

## Klassifikationsrahmen für die Anbietersauswahl in der Cloud

Jonas Repschläger<sup>1</sup>, Stefan Wind<sup>2</sup>, Rüdiger Zarnekow<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Informations- und Kommunikationsmanagement  
Technische Universität Berlin  
Sekt. H 93, Straße des 17. Juni 135, D-10623 Berlin  
jonas.repschlaeger@ikm.tu-berlin.de  
ruediger.zarnekow@ikm.tu-berlin.de

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systems Engineering  
Universität Augsburg  
Universitätsstr. 16, 86159 Augsburg  
Stefan.wind@wiwi.uni-augsburg.de

**Abstract:** In letzter Zeit lässt sich eine zunehmende Entwicklung und Nutzung von Cloud Computing Angeboten beobachten. Trotz erster positiver Ergebnisse bei der Nutzung von Cloud Computing stellt der Auswahlprozess des für den jeweiligen Anwendungsfall individuell passenden Anbieters bzw. der passenden Lösung sowohl in der Theorie als auch in der Praxis eine Herausforderung dar. Der Auswahlprozess lässt sich hierbei insbesondere durch eine Vielzahl von neuen Anbietern sowie intransparenten Angeboten, die sich zum Teil deutlich voneinander unterscheiden, charakterisieren. Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen im Blickwinkel der zwischenbetrieblichen Integration stellt hier eine besondere Herausforderung dar. Eine Aufgabe im Rahmen der Gestaltung eines Interorganisationssystems ist daher die adäquate und dynamische Anbietersauswahl von Cloud Angeboten nach definierten Merkmalen. Damit könnten Interorganisationssysteme entsprechende Cloud Angebote automatisch an Kunden übermitteln oder neue temporäre und strategische Beziehungen zwischen Unternehmen gebildet werden. Der Kunde muss dabei nicht mehr wissen von welchem Anbieter er seine Leistung bezieht, solange diese seinen Anforderungen genügt. In diesem Beitrag wurde dafür ein Klassifikationsrahmen für die Anbietersauswahl in der Cloud (Schwerpunkt IaaS), basierend auf einer internationalen Literatur- und Angebotsanalyse sowie Experteninterviews, entwickelt und validiert. Bei der Auswahl von Cloud Angeboten kann somit auf diesen anbieterunabhängigen Kriterienkatalog in Form des Klassifikationsrahmens zurückgegriffen werden. Damit wird eine wichtige Grundlage für den Einsatz von Cloud Technologien für die zwischenbetriebliche Integration und Zusammenarbeit gelegt.

## 1. Motivation

Zwischenbetriebliche Integration als ein Modell der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen steht heutzutage besonders unter dem Einfluss neuer Technologien wie dem Cloud Computing. Das Cloud Computing selbst stellt eine Ansammlung von Diensten, Anwendungen und Ressourcen dar, die dem Nutzer flexibel und skalierbar über das Internet angeboten werden, ohne eine langfristige Kapitalbindung und IT-spezifisches Know-How vorauszusetzen. Der Kunde kann, abhängig von der vertikalen Integrations-tiefe, entweder komplette Softwareanwendungen oder nur die notwendige IT-Infrastruktur beziehen. Cloud Computing Leistungen können im Wesentlichen durch die folgenden fünf Merkmale charakterisiert werden [GM09]:

- hochgradige Netzwerkzentrierung und -verfügbarkeit,
- standortunabhängige IT-Ressourcen-Pools (Speicher, Rechenleistung etc.),
- hohe Skalierbarkeit / Elastizität,
- verbrauchsorientierte Messung und Abrechnung der Leistungen,
- On-Demand Self-Service durch Kunden und Anwender.

In der Praxis haben sich drei Angebotsschwerpunkte im Cloud Computing herausgebildet, Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) und Infrastructure as a Service (IaaS), welche die Dienstleistungsangebote des Cloud Computings beschreiben [We09; GM09]. Durch Infrastructure as a Service Angebote sind Unternehmen in der Lage, technische Ressourcen je nach Bedarf von unterschiedlichen Cloud Anbietern zu mieten, ohne selbst die physische Infrastruktur besitzen und betreiben zu müssen. Dabei gilt es, das technologische Management aller Komponenten in der Cloud, die Integration heterogener Schnittstellen, das Management und die Überwachung einer dynamischen Lastverteilung, die aufwandsorientierte Buchung und Abmeldung von Ressourcen sowie die Sicherstellung der Datensicherheit und des Datenschutzes zu bewältigen [BJ10; Bi10; Cl09]. Dabei werden neue temporäre und strategische Beziehungen zwischen Unternehmen gebildet. Im Rahmen der interorganisationalen Zusammenarbeit stehen sie besonders vor der Herausforderung, IaaS-Angebote zu vergleichen und das am besten geeignete Angebot für die jeweilige Situation und den passenden Anwendungsfall auszuwählen. Dieser Auswahlprozess charakterisiert sich insbesondere durch eine Vielzahl von neuen Anbietern sowie intransparenten Angeboten, welche sich zum Teil deutlich voneinander unterscheiden [RZ11; HK10]. Erschwerend kommt hinzu, dass signifikante Probleme hinsichtlich der Interoperabilität führender Cloud Provider bestehen [HK10]. Diese unter dem Schlagwort „Provider Lock-In“ bekannt gewordene Problematik ist derzeit ein breit diskutiertes Forschungsthema, das bereits von internationalen Forschungsgemeinschaften wie z.B. dem *Open Grid Forum (OGF)* aufgegriffen wurde [CH09].

Eine zukünftige Aufgabe eines Interorganisationssystems kann die passende und dynamische Anbieterauswahl von IaaS Angeboten nach genau definierten Merkmalen sein. So können Ressourcen verteilt, gebucht und von unterschiedlichen Unternehmen bezogen werden. Dies setzt aber im ersten Schritt einen anbieterunabhängigen Kriterienkatalog (Klassifikationsrahmen) für den Vergleich von IaaS Angeboten voraus, der im Rahmen dieses Beitrags erarbeitet wird. Damit wird eine wichtige Grundlage für den Einsatz von Cloud Technologien für die zwischenbetriebliche Integration und Zusammenarbeit gelegt.

## 2. Methodik

Zur Beschreibung, Synthese und Evaluation vorhandener wissenschaftlicher Arbeiten zum Thema „Vergleich von IaaS-Anbietern und Unterscheidungskriterien von IaaS-Angeboten“ wurde eine Literaturrecherche basierend auf dem Ansatz von Webster und Watson (2002) durchgeführt [WW02]. Durch die strukturierte Vorgehensweise wurde sichergestellt, dass eine umfangreiche Anzahl an relevanten Beiträgen in die Betrachtung mit einbezogen wird. In einem ersten Schritt des Literatursuchprozesses wurde eine umfassende Liste von Literaturquellen identifiziert. Hierzu wurden 43 führende Wirtschaftsinformatik- und IS-Zeitschriften aus dem VHB JOURNAL QUAL2 [ST09] und Saunders-Journal-Ranking [Sa11b] ausgewählt und durchsucht. Darüber hinaus wurden Tagungsbände international führender Konferenzen herangezogen, um auch kürzlich veröffentlichte Forschungsarbeiten in die Analyse mit einzubeziehen. Um die Analyse vollständig abzurunden, wurden Einführungsratgeber bekannter nationaler und internationaler Organisationen (z.B. Bitkom) einbezogen. Tabelle 1 führt alle Literaturquellen auf, die zur Identifikation relevanter Beiträge untersucht wurden.

Publikationstyp	Zeitschriften / Konferenzen
Zeitschriften	ACMSIG, CACM, CAIS, CompDcsn, DATABASE, DSI, DSS, EJIS, I&M, I&O, IBMSJ, IEEEComp, IEEEESw, IEEEIC, IEEEETC, IEEEETKDE, IEEEETrans, IEEEETSE, IEEEETSMC, IJEC, IJHCS, InfoSys, ISF, ISJ, ISM, ISR, IT&M, IT&P, JACM, JAIS, JCIS, JComp, JCSS, JIM, JITTA, JMIS, JSIS, KBS, MISQ, MS, SMR, WIRT
Konferenzen	AMCIS, ECIS, ICIS, HICSS, IEEE Conferences, LNI, LNCS, MKWI, PACIS, WI
Organisationen, Verbände, Unternehmen	Cloud Security Alliance (CSA), EuroCloud, Bitkom, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), Securing Europe's Information Society (ENISA), Center for Experimental Research in Computer Systems (CERCS), Fraunhofer SIT, Distributed Management Task Force (DMTF), The European Telecommunications Standards Institute (ETSI), National Institute of Standards and Technology (NIST), Open Grid Forum (OGF), Object Management Group (OMG), Open Cloud Consortium (OCC), Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), Storage Networking Industry Association (SNIA), The Open Group, TM Forum, SaaS EcoSystem, OpenCloudManifesto, Experton Group, T-Systems

Tabelle 1: Zeitschriften, Konferenzen und Organisationen, die für die Literaturrecherche herangezogen wurden

In einem nächsten Schritt wurden themenrelevante Beiträge der entsprechenden Literaturquellen ausgewählt. Eine erste Liste von Beiträgen konnte durch eine Stichwortsuche nach Schlüsselbegriffen wie „Cloud provider“, „Cloud vendor“, „Cloud characteristics“, „Cloud selection“, „Cloud taxonomy“, „IaaS“, „Infrastructure as a service“, „Cloud Provider selection“ generiert werden. Die Verzeichnisse der Zeitschriften- und Konferenzbeiträge wurden nur dann manuell durchsucht, wenn keine elektronische Suche möglich war. Darüber hinaus wurde die wissenschaftliche Literaturgrundlage in einem weiteren Zyklus der Literaturrecherche durch themenspezifische Beiträge ergänzt, die in den bereits identifizierten Arbeiten zitiert wurden. Insgesamt konnten so 38 Beiträge identifiziert werden, die sich mit dem Vergleich von IaaS-Anbietern oder themenverwandten Aspekten befassen.

Um die endgültig relevanten Publikationen zu bestimmen, wurden alle Beiträge einer detaillierteren (inhaltsbezogenen) Analyse unterzogen. Dadurch konnte die Anzahl an Beiträgen, die sich in erster Linie mit der Anbieterauswahl von IaaS-Anbietern und Unterscheidungskriterien von IaaS-Angeboten befassen, auf 25 reduziert werden. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Großteil der letztendlich ausgewählten Beiträge auf Konferenzen und von Organisationen publiziert wurde und derzeit nur sehr wenige hochwertige Zeitschriftenartikel verfügbar sind. Dies deutet darauf hin, dass die Auswahl von IaaS-Anbietern und Unterscheidungskriterien von IaaS-Angeboten sowie verwandte Themen bisher noch nicht ausreichend erforscht und wissenschaftlich diskutiert wurden.

Im Rahmen von Interorganisationssystemen ist die Auswahl von IaaS-Anbietern ein entscheidender Punkt, welcher einen herstellerunabhängigen und objektiven Kriterienkatalog erfordert. Ergänzend zur Literaturanalyse wurden konkrete Anbieter und deren IaaS Angebote identifiziert und untersucht. Im Rahmen dieser Analyse konnten über 60 Anbieter im IaaS und Hosting Sektor gefunden und deren Angebote einer detaillierten Betrachtung unterzogen werden.

Darüber hinaus wurde die Entwicklung des Klassifikationsrahmens durch Experteninterviews unterstützt (vgl. Tabelle 2). Ausgehend von ersten Expertengesprächen konnten so die ersten 4 Zieldimensionen (Kosten, IT-Sicherheit & Datenschutz, Leistungsfähigkeit & -umfang und Vertrauenswürdigkeit & Ausfallsicherheit) definiert und im Anschluss an die Literatur- und Marktrecherche um zwei weitere Dimensionen (Flexibilität und Service & Cloud Management) ergänzt werden. Um eine Praxistauglichkeit gewährleisten zu können, wurde der Klassifikationsrahmen inkl. Zieldimensionen abschließend nochmals mit den Experten evaluiert. Dazu wurde das Vorgehen nach Gläser und Laudel verwendet [GL10] und bei der Auswahl darauf geachtet, dass die Befragten repräsentativ für alle Seiten der Anbieterauswahl von Cloud Lösungen im Rahmen von Interorganisationssysteme sind.

Expertenherkunft	Unternehmenscharakteristik	Position des Befragten	Cloud -Erfahrung
IT Produkt- und Serviceanbieter	170.000 Mitarbeiter Globales Angebot an IT-Produkten und Services 10-15% Umsatz mit Cloud Computing Innovative Lösungen im Bereich IaaS	Direktor IaaS	Experte besonders bei IaaS-Diensten
Softwareanbieter	Softwareunternehmen (KMU) mit 11 Mitarbeitern. Entwicklung von vorgefertigten, standardisierten Komponenten für webbasierte Services.	CIO	Expertenwissen im SaaS-Bereich und allgemeinen Cloud Ansätzen
Softwareanbieter	Softwareunternehmen (KMU) mit 11 Mitarbeitern. Entwicklung von vorgefertigten, standardisierten Komponenten für webbasierte Services.	Software-Architekt	Umfangreicher Kenntnisstand im IaaS und PaaS Bereich insb. bei der technischen Umsetzung
Beratungsunternehmen	Internationale Topmanagementberatung 500 Berater weltweit Ausgewiesenes Know-how im Bereich Cloud Computing	Partner	Aktueller Beratungsschwerpunkt und Marktverständnis
Abnehmer/Kunde	Automobilbranche ca. 95.000 Mitarbeiter	Bereichsleiter zentrale IT	Erste praktische Erfahrung bei der Auswahl und Nutzung von IaaS

Tabelle 2: Übersicht der ausgewählten Personen für die Interviews

### 3. Merkmale und Erfolgsfaktoren von Cloud Angeboten

Unter dem Begriff „Cloud Computing“ wird ein Paradigmenwechsel in der IT-Nutzung verstanden [Le10]. IT-Leistungen werden in diesem Rahmen zu einem Gebrauchsgut und ähnlich wie Strom oder Wasser standardisiert und nutzungsabhängig abgerechnet. Bei dem Bezug aus der Cloud gilt es insbesondere, die Erfolgsfaktoren und Merkmale des Cloud Computing zu berücksichtigen. Aufgrund der unscharfen Definition des Begriffs werden der Cloud viele verschiedene Merkmale zugesagt und dementsprechend teils sehr unterschiedliche Einflussfaktoren untersucht [YT09]. Demzufolge ist die geeignete Auswahl von Cloud Angeboten oft mit Herausforderungen – wie einer hohen Anzahl an Cloud Anbietern, einer hohen Markttransparenz und einem erschwerten Informationszugang – verbunden [RZ11; VJ10]. Die Auswahl folgt in der Regel den Zielvorgaben des Unternehmens, die hier als Zieldimensionen des Kunden definiert werden. Diese Zieldimensionen charakterisieren die strategische Ausrichtung des Dienstleistungsbezugs aus der Cloud und dienen dazu, die umfangreiche Anzahl an Einflussfaktoren möglichst überschneidungsfrei zu gruppieren.

Eine Anbietersauswahl muss nicht zwangsläufig alle Cloud Einflussfaktoren beachten, sollte aber zumindest die relevanten Auswahlkriterien für die Zieldimension des Kunden berücksichtigen (vgl. Abbildung 1). Ausgehend von der Zieldimension können die Auswahlkriterien nach Anbieteranforderungen und nach Serviceanforderungen unterteilt werden. Anbieteranforderungen bezeichnen die Eigenschaften des Cloud Anbieters unabhängig vom genutzten Dienst und können z.B. bestehende Anbieter-Zertifizierungen, IT-Infrastrukturmerkmale oder Unternehmenskennzahlen sein. Serviceanforderungen beschreiben hingegen die Eigenschaften, die sich direkt auf die Dienstnutzung beziehen, bspw. die Dienstverfügbarkeit, die Skalierbarkeit oder die Schnittstellenanzahl.

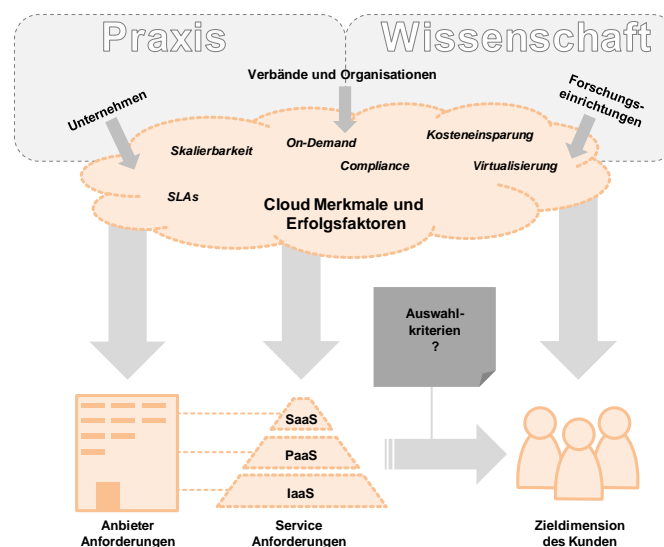


Abbildung 1: Anbietersauswahl in der Cloud

Eine fundierte Anbietersauswahl kann nur dann durchgeführt werden, wenn der zukünftige Cloud Abnehmer Zugang zu den notwendigen Informationen hat. Im Rahmen der Literatur- und Angebotsanalyse konnten drei Arten von Informationsquellen ausgemacht werden:

- Informationstyp-1: Informationen werden vom Anbieter bereitgestellt (z.B. SLAs, zugesicherte Verfügbarkeit, Preise)
- Informationstyp-2: Informationen werden durch externe Quellen (z.B. verfügbare Benchmarks, Zertifizierung) bereitgestellt
- Informationstyp-3: Informationen müssen vom Abnehmer selbst erhoben werden (z.B. notwendige Leistungsmessungen, Usability, Quality of Service)

Es wird davon ausgegangen, dass die Informationen vom Typ-1 leichter zu beschaffen sind als die von Typ-2 und Typ-3. Daraus folgt, dass mit zunehmendem Informationsgehalt des Typs-2 oder Typs-3 eine fundierte Auswahl aufgrund von unvollständigen Informationen erschwert wird bzw. mit mehr Aufwand verbunden ist.

#### **4. Klassifizierung von Infrastructure as a Service Angeboten**

Ziel dieses Beitrags ist die Entwicklung eines Klassifikationsrahmens, der bei der Auswahl von IaaS Angeboten helfen und eine höhere Transparenz auf dem Cloud Markt schaffen soll. Dazu wurden im ersten Schritt verschiedene Zieldimensionen voneinander abgegrenzt, die für das Cloud Computing allgemein gültig sind. Nachfolgend wurden aus diesen Zieldefinitionen mehrstufige IaaS Anforderungskriterien definiert, die zusammen den IaaS Klassifikationsrahmen bilden.

Ausgehend von der Literatur- und Marktrecherche konnten sechs Zieldimensionen für das Cloud Computing identifiziert werden, die weitestgehend typologischen Anforderungen genügen und relevante Merkmale sowohl vollständig als auch überschneidungsfrei erfassen. Die gefundenen Quellen sowohl aus der Wissenschaft als auch aus der Praxis befassen sich überwiegend mit mehreren Zieldimensionen. Eine Zuordnung der Quellen zu den sechs Zieldimensionen ist in Tabelle 3 zu sehen. Praktiker setzen sich vermehrt mit Fragestellungen rund um die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Handhabbarkeit des Cloud Computing auseinander. Weitgehend unbeachtet bleiben dagegen bisher die Leistungsfähigkeit und die Kosten- bzw. Preismodelle. Die Wissenschaft erforscht das Thema unter Einbeziehung sämtlicher Zieldimensionen und misst der Leistungsfähigkeit deutlich mehr Bedeutung zu als es die Praktiker bisher tun.

Quelle	Flexibilität	Kosten	Leistungs- fähigkeit & -umfang	Vertrauens- würdigkeit & Ausfall- sicherheit	IT-Sicherheit & Datenschutz	Service & Cloud Management
<i>Veröffentlichungen aus der Wissenschaft</i>						
Günther et al. (2001)	x		x	x	x	x
Hilley (2009)	x	x	x	x	x	x
Hofer and Karagiannis (2010)	x	x	x	x	x	
Li et al. (2010)	x	x	x			x
Prodan and Ostermann (2009)	x	x	x		x	
Anney (2010)	x	x	x	x	x	x
Vaquero et al. (2009)	x	x	x			x
Peng et al. (2009)	x		x			
Weinhardt et al. (2009)	x		x			x
Hay et al. (2011)					x	
Martens et al. (2010)	x	x		x	x	x
Christmann et al. (2010)		x		x	x	x
Tsvihun et al. (2010)	x	x	x	x	x	x
Ambrust et al. (2009)	x		x	x	x	
Iyer und Henderson (2010)	x					x
<i>Veröffentlichungen aus Praxis und Wirtschaft</i>						
BITKOM	x	x		x	x	x
BSI	x			x	x	x
EuroCloud	x			x	x	x
ENISA	x			x	x	x
CSA	x			x	x	x
SaaS EcoSystem	x	x		x	x	x
DMTF	x				x	x
OpenCloudManifesto	x				x	x
T-Systems	x	x	x	x	x	
Experton Group	x	x		x	x	x
The Open Group	x	x	x	x	x	x

Tabelle 3: Ergebnisse der Literatur- und Marktrecherche

**Zieldimension: Flexibilität**

Ein häufig im Zusammenhang mit Cloud Computing aufgezeigter Vorteil in Wissenschaft und industrieller Praxis ist der Mehrertrag an Flexibilität gegenüber traditionellen Lösungen [We09]. Ressourcen können beispielsweise je nach Bedarf, der zum Teil stark schwanken kann, flexibel gebucht und ebenso wieder freigegeben werden. Die Bereitstellung erfolgt hier im Vergleich zu klassischen Outsourcings wie Application System Providing (ASP) äußerst schnell und kurzfristig mit einer insgesamt sehr geringen Bindungsdauer an den Anbieter [Tu10]. Neben diesen Punkten sind für die Anbieterauswahl noch weitere Aspekte wie Standardisierung (z.B. durch APIs), die Rückführbarkeit von Daten, die kurzen Vertragslaufzeiten oder eine nachfragebedingte und skalierbare Ressourcendeckung zu beachten.



### **Zieldimension: Kosten**

Die Entscheidung zum einen für Cloud Computing und zum anderen für einen konkreten Anbieter wird, wie in anderen Bereichen auch, häufig von monetären Überlegungen geleitet [Hi09]. In diesem Zusammenhang wird häufig das Schlagwort „pay-as-you-use“ genannt. Kunden, welche sich für eine Nutzung von Cloud Services entscheiden, profitieren in erster Linie von einer geringen Kapitalbindung. Hierbei bleiben den Kunden hohe Anschaffungskosten in Form benötigter Server, Lizenzen oder Stellflächen erspart und die Komplexität des IT-Betriebs wird reduziert.

### **Zieldimension: Leistungsumfang & Leistungsfähigkeit**

Mit dieser Zieldimension wird der Leistungsumfang und die Leistungsfähigkeit eines Cloud Anbieters beschrieben. Um den für die jeweiligen Anforderungen am besten geeigneten Cloud Anbieter auszuwählen, ist die Kenntnis über den angebotenen Leistungsumfang und dessen Leistungsfähigkeit von entscheidender Bedeutung [Am09]. Hierbei gilt es, Merkmale hinsichtlich der Performanz (Latenzzeiten oder Transaktionsgeschwindigkeit), der Kapazitätsgrenzen (z.B. maximale Anzahl von Accounts oder Speicherplatz), der Servicekomplexität (wie viele Funktionen werden angeboten) und des Individualisierungsgrads (wie weit lässt sich der Service anpassen) zu berücksichtigen.

### **Zieldimension: IT-Sicherheit & Datenschutz**

Die Entscheidung bei der Anbietersauswahl in der Cloud wird sehr häufig von Anforderungen des Unternehmens in den Bereichen Sicherheit, Compliance und Datenschutz beeinflusst [CH09; Ts10; Ja08; Cl09]. Unternehmen wollen oder müssen sichergehen, dass ihre Daten und Anwendungen auch bei einem Cloud Anbieter sowohl erforderliche Compliance-Richtlinien erfüllen, als auch ausreichend vor unberechtigten Zugriffen geschützt sind. Dabei beziehen sich die Entscheidungskriterien fast ausschließlich auf die Infrastruktur des Anbieters selbst und weniger auf den zu beziehenden Dienst.

### **Zieldimension: Ausfallsicherheit & Vertrauenswürdigkeit**

Diese Zieldimension beschreibt, wie sicher sich der Kunde sein kann, dass ihm die Dienstleistung aus der Cloud wie vereinbart zur Verfügung steht [Ja08]. Dabei spielt es eine Rolle welche Zusagen und Leistungsversprechen gemacht werden, bspw. in Form von SLAs. Darüber hinaus ist die Zuverlässigkeit, mit der diese Leistungsversprechen eingehalten werden, von zentraler Bedeutung. Im Gegensatz zum Leistungsversprechen beschreibt die Zuverlässigkeit sowie die Vertrauenswürdigkeit des Anbieters Infrastrukturmerkmale, die Indizien für eine hohe Ausfallsicherheit sein können. Hierzu zählen u.a. Notfallmaßnahmen, redundante Standorte oder Zertifizierungen.

### **Zieldimension: Service & Cloud Management**

Das Service & Cloud Management umfasst Eigenschaften des Anbieters, die für einen reibungsfreien Betrieb des Cloud Dienstes entscheidend sind. Hierzu zählen der angebotene Support und die Funktionen zur Steuerung und Kontrolle, aber auch die Individualisierung der Weboberfläche [Va09]. Die Handhabbarkeit (Usability) der Dienste, speziell in einer verteilten IT-Architektur, und die Cloud Governance, in dessen Rahmen Anforderungen und Zuständigkeiten beim Kunden definiert werden, sind wesentliche Merkmale dieser Zieldimension.

Auf Basis der existierenden Literatur und vorhandener Service-Angebote von IaaS und Hosting Anbietern wurden jene gefundenen Merkmale und Anforderungen zusammengefasst, die sich hinsichtlich ihrer Zielstellung (Zieldimension) ähneln. Diese wurden in vier Stufen hierarchisch abgebildet (vgl. Abbildung 2). Dabei wurden abstrakte und operative Auswahlkriterien unterschieden. Die abstrakten Auswahlkriterien dienen zur weiteren Strukturierung und differenzieren die Zieldimension in Anforderungsgruppen. Auf der dritten Stufe wurden die Auswahlkriterien operationalisiert, so dass sie sich vergleichen und gewichten lassen (z.B. Preisoptionen, Bereitstellungszeit). Die darunterliegende Stufe definiert für diese Auswahlkriterien abschließend Kennzahlen bzw. messbare Anforderungen. Die Bereitstellungszeit (Stufe 3) wird u.a. durch die benötigte Dauer zum Hochfahren einer Instanz (= Anforderung auf Stufe 4) gemessen. Liegt die Hochfahrzeit bspw. unter fünf Minuten, dann wird die Bereitstellungszeit als gering eingestuft, vorausgesetzt die restlichen Kennzahlen für dieses operative Auswahlkriterium werden ähnlich bewertet. Des Weiteren wurde das Bezugsobjekt der Kriterien untersucht; dabei wurde zwischen einem gesamtheitlichen Bezug auf den Anbieter oder einem spezifischen Bezug auf den Dienst unterschieden.

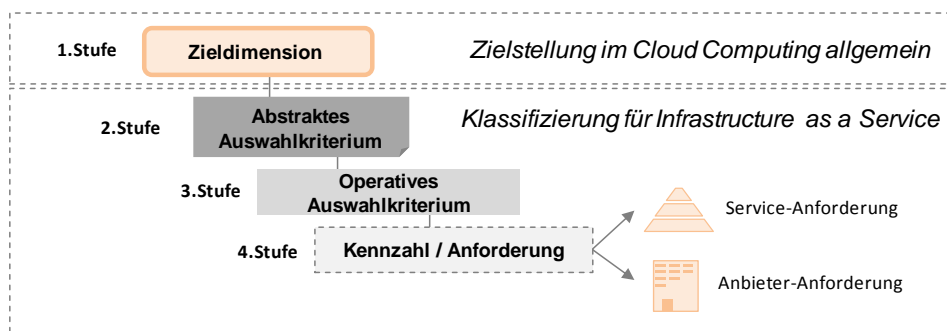


Abbildung 2: Klassifizierungsschema

Das Ergebnis dieses Beitrags ist ein dreistufiger Klassifikationsrahmen mit sechs Zieldimensionen, 17 abstrakten Auswahlkriterien auf Stufe zwei und 51 operative Auswahlkriterien auf Stufe drei. Dieser Rahmen ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Kriterien der Stufe vier wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht im Detail dargestellt. Nachfolgend werden die Zieldimensionen anhand der jeweiligen Auswahlkriterien kurz erläutert.

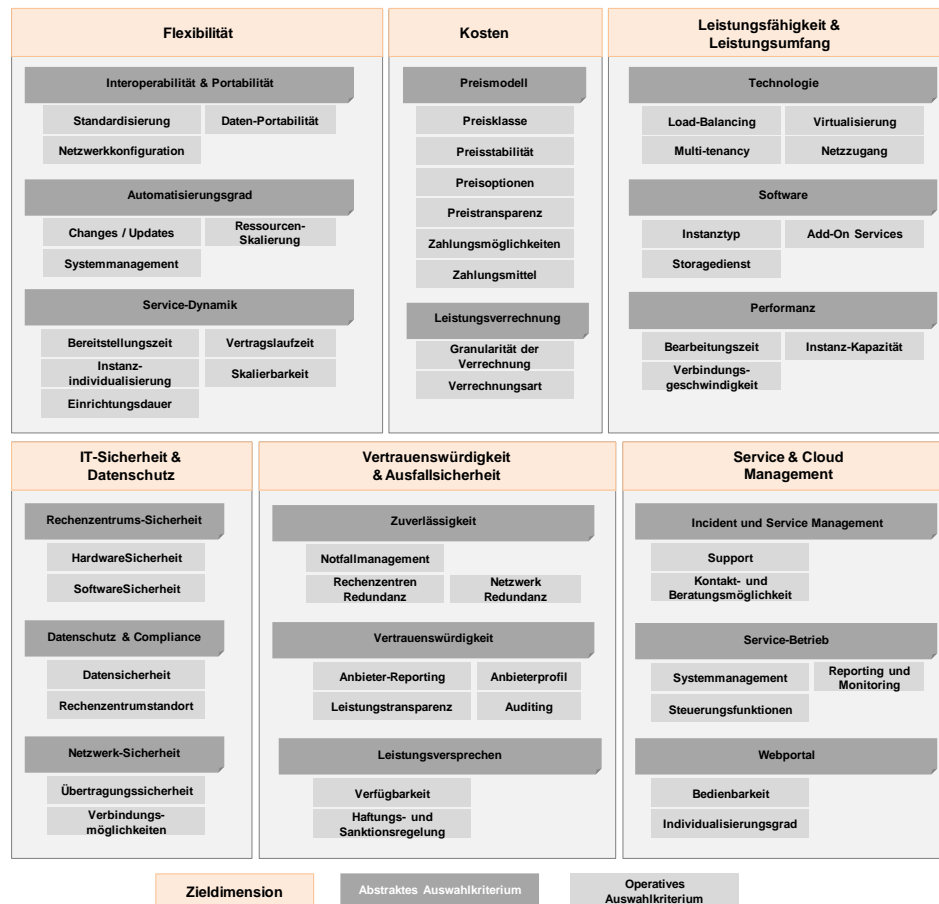


Abbildung 3: Klassifikationsrahmen für IaaS Anbieter (3-stufig, ohne Kennzahlen)

Eine ausführlich untersuchte Zieldimension bei der Auswahl eines Anbieters ist die Flexibilität (vgl. Tabelle 3). Diese beschreibt die Fähigkeit der Organisation, auf wechselnde Kapazitätsbedarfe schnell und flexibel zu reagieren. Dabei sind die Themenfelder Interoperabilität & Portabilität, Automatisierungsgrad und Service-Dynamik besonders hervorzuheben.

Bei der Anbietersauswahl sind für Unternehmen aber noch weit mehr Aspekte von Bedeutung. Hierzu gehören beispielsweise Kosten-relevante Größen wie die Preisstabilität (Dauer des vereinbarten Preises), die Granularität der Verrechnung (z.B. 1 MB, 100 MB oder 1 GB Einstellungsschritte), das Preismodell (Preisklasse, Preisoptionen, Preistransparenz, Zahlungsmöglichkeiten etc.) und die Leistungsverrechnung. Gerade im IaaS Bereich unterscheiden sich die Preismodelle und Verrechnungsarten wesentlich voneinander.

Die Leistungsfähigkeit wird von den Experten als relevantes Auswahlkriterium angesehen, obwohl es bisher in der Praxis nur geringfügig thematisiert wurde (vgl. Tabelle 3). Die Leistungsfähigkeit und der Leistungsumfang gliedern sich in Performanz, Technologie und Software auf. Zu dem Thema Performanz gehören Kriterien wie beispielsweise die max. CPU, RAM, Festplatte, Transfervolumen und Transfergeschwindigkeit. Unter dem Begriff Technologie werden Eigenschaften wie die Art der Virtualisierung, des Load Balancing usw. subsummiert. Abgerundet wird diese Zieldimension durch die Charakteristiken auf der Software-Ebene, wie bspw. die Auswahl aus verschiedenen Betriebssystemen.

Die Zieldimension IT-Sicherheit findet besondere Beachtung in der Praxis und bezieht sich auf das Rechenzentrum oder das Netzwerk. Hinzu kommen Anforderungen an den Datenschutz (Verschlüsselung der Daten) und die Compliance (z.B. Standort des Rechenzentrums).

Bei dem externen Dienstleistungsbezug aus der Cloud sind die Vertrauenswürdigkeit und die Ausfallsicherheit sehr wichtig. Gruppieren werden kann in diesem Themenfeld nach Leistungsversprechen (was garantiert der Anbieter, Service SLAs), Zuverlässigkeit (mit welcher Wahrscheinlichkeit können Leistungsversprechen eingehalten werden) und Vertrauenswürdigkeit (z.B. Leistungstransparenz, Markterfahrung).

Die Zieldimension Service & Cloud Management lässt sich differenzieren nach Incident und Service Management (Support und Kundenbetreuung), Service-Betrieb (z.B. Monitoring der Dienste und Steuerungsumfang mittels APIs) und Webportal (Bedienbarkeit und Anpassungsmöglichkeiten der Oberfläche).

## 5. Ausblick

In diesem Beitrag wurde, basierend auf einer umfassenden Literatur- und Angebotsanalyse inklusive Experteninterviews, ein Klassifikationsrahmen für eine Anbietersauswahl im Bereich IaaS vorgestellt. Im Rahmen der interorganisationalen Zusammenarbeit liefert der Klassifikationsrahmen für IaaS-Angebote einen Mehrwert im Bereich der Entscheidungsfindung. Damit wird es zukünftig möglich IaaS-Angebote besser vergleichen zu können und Auswahlprozesse zu beschleunigen. So könnte ein Interorganisationssystem entsprechende IaaS-Angebote automatisch an den Kunden übermitteln, der im Vorfeld anhand des Klassifikationsrahmens seine Zielstellung und Priorisierung definiert. Dadurch kann eine Verlagerung weg von einer Anbietersauswahl basierend auf subjektiven Einschätzungen hin zur faktenbasierten Leistungsauswahl stattfinden. Die Erfüllung der Leistungsanforderung rückt dabei in den Vordergrund. Der Kunde muss nicht mehr wissen von welchem Anbieter er seine Leistung bezieht, solange diese den Anforderungen genügt. In diesem Rahmen gewinnen besonders Akteure in der Cloud an Bedeutung, die sich auf Aggregation und Vermittlung konzentrieren.

Im nächsten Forschungsschritt werden die Anforderungskriterien (Kennzahlen) auf Stufe vier in Form einer empirischen Untersuchung evaluiert und erweitert. Anschließend werden die evaluierten Kriterien im Rahmen eines aktuell laufenden Forschungsprojektes als Grundlage für einen Verteilungsmechanismus bei einer automatischen IaaS-Anbietersauswahl umgesetzt und auf ihre Anwendungstauglichkeit geprüft und prototypisch getestet.

## 6. Literaturverzeichnis

- [An10] Anney, M.: XaaS Check 2010 Status Quo und Trends im Cloud Computing. S.A.R.L. Martin, Forschungsgruppe Service-oriented Computing, Technische Universität Darmstadt und IT Research, Sauerlach. 2010.
- [Ar09] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A.D., Katz, R.H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D.A., Rabkin, A., Stoica, I. and Zaharia, M., "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing," UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, 2009.
- [Bi10] BITKOM: Cloud Computing – Was Entscheider wissen müssen. BITKOM Leitfadens, 2010.
- [Bs10] BSI: BSI-Mindestsicherheitsanforderungen an Cloud-Computing-Anbieter. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn, September 2010.
- [BJ10] Iyer, B.; Henderson, J.C.: Preparing for the future: Understanding the seven capabilities of Cloud Computing. MIS Quarterly Executive Vol. 9, No. 2, 2010.
- [Ch08] Chen, R, et. al.: Emergency Response Information System Interoperability: Development of Chemical Incident Response Data Model. Journal of the Association for Information Systems, 2008 Vol. 9: Iss. 3, Article 7.
- [CH09] Catteddu, D.; Hogben, G.: Cloud Computing - Benefits, risks and recommendations for information security. European Network and Information Security Agency (ENISA), 2009.
- [Ch10] Christmann, S., Hilpert, H., Thöne, M., and Hagenhoff, S., "Datensicherheit und Datenschutz im Cloud Computing – Risiken und Kriterien zur Anbietersauswahl," HMD- Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 275, Oktober 2010, S.62-70.
- [CI09] Cloud Security Alliance: Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing V2.1. Cloud Security Alliance (CSA), Dezember 2009.
- [Di07] Dickey, M. H. et. al.: Do You Read Me? Perspective Making and Perspective Taking in Chat Communities, Journal of the Association for Information Systems, 2007 Vol. 8: Iss. 1, Article 3.
- [Eu10] EuroCloud: Cloud Computing, Recht, Datenschutz & Compliance. Leitfadens des Euro-Cloud Deutschland\_eco e. V., Köln, November 2010.
- [GL10] Jochen, G.: Grit Laudel Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen Vs Verlag; Auflage: 4. Auflage, 2010.
- [GM09] Grance, T.; Mell, P.: The NIST definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology (NIST), Juli 2009, <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc>, abgerufen am: 31.12.2010.
- [Gü01] Günther, O et. al.: Application Service Providers: Angebot, Nachfrage und langfristige Perspektiven. In. WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 2001 Ausgabe Nr.: 2001-06.
- [Hi09] Hilley, D.: Cloud Computing: A Taxonomy of Platform and Infrastructure-level Offerings. CERCS Technical Report, April 2009.
- [HK10] Hoefer, C.N; Karagiannis, G.: Taxonomy of cloud computing services. IEEE Globecom 2010 Workshop on Enabling the Future Service-Oriented Internet.

- [Ha11] Hay, B.; Nance, K.; Bishop, M.: Storm Clouds Rising: Security Challenges for IaaS Cloud Computing, Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences 2011.
- [IH10] Iyer, B.; Henderson, J.C.: Preparing for the future: Understanding the seven capabilities of Cloud Computing. MIS Quarterly Executive Vol. 9, No. 2, 2010.
- [Ja08] Jaeger, P.T.; Lin, J.; Grimes, J.M.: Cloud Computing and Information Policy: Computing in a Policy Cloud?. Journal of Information Technology & Politics, Vol. 5(3), 2008.
- [Ka10] Kaganer, E. A.; Pawlowski, S. D.; Wiley-Patton, S.: Building Legitimacy for IT Innovations: The Case of Computerized Physician Order Entry Systems. Journal of the Association for Information Systems, 2010, Vol. 11: Iss. 1, Article 2.
- [Le10] Leimeister, S.; Böhm, M.; Riedl, C.; Krcmar, H.: The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles, And Value Networks. 18th European Conference on Information Systems ECIS, 2010.
- [Li10] Li, A. et. al: CloudCmp: Comparing Public Cloud Providers. Internet Measurement Conference, Nov 2010.
- [Ma10] Martens, B., Teuteberg, F., and Gräuler, M., „Datenbank und Reifegradmodell für die Auswahl und Bewertung von Cloud-Computing-Services,“ HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 275, S.52-61, 2010.
- [Pe09] Peng J. et. al.: Comparison of Several Cloud Computing Platforms. Second International Symposium on Information Science and Engineering, IEEE 2009.
- [PO09] Prodan, R; Ostermann, S.: A Survey and Taxonomy of Infrastructure as a Service and Web Hosting Cloud Providers. IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, 2009.
- [Ri09] Rimal, B. et. al.: A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems. Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC, IEEE, 2009.
- [RZ11] Repschläger, J.; Zarnekow, R.: Cloud Computing in der IKT-Branche: Status-quo und Entwicklung des Cloud Sourcing von KMUs in der Informations- und Kommunikationsbranche in der Region Berlin Brandenburg, Studie des IKM-Lehrstuhls der TU-Berlin und dem Verband der Software-, Informations- und Kommunikations-Industrie in Berlin und Brandenburg (SIBB e.V.), 2011.
- [Sa11a] SaaS-EcoSystem: SaaS-EcoSystem Check-Liste. SaaS-EcoSystem e. V., 2011. <http://www.saasecosystem.org/trust-in-cloud/checkliste/>, aufgerufen am 19.04.2011.
- [Sa11b] Saunders, C.: MIS Journal rankings. <http://ais.affiniscap.com/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=432>.
- [Sc10] Schwarz, A. et. al.: A Conjoint Approach to Understanding IT Application Services Outsourcing. Journal of the Association for Information Systems, 2010, Vol. 10: Iss. 10, Article 1.
- [SH09] Schrader, U.; Hennig-Thurau, T.: VHB/JOURQUAL2. Business Research 2(2):180–204, 2009.
- [Ts10] Tsvihun, I.; Stephanow, P.; Streitberger, W.: Vergleich der Sicherheit traditioneller IT-Systeme und Public Cloud Computing Systeme. Fraunhofer-Institut für sichere Informationstechnologie (SIT), Juli 2010.
- [Va09] Vaquero, L.M.; Merino, L.M.; Caceres, J.; Lindner, M.: A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition. ACM SIGCOMM Computer Communication Review Volume 39, Nr. 1, 2009.
- [VJ10] Velton, C.; Janata, S.: Cloud Vendor Benchmark 2010 Cloud Computing Anbieter im Vergleich Deutschland. Experton Group AG, 2010.
- [Wa09] Wang, P.: Popular Concepts beyond Organizations: Exploring New Dimensions of Information Technology Innovations. Journal of the Association for Information Systems: 2009 Vol. 10: Iss. 1, Article 2.
- [WB10] Wu, S.; Banker, R.: Best Pricing Strategy for Information Services. Journal of the Association for Information Systems, 2010, Vol. 11: Iss. 6, Article 1.

- [We09] Weinhardt, C.; Anandasivam, A.; Blau, B.; Borissov, N.; Meinel, T.; Michalk, W.; Stöber, J.: Cloud-Computing – Eine Abgrenzung, Geschäftsmodelle und Forschungsgebiete. In: Wirtschaftsinformatik, Nr. 5, 2009, S.453-462.
- [WS10] Ward, T; Sipior, J. C.: The Internet Jurisdiction Risk of Cloud Computing. Information Systems Management, 1934-8703, Volume 27, Issue 4, 2010, Pages 334 – 339.
- [WW02] Webster, J.; Watson, R.T.: Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. MIS Quart 26(2):13–23, 2002.
- [YT09] Yang, H.; Tate, M.: Where are we at with Cloud Computing?: A Descriptive Literature Review. 20. Australasian Conference on Information Systems, Melbourne, 2009.