

Hanser, Eckhart: Agile Prozesse: Von XP über Scrum bis MAP. Springer Verlag, Heidelberg, 2010

[Heinrich / Lehner 2005]

Heinrich, Lutz J.; Lehner, Franz: Informationsmanagement, 8. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, 2005

[Herden et al. 2006]

Herden, Sebastian; Rautenstrauch, Claus; Zwanziger, André: Software-Architekturen für das E-Business – Enterprise-Application-Integration mit verteilten Systemen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006

[Herrmann 2008a]

Herrmann, Wolfgang: Die geplante Revolution. In: Computerwoche, Nr. 50, 2008, https://www.computerwoche.de/a/die-geplante-revolution,1881561, Zugriff am 16.04.2016

[Herrmann 2008b]

Hermann, Wolfgang: Die wichtigsten Cloud-Anbieter im Überblick. https://www.computerwoche.de/a/die-wichtigsten-cloud-anbieter-im-ueberblick,1881599. Zugriff am 14.05.2019

[Huber 2011]

Huber, Markus; Huber, Gerda: Prozess- und Projektmanagement für ITIL. Vieweg+Teuber Verlag, Wiesbaden, 2011

[IBM a]

IBM: IBM Cloud Products. https://www.ibm.com/cloud/products. Zugriff am 03.02.2021

[IBM b]

IBM: Global locations for your global business. https://www.ibm.com/cloud/data-centers/. Zugriff am 03.02.2021

[IBM c]

IBM: IBM Cloud-Preisstruktur. https://cloud.ibm.com/gen1/infrastructure/provision/vs. Zugriff am 03.02.2021

[IBM d]

IBM: Erstellen Sie smarte mobile Services und Anwendungen mit der IBM Cloud. https://www.ibm.com/de-de/cloud/mobile. Zugriff am 03.02.2021

[ISG 2019]

ISG: ISG Provider Lens Germany 2019 – Cloud Transformation/ Operation Services & XaaS. https://isg-one.com/docs/default-source/default-document-library/pm-ipl-cloud-transformation-2019.pdf?sfvrsn=6cf1c931_0. Zugriff am 12.04.2021

[jQuery]

The jQuery Foundation: https://jquery.com/. Zugriff am 12.07.2021

[Kunisch 2015]

Kunisch, Matthias: Drei Modelle für Cloud-Marktplätze. https://www.computerwoche.de/a/drei-modelle-fuer-cloud-marktplaetze,3090119. Computerwoche 2015. Zugriff am 22.05.2019

[Krcmar 2011]

Krcmar, Helmut: Einführung in das Informationsmanagement. Springer, Berlin, 2011

[Krypczyk 2017]

Krypczyk, Veikki; Bochkor, Olena: Die Grundlagen des Softwarevertriebs. https://entwickler.de/online/development/grundlagen-softwarevertrieb-244666.html. Zugriff am 27.05.2019

[Labes 2012]

Labes, Stine; Zarnekow, Rüdiger (Hrsg.): Grundlagen des Cloud Computing – Konzept und Bewertung von Cloud Computing. In: Projektberichte IKM Band 01, Technische Universität Berlin, 2012

[Lampe 2010]

Lampe, Frank: Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010

[Lassmann et al. 2006]

Lassmann, Wolfgang (Hrsg.) et al.: Wirtschaftsinformatik – Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Galber Verlag, Wiesbaden, 2006

[Laußer 2010]

Laußer, Gerhard: Nagios – Das Praxisbuch. Addison-Wesley Verlag, München, 2010

[Leclerque 2015]

Leclerque, Karsten: Cloud-Marktplätze im Vergleich. https://www.computerwoche.de/a/cloud-marktplaetze-im-vergleich,3108523. Zugriff am 23.03.2016

[Masak 2005]

Masak, Dieter: Moderne Enterprise Architekturen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005

[Meir-Huber 2011]

Meir-Huber, Mario: Cloud Computing. entwickler.press, Frankfurt am Main, 2011

[Microsoft Azure a]

Microsoft: Azure-Lösungen. https://azure.microsoft.com/de-de/solutions/. Zugriff am 02.02.2021

[Microsoft Azure b]

Microsoft: Azure-Regionen. https://azure.microsoft.com/de-de/global-infrastructure/. Zugriff am 02.02.2021

[Microsoft Azure c]

Microsoft: Datenbanken. https://azure.microsoft.com/de-de/product-categories/databases/. Zugriff am 03.02.2021

[Microsoft Azure d]

Microsoft: Virtual Maschines. https://azure.microsoft.com/de-de/services/virtual-machines/. Zugriff am 02.02.2021

[Microsoft Azure e]

Microsoft: Data Series: Exploring Windows Azure Drives, Disks, and Images. https://azure.microsoft.com/es-es/blog/data-series-exploring-windows-azure-drives-disks-and-images/. Zugriff am 03.02.2021

[Microsoft Azure f]

Microsoft: Azure Service Fabric. https://azure.microsoft.com/de-de/services/service-fabric/. Zugriff am 03.02.2021

[Microsoft Azure g]

Microsoft: Was ist SaaS?. https://azure.microsoft.com/de-de/overview/what-is-saas/. Zugriff am 03.03.2021

[Microsoft Azure h]

Microsoft: Virtuelle Linux-Computer Preise. https://azure.microsoft.com/de-de/pricing/details/virtual-machines/linux/. Zugriff am 03.02.2021

[Microsoft Azure i]

Microsoft: Azure Monitor. https://docs.microsoft.com/de-de/azure/azure-monitor/overview, Zugriff am 03.04.2019

[Microsoft Azure j]

Microsoft: Azure Monitor – Preise. https://azure.microsoft.com/de-de/pricing/details/monitor/, Zugriff am 03.04.2019

[Microsoft System Center]

https://www.microsoft.com/de-de/cloud-platform/system-center, Zugriff am 07.07.2019

[Mouat 2016]

Mouat, Adrian: Docker – Software entwickeln und deployen mit Containern. dpunkt.verlag, Heidelberg, 2016

[Meinel et al. 2011]

Meinel, Christoph; Willems, Christian; Roschke, Sebastian; Schnjakin, Maxim: Virtualisierung und Cloud Computing: Konzepte, Technologiestudien, Marktübersicht. In: Technische Berichte Nr. 44 des Hasso-Plattner-Instituts für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 2011

[National Institute of Standards and Technology – NIST 2011]

National Institute of Standards and Technology: The NIST Definition of Cloud Computing. 2011, http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf, Zugriff am 05.02.2016

[OpenNMS]

https://www.opennms.org/de. Zugriff am 06.07.2019

[Österle et al. 1992]

Österle, Hubert; Brenner, Walter; Hilbers, Konrad: Unternehmensführung und Informationssystem – Der Ansatz des St. Galler Informations-Managements. 2. Auflage, Teuber, Stuttgart 1992

[Österle/Winter 2003]

Österle, Hubert; Winter, Robert: Business Engineering, Heidelberg 2003

[Pinnow 2009]

Pinnow, Alexander: Das Rechenzentrum als Produktionsstätte für IT-Dienstleistungen – Kapazitätswirtschaft in virtualisierten Rechenzentren. Dissertation, eingereicht an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2009

[Pomberger et al. 1992]

Pomberger, Gustav; Pree, Wolfgang; Stritzinger, Alois: Methoden und Werkzeuge für das Prototyping und ihre Integration, Informatik Forschung und Entwicklung, Vol. 7, S. 49-61, Springer-Verlag, 1992

[Prometheus]

https://prometheus.io/, Zugriff am 06.07.2019

[Pröhl 2016]

Pröhl, Thorsten; Zarnekow, Rüdiger (Hrsg.): Preisvorteile durch frei konfigurierbare Instanzen im Rahmen des Cloud Computing, In: Research papers in information systems management Band 16, Universitätsverlag der TU Berlin, 2016

[Rapschläger 2013]

Rapschläger, Jonas: Entscheidungsfindung im Cloud Computing – Konzeption und Analyse eines Modells zur Anbieterauswahl. Dissertation, eingereicht an der Technischen Universität Berlin, 2013

[Riempp 2004]

Riempp, Gerold: Integrierte Wissensmanagement-Systeme - Architektur und praktische Anwendung. Springer, Berlin 2004

[RPE2]

RPE2 Methodology: http://as.ideascp.com/cp/RPE2_Whitepaper.pdf. Zugriff am 17.05.2021

[Rumpe 2011]

Rumpe, Bernhard: Modellierung mit UML. Springer Verlag, Heidelberg 2011

[Sabharwal / Wali 2013]

Sabharwal, Navin; Wali, Prashant: Cloud Capacity Management. Springer Science+Business Media, New York, 2013

[Sandhaus et al. 2014]

Sandhaus, Gregor; Berg, Björn; Knott, Philip. Hybride Softwareentwicklung, Springer Verlag, Heidelberg, 2014

[Scheeg 2005]

Scheeg, Jochen Michael: Integrierte IT-Kostentabellen als Instrument für eine effiziente IT-Leistungserbringung im Informationsmanagement – Konzeption und praktische Umsetzung. Dissertation, eingereicht an der Universität St. Gallen, 2005

[Scherbaum 2009]

Scherbaum, Tobias: Praxishandbuch Nagios. O'Reilly Verlag, Köln, 2009

[Schmidt / Vieregge]

Schmidt, Walter; Vieregge, Rainer: Total Cost of Ownership. https://www.controlling-wiki.com/de/index.php/Total_Cost_of_Ownership. Zugriff am 05.01.2020

[Schnabel 2016]

Schnabel, Patrick: Load Balancing. http://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/0906201.htm. Zugriff am 12.10.2016

[Schwanengel 2014]

Schwanengel, Anna: Orts-, zeit- und kostenbasiertes Ressourcenmanagement im Cloud Computing. Dissertation, eingereicht an der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2014

[Spacewalk]

https://spacewalkproject.github.io/index.html. Zugriff am 06.07.2019

[SPECH a]

https://www.spec.org/benchmarks.html. Zugriff am 13.05.2021

[SPECH b]

https://www.spec.org/cloud_iaas2018/. Zugriff am 17.05.2021

[Starke 2011]

Starke, Gernot; Hruschka, Peter: Software-Architektur kompakt – angemessen und zielorientiert. 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2011

[Tamm 2011]

Tamm, Gerrit; Stantchev, Vladimir; Ulrich, Sebastian: Marktplätze in der Cloud – Application Stores für mobile und webbasierte Dienste. In: ISIS Cloud und SaaS Report 2011. S. 99-101. München. 2011

[Ulrich et al. 1984]

Ulrich, Hans; Dyllick, Thomas; Probst, Gilbert: Management. Haupt, Bern, 1984

[Vahs/Schäfer-Kunz 2007]

Vahs, Dietmar; Schäfer-Kunz, Jan: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. 5. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2007

[Vaquero et al. 2009]

Vaquero et al.: A Break in the Cloud: Towards a Cloud Definition, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Volume 39, 2009

[Velten 2015]

Velten, Carlo: Sourcing Advisor müssen sich neu erfinden. Wie die Digitalisierung und Cloud-Marktplätze für mehr Transparenz in der IT-Beschaffung sorgen. https://www.crisp-research.com/sourcing-advisor-mussen-sich-neu-erfinden-wie-die-digitalisierung-und-cloud-marktplatze-fur-mehr-transparenz-der-it-beschaffung-sorgen/, Zugriff am 26.05.2016

[VMware]

Erste Schritte für VMware vCenter Operations Manager https://www.vmware.com/files/de/pdf/vcops-57-custom-ui-getting-started-guide_de.pdf, Zugriff am 16.09.2016

[Vogel et al. 2010]

Vogel, Robert; Koçoglu, Tarkan; Berger, Thomas: Desktopvirtualisierung, Definitionen - Architekturen - Business-Nutzen. Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2010

[Vogel et al. 2009]

Vogel, Oliver; Anrold, Ingo; Chughtai, Arif; Ihler, Edmund; Kehrer, Timo; Mehlig, Uwe; Zdun, Uwe: Software-Architektur – Grundlagen - Konzepte – Praxis. 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2009

[Vouk 2008]

Vouk, Mladen A.: Cloud Computing - Issues, Research and Implementations. In: Journal of Computing and Information technology – CIT 16, 2008, S. 235 – 246

[Wang / Laszewski 2008]

Wang, Lizhe; von Laszewski, Gregor: Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience, Service Oriented Cyberinfrstructure Lab, Rochester Institute of Technology, 2008

[Wilde 2007]

Wilde, Thomas; Hess, Thomas: Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. Wirtschaftsinformatik, Band 49(4), S. 280-287.

[Winter 2009]

Winter, Robert: Was ist eigentlich Grundlagenforschung in der Wirtschaftsinformatik, Band 51, Nr. 2, S. 223-231

[Wöhe 2008]

Wöhe, Günter: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 23. Auflage, Vahlen, München, 2008

[Yin 2002]

Yin, Robert K.: Case Study Research. Design and Methods. 3. Auflage., Sage Publications, London 2002

[Youseff et al. 2008]

Youseff, Lamia; Butico, Maria; Da Silva, Dilma: Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. IEEE Grid Computing Environments Workshop, Austin, 2008

[Zabbix]

https://www.zabbix.com/, Zugriff am 06.07.2019

[Zarnekow et al. 2004]

Zarnekow, Rüdiger; Brenner, Walter; Grohmann, Helmut H. (Hrsg.): Informationsmanagement – Konzepte und Strategien für die Praxis. 1. Auflage, dpunkt Verlag, Heidelberg, 2004

[Zarnekow et al. 2005]

Zarnekow, Rüdiger; Brenner, Walter; Pilgram, Uwe: Integriertes Informationsmanagement: Strategien und Lösungen für das Management von IT-Dienstleistungen, Springer, Berlin, 2005

[Zarnekow 2007]

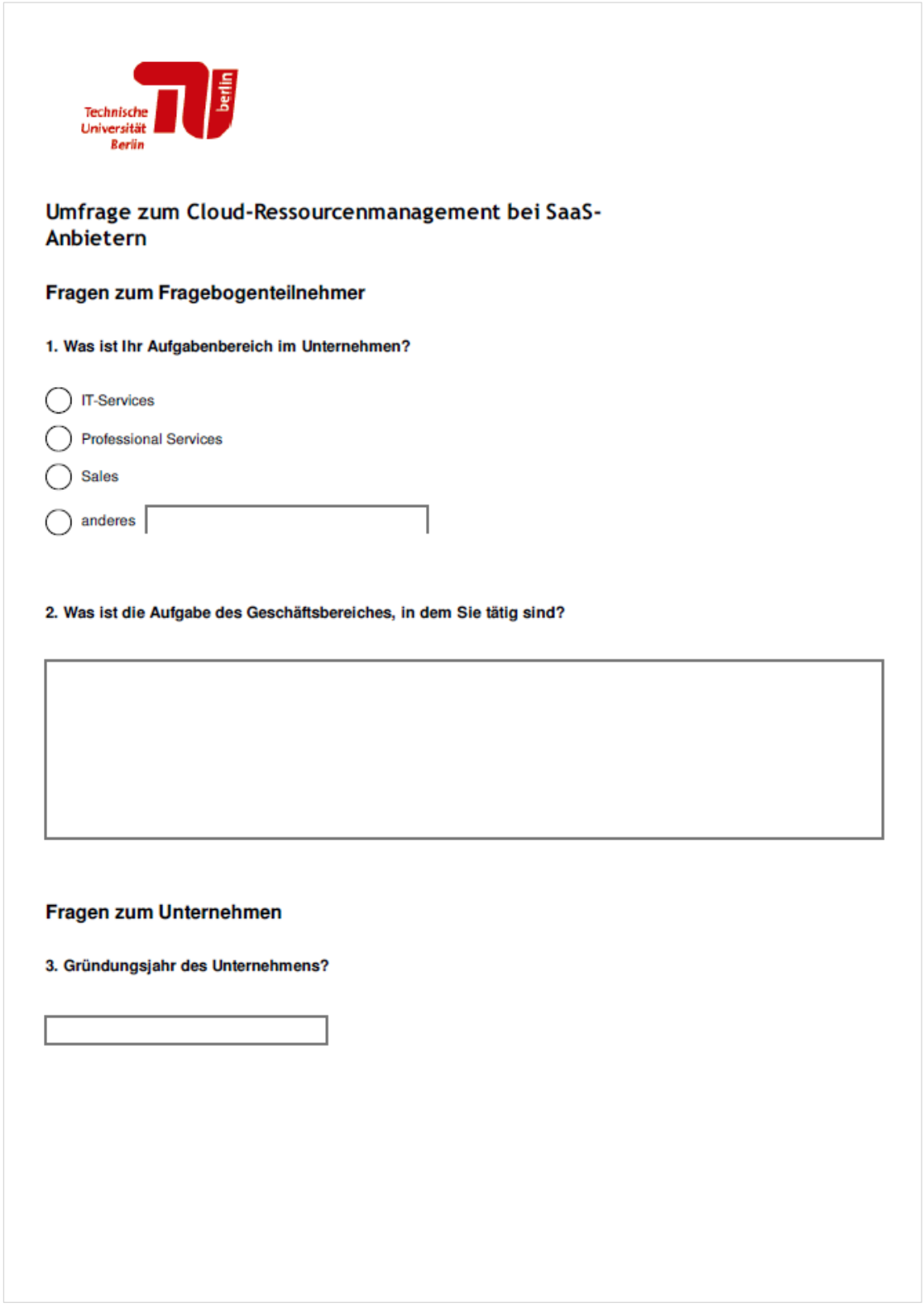
Zarnekow, Rüdiger: Produktionsmanagement von IT-Dienstleistungen – Grundlagen, Aufgaben und Prozesse. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007

[Zarnekow et al. 2011]

Zarnekow, Rüdiger; Erek, Koray; Löser, Fabian; Wilkens, Marc: Referenzmodell für ein Nachhaltiges Informationsmanagement. In: Research Papers in Information Systems Management, Band 3, Berlin, 2011

Anhang

Anhang A: Fragebogen der Umfrage



Technische Universität Berlin

Umfrage zum Cloud-Ressourcenmanagement bei SaaS-Anbietern

Fragen zum Fragebogenteilnehmer

1. Was ist Ihr Aufgabenbereich im Unternehmen?

- ◯ IT-Services
- ◯ Professional Services
- ◯ Sales
- ◯ anderes

2. Was ist die Aufgabe des Geschäftsbereiches, in dem Sie tätig sind?

Fragen zum Unternehmen

3. Gründungsjahr des Unternehmens?

4. In welcher Cloud-Kategorie bietet Ihr Unternehmen Produkte/Dienstleistungen/Services an? *

- ◯ SaaS
- ◯ PaaS
- ◯ IaaS
- ◯ anderes [ ]

5. Seit wann ist Ihr Unternehmen im Cloud-Bereich tätig? *

- ◯ < 1 Jahr
- ◯ 1 - 2 Jahre
- ◯ 2 - 5Jahre
- ◯ > 5 Jahre

Fragen zu den Produkten

6. Welcher Produktkategorie sind Ihre Cloud-Produkte/Services zuzuordnen? *

- ☐ DMS
- ☐ Collaboration
- ☐ ECM
- ☐ CRM
- ☐ Onlinespiele
- ☐ HR
- ☐ Storage
- ☐ anderes, bitte eintragen [ ]

7. Welche Kundengruppe/welcher Markt wird mit Ihren Cloud-Produkten/Services angesprochen?

- [ ] B2B
- [ ] B2C
- [ ] B2M
- [ ] anderes, bitte eintragen

8. Für welche Client-Plattform wurden Ihre Cloud-Produkte/Services konzipiert? *

- [ ] Windows
- [ ] Linux
- [ ] Android
- [ ] iOS
- [ ] macOS
- [ ] anderes

9. Wie greifen Kunden auf die Cloud-Produkte/Services zu? *

- [ ] App für mobile Geräte
- [ ] Browseranwendung
- [ ] Fatclient
- [ ] anderes

10. Werden die Cloud-Produkte/Services auch im Ausland angeboten?

- ◯ Ja
- ◯ nein

11. Welche Verfügbarkeitszeiten garantieren Sie dem Kunden zur Nutzung der Cloud-Produkte/Services? *

- ◯ 24x7
- ◯ werktags
- ◯ 06-18Uhr
- ◯ anderes, bitte eintragen

12. Über welche Wege vertreiben Sie Ihre Cloud-Produkte/Services? *

- ☐ Direktverbrieb mittels interner Vertriebsabteilung
- ☐ Vertrieb durch Handelspartner
- ☐ Cloud-Marktplätze
- ☐ anderes

13. Wie werden Neukunden in Ihre Cloud-Produkte/Services integriert? *

- ◯ Self-Service
- ◯ Webservice
- ◯ manuell durch Ihre Fachabteilung
- ◯ anderes, bitte eintragen

Fragen zum technischen Betrieb der Cloud-Produkte/Services

14. Welche Cloud-Schicht verwenden Sie selbst als Grundlage für Ihr Cloud-Angebot? *

- ◯ IaaS-Anbieter
- ◯ PaaS-Anbieter
- ◯ eigene RZ-Infrastuktur
- ◯ anderes

15. Sind Ihre Produkte mehrmandantenfähig? *

- ◯ ja
- ◯ nein

16. Welche Betriebssystemplattformen verwenden Sie für Ihre Cloud-Systeme? *

- ☐ Windows
- ☐ Linux
- ☐ BSD
- ☐ anderes

17. Welche Datenbanktechnologien setzen Sie ein?

- ◯ SQL
- ◯ NoSQL
- ◯ gar keine Datenbanken
- ◯ anderes, bitte eintragen

18. Stehen die Cloud-Systeme unter Ihrer Verwaltung (Installation, Betrieb, Wartung) oder werden Sie von Dritten verwaltet? *

- ◯ Managed Server bei IaaS-Anbietern
- ◯ Nein, wir betreiben alles selbst
- ◯ PaaS
- ◯ anderes, bitte eintragen

19. Welche Virtualisierungstechnologien verwenden Sie oder Ihr Infrastrukturanbieter?

- ◯ VMware
- ◯ Microsoft Hyper-V
- ◯ anderes, bitte eintragen

Fragen zum Lastmanagement

20. Wie überprüfen Sie die Auslastung der Systemkomponenten bzw. die Ressourcen Ihrer Cloud-Infrastruktur? *

- ◯ Auswertungen des darunterliegenden Cloud-Anbieters
- ◯ Eigene Überwachungssysteme wie z.B. Nagios
- ◯

21. Welche Leistungsreserven halten Sie in Ihren Systemen für Lastanstiege vor? *

	in %
Storage	
RAM	
CPU	
Internetbandbreite	

22. Welche Art von Kapazität benötigen Sie zur Bearbeitung von Lastanstiegen am häufigsten? *

- ☐ Internetbandbreite
- ☐ CPU-Rechenleitung
- ☐ Arbeitsspeicher
- ☐ Storage
- ☐ anderes, bitte eintragen

23. Auf welcher Grundlage treffen Sie die Entscheidung, wie groß diese Leistungsreserven sein sollten? *

- [ ] aus Erfahrung
- [ ] Anderes, z.B. mathematische Kalkulation (wenn ja, bitte eine kurze Beschreibung in wenigen Worten)

24. Wie werden Sie über kritische Lastanstiege informiert? *

- [ ] Administrator via Mail
- [ ] Push-Meldung auf Handy
- [ ] gar nicht
- [ ] anderes, bitte eintragen

25. Wieviel Reaktionszeit für Handlungsbedarf bei kritischen Lastanstiegen haben Sie eingeplant? *

- ◯ < 1 Stunde
- ◯ 1 - 8 Stunden
- ◯ 9 - 24 Stunden
- ◯ anderes, bitte eintragen

26. Verwenden Sie Verfahren zur automatischen Ressourcenanpassung? *

z.B. API des darunterliegenden Infrastrukturanbieters usw.

- ◯ Ja
- ◯ Nein
- ◯ anderes, bitte eintragen

27. Verwenden Sie Verfahren zum Loadbalancing? *

z.B. Verteilung der Rechenlast auf temporäre Worker-Instanzen usw.

- ◯ Ja
- ◯ Nein
- ◯ anderes, bitte eintragen [ ]

28. Welche Struktur hat Ihre Cloud-Installation? *

z.B. n-Tier Architektur, Datenbanken getrennt von der Businesslogik, vorgelagerte Webserver usw.

- ◯ Monolithisch
- ◯ 2-Tier
- ◯ 3-Tier
- ◯ anderes, bitte eintragen [ ]

29. Welche Art der Skalierung wird bei Ihnen in den verschiedenen Ebenen der Systeme verwendet? *

- ☐ Scale-Out mit Worker-Instanzen
- ☐ Scale-Up/Down einzelner Server
- ☐ anderes, bitte eintragen [ ]

30. Über welches Verfahren erfolgt das Erweitern oder Reduzieren von Ressourcen aus der darunterliegenden Cloud-Schicht? *

kurze Beschreibung in wenigen Worten zu: Prozess, Zeitbedarf, automatisch/manuell, evtl. entstehende Kosten (Change Request)

Fragen zur Ressourcenplanung

31. Wie planen Sie den zukünftigen Bedarf an Cloud-Ressourcen? *

32. Erwarten Sie ungeplante Lastanstiege? Wenn ja, warum? *

- [ ] durch Marketingmaßnahmen von Cloud-Marktplatzanbietern
- [ ] ungeahnter überdurchschnittlicher Markterfolg der Produkte
- [ ] Nein, erwarten wir nicht
- [ ] anderes, bitte eintragen

33. Sehen Sie Probleme in der Planung der Ressourcen der Cloud-Systeme? Wenn ja, welche? *

- ◯ Nein, wir haben alles im Griff
- ◯ Ja, es ist nicht leicht den Bedarf abzuschätzen, weil...

Fragen zu den Kosten der Cloud-Ressourcen

34. In welcher Stückelung und zeitlicher Taktung bezahlen Sie die Ressourcen an den darunterliegenden IaaS/PaaS Anbieter? *

- [ ] nach Verbrauch
- [ ] festes Kontingent
- [ ] Taktung: monatlich
- [ ] Taktung: täglich
- [ ] Taktung: stündlich
- [ ] anderes, bitte eintragen

35. Wie erfolgt die Berechnung Ihrer Cloud-Produkte/Services gegenüber dem Kunden? *

- [ ] nach User
- [ ] nach Traffic
- [ ] täglich
- [ ] monatlich
- [ ] jährlich
- [ ] Flatrate
- [ ] anderes, bitte eintragen

Seite 8

Hier haben Sie die Möglichkeit ergänzende Punkte anzusprechen.

Seite 9

Sie haben es geschafft!
Herzlichen Dank!

Wenn Sie an dem Thema meiner Arbeit interessiert sind und gern die Ergebnisse der Umfrage und später auch der gesamten Arbeit haben wollen, würde ich Sie um Ihre E-Mail Adresse bitten. Natürlich behandle ich alles streng vertraulich.

Mit freundlichen Grüßen
Christian Hentschel
christian.hentschel@campus.tu-berlin.de

» Umleitung auf Schlussseite von Umfrage Online

Anhang B: Antworten auf die Fragen der Umfrage

Teil 1: Allgemeine Fragen zum Unternehmen

1. Frage: Was ist Ihr Aufgabenbereich im Unternehmen? (keine Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 100: Umfrage: Aufgabenbereich der Umfrageteilnehmer

CEO	IT-Services	Sales	PS	R&D
9	9	3	2	2
36,00%	36,00%	12,00%	8,00%	8,00%

2. Frage: Was ist die Aufgabe des Geschäftsbereiches, in dem Sie tätig sind? (keine Pflichtfrage, Freitextfeld)

Antworten: 19 verwertbare Antworten aus 25 Datensätzen

1. *„Entwicklung und Bereitstellung des Dienstes“*
2. *„Erstellung und Vertrieb von Software zur Zoll- und Versandabwicklung“*
3. *„Entwicklung von Softwareprodukten zu Management von Training für Airlines“*
4. *„Cloud-Betrieb“*
5. *„Mädchen für alles ;-). Aber im wesentlichen Personalmanagement, Budgetierung, Produktentwicklung (Management)“*
6. *„Unternehmensführung“*
7. *„Entwicklung von Cloud-basierten Lösungen, speziell CRM-Lösungen“*
8. *„Betrieb der SaaS-Plattform“*
9. *„Technischer Dienstleister für Kunden, die unsere Software nutzen“*
10. *„Geschäftsführung“*
11. *„Data Center Operations“*
12. *„Geschäftsleitung, Produktmanagement, Strategie“*
13. *„Weiterentwicklung und Betrieb unserer SaaS-Lösung für Webanalyse.“*
14. *„Technologieservices weltweit.“*
15. *„Managed Services und Managed Cloud; Softwareentwicklung; Projektgeschäft“*
16. *„Entwicklung DMS Systeme“*
17. *„Das Unternehmen zu leiten“*
18. *„Software Entwicklung“*
19. *„Beratung, Konzeption und Entwicklung von Software“*

3. Frage: Gründungsjahr des Unternehmens? (keine Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 24

Tabelle 101: Umfrage: Gründungsjahr, der an der Umfrage teilgenommen Unternehmen

Jahr	1986	1987	1988
Anzahl	1	2	1

Jahr	1990	1991	1998
Anzahl	1	1	1

Jahr	1999	2000	2001
Anzahl	1	7	2

Jahr	2003	2004	2006
Anzahl	1	1	1

Jahr	2008	2009	2012
Anzahl	1	1	2

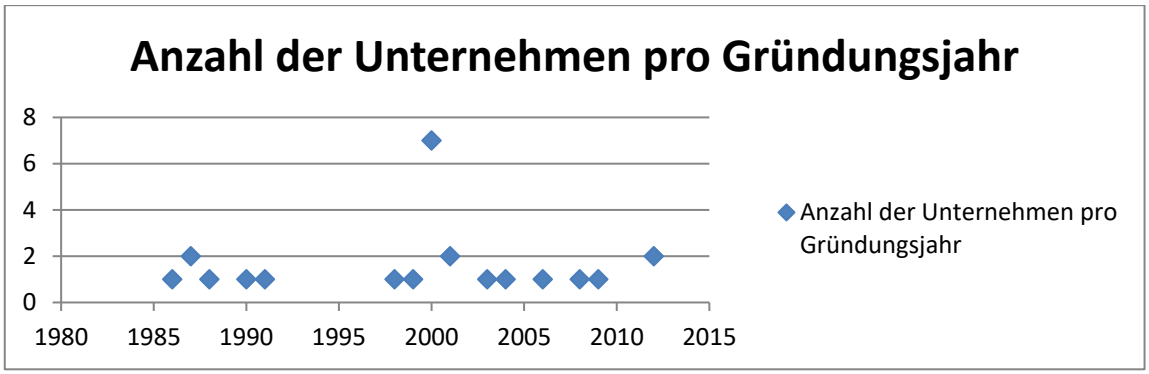


Abbildung 61: Umfrage: Anzahl der Unternehmen pro Gründungsjahr

4. Frage: In welcher Cloud-Kategorie bietet Ihr Unternehmen Produkte/Dienstleistungen/Services an? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 102: Umfrage: Cloud-Kategorie der Produkte der Teilnehmer

Kategorie	**SaaS**	**PaaS**	**IaaS**
Anzahl	23	1	1
Prozent	92,00%	4,00%	4,00%

5. Frage: Seit wann ist Ihr Unternehmen im Cloud-Bereich tätig? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 103: Umfrage: Tätigkeit im Cloud-Bereich der Teilnehmer?

Zeitraum	**1 - 2 Jahre**	**2 - 5Jahre**	**> 5 Jahre**
Anzahl	2	10	13
in Prozent	8,00%	40,00%	52,00%

Teil 2: Fragen zu den Produkten

6. Frage: Welcher Produktkategorie sind Ihre Cloud-Produkte/Services zuzuordnen? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 42 in 25 Datensätzen

Tabelle 104: Umfrage: Produktkategorie der Umfrageteilnehmer

Kategorie	**DMS**	**Collaboration**	**ECM**	**CRM**	**HR**
Anzahl	7	11	2	5	3
in Prozent	28,00%	44,00%	8,00%	20,00%	12,00%

Kategorie	**Storage**	**ERP**	**Ressourcen Management**	**Education Technology**	**eCommerce**
Anzahl	1	2	1	1	2
in Prozent	4,00%	8,00%	4,00%	4,00%	8,00%

Kategorie	**Online Terminbuchung**	**Add-On für ERP**	**Anderes**
Anzahl	1	1	5
in Prozent	4,00%	4,00%	20,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Zeiterfassung / CMS / Fernwartung“*
2. *„Webanalyse“*
3. *„Individuelle Fachbezogene Online Lösungen“*
4. *„Diverse“*
5. *„Fernwartung“*

7. Frage: Welche Kundengruppe/welcher Markt wird mit Ihren Cloud-Produkten/Services angesprochen? (keine Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 30 in 25 Datensätzen

Tabelle 105: Umfrage: Kundengruppe bzw. Markt der SaaS-Angebote

Kategorie	**B2B**	**B2C**	**B2M**
Anzahl	25	4	1
in Prozent	100,00%	16,00%	4,00%

8. Frage: Für welche Client-Plattform wurden Ihre Cloud-Produkte/Services konzipiert? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 70 in 25 Datensätzen

Tabelle 106: Umfrage: Client-Plattformen der SaaS-Angebote

Plattform	**Windows**	**Linux**	**Android**
Anzahl	18	12	11
in Prozent	72,00%	48,00%	44,00%

Plattform	**iOS**	**macOS**	**Anderes**
Anzahl	11	11	7
in Prozent	44,00%	44,00%	28,00%

9. Frage: Wie greifen Kunden auf die Cloud-Produkte/Services zu? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 41 in 25 Datensätzen

Tabelle 107: Umfrage: Zugriffmöglichkeiten auf die SaaS-Angebote

Kategorie	**App für mobile Geräte**	**Browseranwendung**	**Fatclient**
Anzahl	11	24	6
in Prozent	44,00%	96,00%	24,00%

10. Frage: Werden die Cloud-Produkte/Services auch im Ausland angeboten? (keine Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 108: Umfrage: Angebot der im Ausland?

	Ja	**Nein**
Anzahl	20	5
in Prozent	80,00%	20,00%

11. Frage: Welche Verfügbarkeitszeiten garantieren Sie dem Kunden zur Nutzung der Cloud-Produkte/Services? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 109: Umfrage: Verfügbarkeitszeiten der SaaS-Angebote

	24x7	**06-18Uhr**
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

12. Frage: Über welche Wege vertreiben Sie Ihre Cloud-Produkte/Services? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 47 in 25 Datensätzen

Tabelle 110: Umfrage: Vertriebswege der Cloud-Angebote

	Direktvertrieb mittels interner Vertriebsabteilung	**Vertrieb durch Handelspartner**	**Cloud-Markt-plätze**	**Anderes**
Anzahl	21	15	7	4
in Prozent	84,00%	60,00%	28,00%	16,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Internet“*
2. *„Inbound Sales“*
3. *„SEA-Marketing / Landingpages“*
4. *„Selfservice über Webseite“*

13. Frage: Wie werden Neukunden in Ihre Cloud-Produkte/Services integriert? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 111: Umfrage: Verfahren, wie Neukunden integriert werden

	Manuell	Self-Service	Webservice	Andere
Anzahl	14	7	2	2
in Prozent	56,00%	28,00%	8,00%	8,00%

Teil 3: Fragen zum technischen Betrieb der Cloud-Produkte/Services

14. Frage: Welche Cloud-Schicht verwenden Sie selbst als Grundlage für Ihr Cloud-Angebot? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 112: Umfrage: Infrastrukturgrundlage der SaaS-Angebote

	IaaS-Anbieter	eigene RZ-Infrastruktur	PaaS-Anbieter	Anderes
Anzahl	13	9	1	2
in Prozent	52,00%	36,00%	4,00%	8,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Hoster“*
2. *„Partner-Angebote und eigene RZ-Infrastruktur“*

15. Frage: Sind Ihre Produkte mehrmandantenfähig? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 113: Umfrage: Mehrmandantenfähigkeit der SaaS-Angebote

	Ja	Nein
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

16. Frage: Welche Betriebssystemplattformen verwenden Sie für Ihre Cloud-Systeme? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 31 in 25 Datensätzen

Tabelle 114: Umfrage: Verwendete Betriebssysteme für die SaaS-Angebote

	Windows	Linux	BSD
Anzahl	12	18	1
in Prozent	48,00%	72,00%	4,00%

17. Frage: Welche Datenbanktechnologien setzen Sie ein? (keine Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 27 in 25 Datensätzen

Tabelle 115: Umfrage: Verwendete Datenbanktechnologien der SaaS-Angebote

	SQL	NoSQL
Anzahl	23	4
in Prozent	85,19%	14,81%

18. Frage: Stehen die Cloud-Systeme unter Ihrer Verwaltung (Installation, Betrieb, Wartung) oder werden Sie von Dritten verwaltet? (Pflichtfeld, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 116: Umfrage: Umgang bei der Verwaltung der SaaS-Angebote

	Nein alles wir	Managed Server bei IaaS-Anbietern	Andere Antwort
Anzahl	17	6	2
in Prozent	68,00%	24,00%	8,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Partner-Angebote und eigene RZ-Infrastruktur“*
2. *„Wir betreuen die Installation im Hosting Center“*

19. Frage: Welche Virtualisierungstechnologien verwenden Sie oder Ihr Infrastrukturanbieter? (keine Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 117: Umfrage: Verwendete Virtualisierungstechnologien der SaaS-Angebote

	Hyper-V	VMware	Andere Technologie	keine Virtualisierung
Anzahl	4	13	5	3
in Prozent	16,00%	52,00%	20,00%	12,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„XEN“*
2. *„KVM, LXC“*
3. *„KVM, aber nur für einen kleinen Teilbereich“*
4. *„OpenStack“*
5. *„KVM / Eigenentwicklung“*

Teil 4: Fragen zum Lastmanagement

In diesem Frageblock ging es darum, dass die Umfrageteilnehmer nähere Angaben zum Umgang mit dem Lastmanagement ihrer Cloud-Systeme machen sollten.

20. Frage: Wie überprüfen Sie die Auslastung der Systemkomponenten bzw. die Ressourcen Ihrer Cloud-Infrastruktur? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

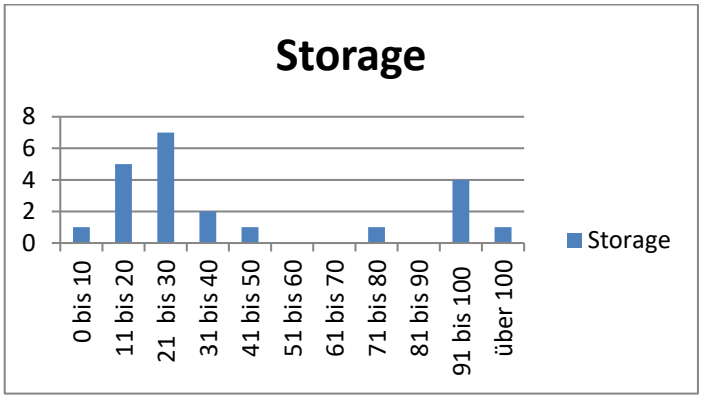
Antworten: 25

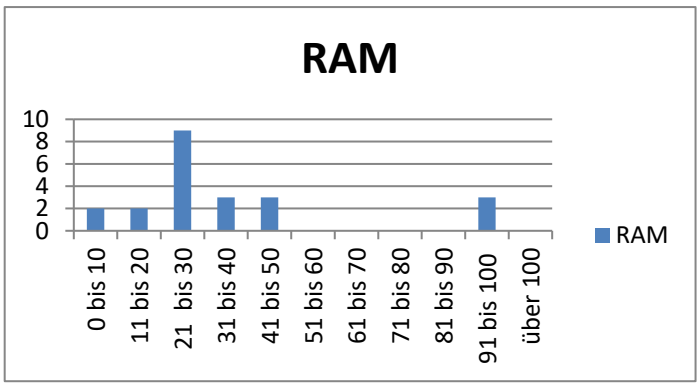
Tabelle 118: Umfrage: Systemüberwachung der SaaS-Angebote

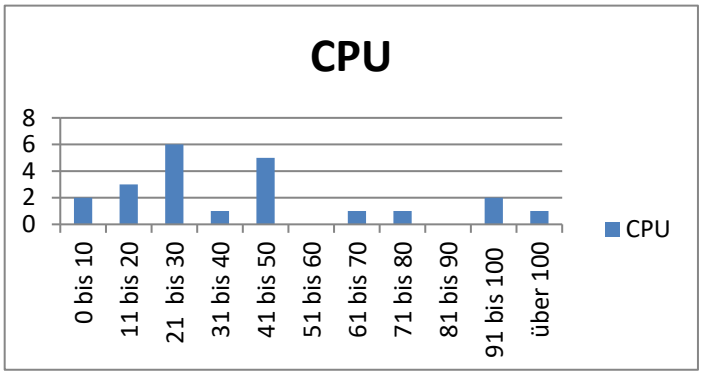
	Nagios o.ä.	Auswertungen des darunterliegenden Cloud-Anbieters
Anzahl	21	4
in Prozent	84,00%	16,00%

21. Frage: Welche Leistungsreserven halten Sie in Ihren Systemen für Lastanstiege vor? (Pflichtfrage)

Antworten: 22







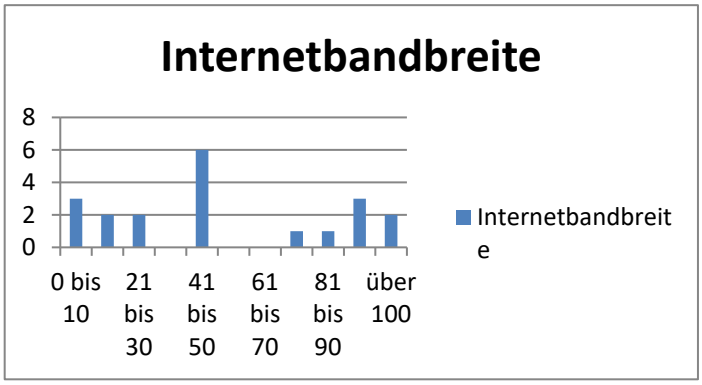


Abbildung 62: Umfrage: Leistungsreserven nach Typ

Tabelle 119: Umfrage: Leistungsreserven der Cloud-Systeme für Lastanstiege

	0 bis 10	11 bis 20	21 bis 30	31 bis 40	41 bis 50	51 bis 60	61 bis 70
Storage	1	5	7	2	1	0	0
RAM	2	2	9	3	3	0	0
CPU	2	3	6	1	5	0	1
Internet	3	2	2	0	6	0	0

	71 bis 80	81 bis 90	91 bis 100	über 100	Anzahl Daten-quellen	Mittel-wert
Storage	1	0	4	1	22	55
RAM	0	0	3	0	22	40
CPU	1	0	2	1	22	50
Internet	1	1	3	2	20	118

22. Frage: Welche Art von Kapazität benötigen Sie zur Bearbeitung von Lastanstiegen am häufigsten? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 46 in 25 Datensätzen

Tabelle 120: Umfrage: Art der häufigsten Lastanstiege in den Cloud-Systemen

	Internet-bandbreite	CPU-Rechen-leistung	Arbeitsspei-cher	Storage	Andere Ant-wort
Anzahl	5	15	14	10	2
in Prozent	20,00%	60,00%	56,00%	40,00%	8,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Keine, da bereits überdimensioniert im Einsatz“*
2. *„unterschiedlich, abhängig von internen Komponenten“*

23. Frage: Auf welcher Grundlage treffen Sie die Entscheidung, wie groß diese Leistungsreserven sein sollten? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 25

Tabelle 121: Umfrage: Entscheidungsfindung zu Leistungsreserven der Cloud-Systeme

	Erfahrung	Andere Antwort
Anzahl	22	3
in Prozent	88,00%	12,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Ressourcensparende Software, das aktuelle System kann eine 100-fache Last abarbeiten“*
2. *„Anstieg Speicherplatzverbrauch der letzten Monate - darauf basierend Hochrechnung des Bedarfs/Puffers um alle Garantien für die nächste 6-12 Monate erfüllen zu können“*
3. *„Wir verwenden ein Modell, mit dem wir Kunden und Kundenwachstum in benötigte Ressourcen umrechnen können“*

24. Frage: Wie werden Sie über kritische Lastanstiege informiert? (Pflichtfeld, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 34 in 25 Datensätzen

Tabelle 122: Umfrage: Informationsmöglichkeiten über kritische Lastanstiege

	via Mail	Push-Meldung	gar nicht	Andere Antwort
Anzahl	20	9	2	3
in Prozent	80,00%	36,00%	8,00%	12,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„via Team Chat“*
2. *„Auswirkungen eines Lastanstiegs sind nicht kritisch“*
3. *„Monitoring Zabbix“*

25. Frage: Wieviel Reaktionszeit für Handlungsbedarf bei kritischen Lastanstiegen haben Sie eingeplant? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 123: Umfrage: Reaktionszeit für kritische Lastanstiege

	< 1 Stunde	**1 - 8 Stunden**	**Andere Antwort**
Anzahl	7	15	3
in Prozent	28,00%	60,00%	12,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„keine, es gibt keine kritischen Anstiege“*
2. *„9-24 Stunden“*
3. *„nicht eingeplant“*

26. Frage: Verwenden Sie Verfahren zur automatischen Ressourcenanpassung? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 124: Umfrage: Verwendung automatischer Ressourcenanpassung

	Nein	**Ja**
Anzahl	18	7
in Prozent	72,00%	28,00%

27. Frage: Verwenden Sie Verfahren zum Loadbalancing? (Pflichtangabe, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 125: Umfrage: Verwendung von Load Balancing

	Nein	**Ja**
Anzahl	12	13
in Prozent	48,00%	52,00%

28. Frage: Welche Struktur hat Ihre Cloud-Installation? (Pflichtfrage, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 126: Umfrage: Systemstruktur der Cloud-Systeme

	3-Tier	2-Tier	Mehr als 3-Schichten	Monolithisch
Anzahl	11	8	1	5
in Prozent	44,00%	32,00%	4,00%	20,00%

29. Frage: Welche Art der Skalierung wird bei Ihnen in den verschiedenen Ebenen der Systeme verwendet? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 28 in 25 Datensätzen

Tabelle 127: Umfrage: Art der Skalierung der Cloud-Systeme

	Scale-Out	Scale-Up/Down	Anderes
Anzahl	10	15	2
in Prozent	40,00%	60,00%	12,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„keine Skalierung“*
2. *„Je nach Bedarf“*
3. *„unbekannt“*

30. Frage: Über welches Verfahren erfolgt das Erweitern oder Reduzieren von Ressourcen aus der darunterliegenden Cloud-Schicht? (Pflichtangabe, Freitext)

Antworten: 25

Tabelle 128: Umfrage: Verfahren für das Erweitern oder Reduzieren von Ressourcen

	Manuell	Automatisch	Andere	Unbekannt oder keine Antwort
Anzahl	12	3	1	9
in Prozent	48,00%	12,00%	4,00%	36,00%

Teil 5: Fragen zur Ressourcenplanung

31. Frage: Wie planen Sie den zukünftigen Bedarf an Cloud-Ressourcen? (Pflichtfrage, Freitext)

Antworten: 19 aus 25 Datensätzen

Tabelle 129: Umfrage: Verfahren zur zukünftigen Planung von Cloud-Ressourcen

	Manuell	Erfahrung	keine Planung	automatisch
Anzahl	12	4	2	1
in Prozent	63.16%	21,05%	10,53%	5,26%

32. Frage: Erwarten Sie ungeplante Lastanstiege? Wenn ja, warum? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 26 aus 25 Datensätzen

Tabelle 130: Umfrage: Erwartung ungeplanter Lastanstiege

	Ja, durch Marketing	Ja, ungeahnter Markterfolg	Nein, erwarten wir nicht	Andere Antwort
Anzahl	1	4	19	2
in Prozent	3,85%	15,38%	73,08%	7,69%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Lastanstiege bewegen sich im erwarteten Rahmen“*
2. *„Zuwachs von Kunden, die viel Traffic bei uns erzeugen“*

33. Frage: Sehen Sie Probleme in der Planung der Ressourcen der Cloud-Systeme? Wenn ja, welche? (Pflichtangabe, Einfachauswahl)

Antworten: 25

Tabelle 131: Umfrage: Probleme bei der Planung von Ressourcen

	Nein, wir haben alles im Griff	Andere Antwort
Anzahl	21	4
in Prozent	84,00%	16,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Nutzerverhalten nicht vorhersehbar ist und große, spontane Lastenspitzen immer auftauchen können“*
2. *„Sehr viele Faktoren spielen eine Rolle. Zu nennen wäre hier z.B. die Anzahl unserer Kunden, ein durch neue große Kunden erzeugter Anstieg der zu verarbeitenden Daten, durch neue Features entstehender Datenanstieg“*
3. *„Ressourcen kosten viel, daher sparsam sein“*
4. *„Zusammenspiel Gesamtarchitektur“*

34. Frage: In welcher Stückelung und zeitlicher Taktung bezahlen Sie die Ressourcen an den darunterliegenden IaaS-/PaaS-Anbieter? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl möglich)

Antworten: 32 aus 25 Datensätzen

Tabelle 132: Umfrage: Angabe über die Abrechnung der IaaS-/PaaS-Anbieter

	nach Verbrauch	**festes Kontingent**
Anzahl	7	10
in Prozent	28,00%	40,00%

	Taktung: täglich	**Taktung: stündlich**	**Taktung: monatlich**
Anzahl	2	3	5
in Prozent	8,00%	12,00%	20,00%

	Andere Antwort
Anzahl	5
in Prozent	20,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Alles in Eigenregie“*
2. *„Partner stellt Ressourcen zur Verfügung“*
3. *„Eigene Server“*
4. *„Kein IaaS/PaaS im Einsatz“*
5. *„eigene Server“*

35. Frage: Wie erfolgt die Berechnung Ihrer Cloud-Produkte/Services gegenüber dem Kunden? (Pflichtfrage, Mehrfachauswahl)

Antworten: 58 aus 25 Datensätzen

Tabelle 133: Umfrage: Abrechnung der SaaS-Angebote gegenüber den Kunden

	nach User	**nach Traffic**	**Anderes**
Anzahl	13	7	4
in Prozent	52,00%	28,00%	16,00%

	täglich	**monatlich**	**jährlich**	**Flatrate**
Anzahl	1	19	5	9
in Prozent	4,00%	76,00%	20,00%	36,00%

Antworten im Freitextfeld

1. *„Hängt vom Vertrag ab“*
2. *„API Calls, Order, Volume“*
3. *„nach User und Modulen, quartalsweise im Voraus“*
4. *„benötigte Storage“*