

Cloud-gestützte Supply-Chain-Architekturen – Entwicklung eines Referenzmodells auf Basis einer systematischen Literaturanalyse

Andreas Jede, Prof. Dr. Frank Teuteberg

Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik

Universität Osnabrück

Katharinenstraße 1

49074 Osnabrück

ajede@uni-osnabrueck.de

frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

Abstract: Die spezifischen Eigenschaften des Cloud Computing (CC) können Geschäftsprozesse im Supply Chain Management (SCM) unterstützen. Der vorliegende Beitrag bietet eine interdisziplinäre Literaturanalyse. Dabei werden 102 Publikationen, die den CC-Einsatz in SCM-Bereichen thematisieren, im Hinblick auf Problemfelder, IT-Artefakte sowie Erfolgs- und Einflussfaktoren analysiert. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen der Konzeption eines Referenzmodells für Cloud-gestützte SCM-Architekturen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass CC und SCM zunehmend miteinander verzahnt werden. Die Praxis hat dieses Potenzial nur unvollständig erkannt und nutzt es nur ansatzweise. Aus Sicht der Wissenschaft fehlt es vor allem an theoretisch fundierten und empirischen Arbeiten.

1 Einleitung

Nach heutigem Verständnis ist die IT ein elementarer Erfolgsfaktor beim Streben der Unternehmen nach Effizienz entlang der gesamten Supply Chain (SC) [Ce12, SMW11]. Vor allem für die dezentrale Natur von globalen SCs bietet das CC-Paradigma signifikante Vorteile. Komplette Services aus gekapselten Funktionen, die skalierbar und elastisch sind, können ortsungebunden und jederzeit verfügbar bereitgestellt werden [Ba10]. So gewinnen digitale SC-Prozesse u.a. an Stabilität und Flexibilität [HWK12, Ce12].

Der aktuelle Stand in der CC-Forschung befindet sich jedoch in Theorie und Praxis im Frühstadium [Ma11]. Gleichwohl herrscht allgemeiner Konsens, dass CC sowohl eine informationstechnische als auch eine betriebswirtschaftliche Tragweite attestiert werden, erwähnt seien hier z.B. die Kosteneffekte [Ma11]. Derzeit sehen sich Unternehmen, die stets beide Aspekte bei Selektion, Adaption und Nutzung von CC im SCM berücksichtigen sollten, mit einem undurchsichtigen Gebilde von Service-Möglichkeiten konfrontiert [WRZ12]. Interdisziplinäre Handlungsrahmen für spezifische Unternehmensbereiche [HWK12], wie für das SCM [Le10], sind in der wissenschaftlichen Literatur rar. Ebenso

sind die Abhängigkeiten und Relationen zwischen SCM- und CC-Elementen weitestgehend unerforscht. Aus der Motivation heraus, den bisherigen Forschungsstand zusammenzuführen und weitere Forschungslücken aufzudecken, wurde im Rahmen dieses Beitrags eine systematische Literaturanalyse durchgeführt, die sich in der Schnittmenge der Disziplinen Wirtschaftsinformatik und SCM bewegt. Auf Basis dieser Analyse werden die identifizierten Erkenntnisse in ein Referenzmodell für CC-gestützte SCM-Prozesse überführt. Die dem Beitrag zugrunde liegenden Forschungsfragen lauten:

- 1) Wo liegen die aktuellen (Forschungs-) Schwerpunkte beim Einsatz von CC im SCM?
- 2) Welche Elemente sollten für ein Referenzmodell berücksichtigt werden, das Cloud-gestützte SCM-Prozesse adressiert?

Die Struktur der Arbeit ist wie folgt: Nach der Einleitung werden in Kapitel zwei die grundlegenden Begriffe erläutert. Das dritte Kapitel beschreibt das methodische Vorgehen der Literaturanalyse, deren Ergebnisse in Kapitel vier präsentiert werden. Danach wird in Kapitel fünf das Referenzmodell entwickelt. Die Arbeit schließt mit einem Fazit.

2 Begriffliche Grundlagen

Mentzer et al. [Me01] differenzieren beim SCM zwischen drei konstitutiven Verrichtungsebenen und definieren SCM wie folgt: „a set of ... entities (organizations or individuals) directly involved in the upstream and downstream flows of 1) products, services, 2) finances, and/or 3) information from a source to a customer.“ Während Materialflussaktivitäten hierbei das Ziel verfolgen, sämtliche Prozessschritte der Wertschöpfungskette auf effiziente Materialflüsse auszurichten, behandeln Finanz- und Informationsflüsse die vertikale und horizontale Vernetzung von Prozessen. Speziell bei der Steuerung der Informationsflüsse steht die inner- und überbetriebliche, bedarfsorientierte Informationsversorgung im Zentrum, wobei die Herausforderung in der Selektion, Adaption und Nutzung von zweckmäßiger IT liegt.

CC kann die dritte Ebene unterstützen und wird vom „National Institute of Standards and Technology“ wie folgt definiert [MG11]: „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“. Dabei stellt CC keine neuartige Technologie dar, sondern ein neues Paradigma für IT-Prozesse [YBS08], indem es bekannte Einzeltechnologien konsequent verknüpft [Le10]. Ferner wird in der Literatur zwischen drei „as a Service“-Modellen unterschieden [HWK12]: Infrastructure, Platform und Software (IaaS, PaaS, SaaS). Desweiteren existieren vier CC-Ausprägungen [HWK12, Ma11]: Während beim „Public CC“ ein externer Anbieter seine Services über das Internet zur Verfügung stellt, werden die Services beim „Private CC“ unternehmensintern angeboten, was implizit einen notwendigen, eigenen CC-Betrieb voraussetzt. „Community CC“ ist in Betracht zu ziehen, falls eine Gruppe von Unternehmen, die gemeinsame Interessen verfolgt und vergleichbare Sicherheitsstandards pflegt, den CC-Betrieb eigenständig kontrollieren will. Beim „Hybrid CC“ (Kombination aus Private/Public CC) werden sensible Informationen intern abgegrenzt und unkritische Services und Daten in die Obhut eines externen Anbieters übertragen.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Systematische Literaturanalyse

Der vorliegende Beitrag basiert auf der Methode der systematischen Literaturanalyse, die sich in der wissenschaftlichen Forschung zweckdienlich zur Identifikation des aktuellen Forschungsstands erwiesen hat [Fe06]. Hierbei wird die selektierte Literatur qualitativ und quantitativ analysiert.¹ Ferner orientiert sich der Beitrag am Rahmenkonzept von Dibbern et al. [Di04]. Aus dem in Tabelle 1 dargestellten Konzept leitet sich die gestalterische Umsetzung ab. Die Durchführung der *qualitativen Analyse* erfolgt in enger Anlehnung an das Fünf-Stufen-Modell von Fettke [Fe06]: 1) Problemformulierung, 2) Literatursuche, 3) -auswertung, 4) -analyse sowie 5) Interpretation. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Zuweisung von Problemen, Inhalten und Erfolgsfaktoren eines jeden Artikels in ein vordefiniertes Raster. Hierbei ist hervorzuheben, dass ausgehend von der Problemardarstellung gemäß der Einleitung die Suche nach relevanten Arbeiten auf Basis von Keywords durchgeführt wurde (Fussnote 1 enthält den Link zur Keyword-Liste). Um die besten Publikationsorgane zu identifizieren, wurden drei vordefinierte Ranglisten herangezogen („WI“, WIRTSCHAFTSINFORMATIK; „AIS“, Association for Information Systems; „Transport, Logistics and SCM“, Universität Sydney). In Summe besteht die Auswahl aus 63 Zeitschriften (33 aus der WI und 30 aus dem SCM). Darüber hinaus erweitern die Konferenzen „ECIS“, „ICIS“ und „WI“ die Selektion, die laut der „Wissenschaftlichen Kommission für Wirtschaftsinformatik (WKWI)“ zu den drei größten Konferenzen zählen. Die Konferenz „AMCIS“ ist in der WKWI-Liste zwar nur an sechster Stelle geführt, jedoch besticht die Konferenz durch überproportional viele Beiträge im relevanten Themengebiet, sodass diese die Zeitschriftenauswahl komplettiert. Auf dieser Basis wurden inklusive Vorwärts- und Rückwärtssuche [WW02] 102 relevante Artikel identifiziert. Ziel der *quantitativen Inhaltsanalyse* ist die Identifikation detaillierter Zusammenhänge zwischen den Termini, die für CC und SCM relevant sind, sowie die Entlarvung verborgener Merkmale [Su01]. Hierfür wird die Software „WordStat“ von Provalis genutzt. Die 102 selektierten Artikel werden dabei in die Software kopiert und in einem Vier-Stufen-Schema bearbeitet. Während in Stufe eins die manuelle Normierung der Schreibweise und der Silbentrennung sowie die Entfernung aller Klammern erfolgen, beinhaltet Stufe zwei die systemgestützte Lemmatisierung, die Stammformreduktion, sowie das Exkludieren unnötiger Füllwörter. In den Stufen drei und vier dient die gewonnene Datenbasis der Analyse und der Interpretation.

Perspektive	Motiv	Forschungsfragen	Kapitel
Motivation	Warum?	Warum CC im SCM?	1
Fokus	Wie? Welche? Was?	Was sind die aktuell diskutierten Problemstellungen?	4.1
		Welche (IT-)Artefakte wurden bislang entwickelt?	4.1
		Wie sind die derzeitigen Zusammenhänge zwischen SCM und CC?	4.2
		Welche Elemente sind für ein Referenzmodell zu berücksichtigen?	5
Implikationen	Ergebnis	Was sind die Implikationen für Wissenschaft und Praxis?	6

Tabelle 1: Rahmenkonzept der Literaturanalyse

¹ Ausführliche Darstellungen zur Vorgehensweise und Methodik der qualitativen sowie der quantitativen Literaturanalyse sind unter (http://www.uwi.uni-osnabrueck.de/Informatik14_Anhang.pdf) verfügbar (siehe Anlage IIb und IIc).

3.2 Themenverwandte Veröffentlichungen

Im Rahmen der Literaturlauswertung wurden lediglich fünf Artikel in den angeführten 63 Zeitschriften identifiziert, die ebenfalls eine Literaturlausanalyse in inhaltsähnlichen Themenfeldern abhandeln. Diese sind in der Tabelle 2 aufgeführt und nach den Kriterien Anzahl berücksichtigter Artikel („#“), „Forschungsfrage“ und „Ergebnisse“ gegliedert. Dieser Beitrag grenzt sich im Wesentlichen durch zwei Faktoren stark von den unten aufgeführten Veröffentlichungen ab. Nach Kenntnis der Autoren existiert bis dato keine Literaturlausanalyse, die konsequent das Themenfeld CC im SCM fokussiert. Ferner führen die Auswertungen zu einem ersten Referenzmodell für Cloud-gestützte SCM-Prozesse, welches systematisch auf Basis einer Literaturlausanalyse entwickelt wurde.

Ref.	#	Forschungsfrage	Ergebnisse
[HWK12]	60	Was sind die relevanten Aspekte im CC-Paradigma aus Sicht des nutzenden Unternehmens?	Literaturkenntnisse werden in vier Dimensionen zusammengetragen: 1) Allgemeine CC-Eigenschaften 2) Determinanten, die die Adaption beeinflussen, 3) Notwendige staatliche Regelungen 4) Grds. Auswirkungen auf unternehmerische Geschäftstätigkeit
[GL08]	174	Welchen Einfluss haben Internet-basierte Technologien auf die Geschäftsprozesse im SCM?	Wettbewerbsvorteile für Unternehmen entstehen insbesondere beim elektronischen Bestellprozess, der Bestellerfüllungsquote sowie beim Informationsfluss
[STC12]	45	Was sind die Vorteile eines CC-basierten ERP-Systems?	Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen profitieren aufgrund niedriger Investitionen und IT-Ressourcen vom CC-ERP-System
[FBW13]	28	Was ist der Einfluss von SaaS-basierten Geschäftsprozessen auf die operative Agilität?	„SaaS“-basierte Prozesse steigern zwar die operative Agilität, jedoch nicht unmittelbar, sondern z.B. durch verbesserte ERP- und Ablaufunterstützungssysteme
[Eg13]	17	Welche Auswirkungen haben neue IT-Systeme auf die horizontale Kollaboration in SCs?	Informationsaustausch und Transparenz der IT-Systeme sind die wichtigsten Faktoren für eine horizontale Kollaboration

Tabelle 2: Themenverwandte Veröffentlichungen

4 Ergebnisse der Literaturlausanalyse

4.1 Derzeitige Problemstellungen und die dazu entwickelten Artefakte

Beim Zusammentragen der Problemstellungen sind explizit nur die Inhalte aus den Arbeiten extrahiert worden, die den CC-Einsatz im SCM im Kern behandeln. In der nachstehenden Tabelle 3 sind die Schwerpunkte der Arbeiten und die dazugehörigen, bewiesenen Erfolgsfaktoren mit verwendeter Methode dargestellt. Ferner wurden die entwickelten Artefakte der selektierten Arbeiten untersucht. In dieser Arbeit werden substantielle Bestandteile eines spezifischen Grundlagenwissens als Artefakte bezeichnet [HC10]. Die Struktur der Artefakte und die Definitionen orientieren sich dabei an March und Smith [MS95]. Tabelle 4 zeigt Beispiele von CC-Artefakten im SCM und die dazugehörigen Referenzen. Des Weiteren offenbart eine Unterteilung aller angewandten Forschungsmethoden und IT-Artefakte in das „konstruktionswissenschaftliche Paradigma“ und das „verhaltenswissenschaftliche Paradigma“ nach Wilde und Hess [WH07] einen deutlichen Überhang des erstgenannten Paradigmas.

Das Verhältnis ist ein Indiz für das frühe Stadium der Forschung im Themengebiet, da verhaltensorientierte Arbeiten das Vorhandensein von konstruierten Artefakten als Untersuchungsbasis für verhaltenswissenschaftliche Studien voraussetzen und vermehrt auf fortgeschrittenen Forschungsgebieten vorzufinden sind [MT09]. Um die Zusammenhänge auf dem untersuchten Forschungsgebiet noch besser nachvollziehen und beurteilen zu können, sollten unterrepräsentierte Methoden wie z.B. Referenzmodellierung oder Prototyping sowie Multi-Methoden-Ansätze künftig stärkere Berücksichtigung finden.

Problemstellung [Referenzen]
Mit der jeweiligen Problemstellung im Zusammenhang stehende, nachgewiesene Erfolgsfaktoren [Referenzen [Methoden]]
Wie können Interoperabilität, Koordination, Kollaboration und Informationsaustausch entlang der SC durch CC verbessert werden? Wie kann die Transparenz erhöht werden? Wie sollte dabei die Integration diverser Enterprise-Applikationen konzipiert sein? [Be11b;Ce12;KR13;KDS10;SÖ13;RA10;SMW11;Eg13] <ul style="list-style-type: none"> • Steigert die Transparenz der Hubs in der SC durch angemessene Standardsetzung [SMW11 [Fallstudie]]
Wie können intelligente Transportsysteme mittels CC verbessert werden? Wie sind sichere „Ad hoc vehicular clouds“ aufzubauen und wie sieht die Unternehmensanbindung aus? [Wa10;Ya13;EOY10;OKA11] <ul style="list-style-type: none"> • Schützt vor Sicherheitsangriffen durch Schließen von Sicherheitslücken mittels konzipiertem Algorithmus, indem dieser die Authentifizierung sicherstellt [Ya13 [Fallstudie]]
Wie kann die Koordination von Frachttransport und Handling mittels CC optimiert werden? Wie sind Bearbeitungsaufträge für einen Daten-Layer in einer Zulieferkette zu gestalten? [LK11;LKS11;MDD12] <ul style="list-style-type: none"> • Optimiert Handling- und Transportkoordination mittels eines Algorithmus [LK11 [Simulation]] • Erhöht den Zugang zu externen Handling-Dienstleistern und beseitigt Engpässe [LKS11 [Simulation]] • Erhöht die Auslastung der Ressourcen durch optimierte Verteilung der Aufträge [MDD12 [Experiment]]
Welche Möglichkeiten bietet CC für voneinander abhängige, übergreifende Produktionsprozesse? Wie können hier Reaktionsfähigkeit und Ressourcenauslastung in der SC gesteigert werden? [FBW13;HYZ13; QCY09]
Wie kann der elektr. Beschaffungsprozess in Netzwerken mittels CC unterstützt werden? Was sind spezifische Anforderungen in hybriden Absatz-Beschaffungsnetzen und -Verbindungen? [Be12;Sc12a;ST13;CTH13] <ul style="list-style-type: none"> • Steigert den Automatisierungsgrad im mehrstufigen elektr. Bestellprozess [ST13 [Simulation]]
Wie ist ein geeignetes Informationssystem innerhalb der Unternehmensarchitektur aufzubauen, das RFID und CC sinnvoll entlang der Wertschöpfungskette integriert? [Zi10; Li12] <ul style="list-style-type: none"> • Reduziert Verzögerungszeiten durch kürzere Netzwerkpfade und senkt durch Skalierung Infrastrukturkosten; Effekte in starker Abhängigkeit von der Anzahl der genutzten Datenzentren [Zi10 [Simulation]]
Unter welchen Voraussetzungen ist „Public/Private“ CC für ein SCM-lastiges Unternehmen sinnvoll? Bei welchen Prozessen im SCM sollte vom CC abgesehen / beim Eigenbetrieb verblieben werden? [MHQ13;Xi11]
Wie können Agilität und Flexibilität bei SC-Geschäftsprozessen gesteigert werden? [APF13;Le11] <ul style="list-style-type: none"> • Erhöht die Agilität durch forcierten und koordinierten Wissensaustausch [Le11 [Fallstudie]]
Was ist die Erwartungshaltung und wie ist die Akzeptanz vor, während und nach der CC-Implementierung im SCM? Welchen Einfluss haben IT-Komplexität und Vielfalt auf die CC-Erwartung [ARD12;Au10]
Wie ist eine komplette CC-basierte „Business-Intelligence-Lösung“ für Warenströme zu konzipieren, die die Systeme „Sensoren-Technologie“ und „RFID“ vereint und mobil zur Verfügung stellt? [BK11;TW10]
Wie sind sichere CC-Geschäftsprozesse unternehmensintern und -übergreifend zu gewährleisten? Welche Auswirkungen haben die notwendigen Sicherheitsstandards auf die SC-Performance? [DG13,DCW11]
Welche Unterstützung bietet CC beim Wissensmanagement im SCM von Bildungseinrichtungen? [CW13a] <ul style="list-style-type: none"> • Erhöht zum einen Lernmotivation und -zufriedenheit und stellt den Dozenten zum anderen ein effektives Lehrinstrument zur Verfügung [CW13a [Fallstudie]]
Wie kann das IT-Niveau bei Logistikdienstleistern mittels CC gesteigert werden? [LWC12;Do10;RTD11]
Was sind die wesentlichen Aspekte einer digitalen Strategie für SCM-Geschäftsprozesse? [Bh13;MK12]
Warum streben Unternehmen nach Datenkontrolle in unternehmensübergreifenden Informationssystemen und wieso ist dieses Bestreben für die Koordination der Geschäftsprozesse hinderlich? [CR13]
Welchen Einfluss haben Unsicherheiten bei Geschäftsprozessen, im Unternehmensumfeld und in der unternehmensübergreifenden Koordination auf die Implementierung von CC-Technologien? [Ce12]

Tabelle 3: Wesentliche Problemstellungen und Erfolgsfaktoren in der Literatur

Artefakt & Definition		Beispiele	Referenzen
Konstrukt	Verwendete Konzeptionierung zur Beschreibung eines Problems	Stärken	DH13;HG12; Ma11;Nu11
		Schwächen	Ma11; Nu11
		Chancen	BH11;Be11a;Cu12;FBW13;HWK12;Sc12b; Le10;Ma11,STC12;TS11;WRZ12;Bh13
		Risiken	CW13a;HWK12;Ma11;WRZ12;Ya13;BM13
Modell	Modellierung von Beziehungen zwischen Konstrukten	Konzeptionelle Modelle	Be11a;Be12;Be11b;DD13;Li12;Re12; Sc12a;Ta11;Fa13;Ne13;
		Analytische Modelle	APF13;BCM09;DCB10;MHQ13;MTZ12
		Architekturmodelle	DS13;FKB12;MDD12;Sc12b;TS11;Zi10
Methode	Abfolge von Aktionen zum Verrichten einer Tätigkeit	Rahmenkonzepte	Be11a;BH11;DS13;QCY09;Sc12a;ST13; VW12;WRZ12;Bh13;Sa13
		Hypothesenbildung	ARD12;Be09;BKH10;BH11;Ce12; GKW12;HG12;HB12;MK12;Nu11;RTD11; LPL13;CR13;GSR13;Ba13;LCC13;CTH13
		Algorithmen	FKB12;LK11;Ya13;ZTM11
		Richtlinien, Standards	BKH10;KR13;KDS10;LKS11;SMW11;ST13
Realisation	Realisierung eines Artefakts in seiner Umgebung	Netzwerkoptimierungssysteme	FKB12;ST13;Zi10;ZTM13
		Entscheidungsunterstützungssysteme	DH13;FKB12;ZTM13
		Logistik-Planungssysteme	BK11;LKS11;KDS10
		Transportinformationssysteme	KK11;Wa10
		Distributionssysteme	MDD12;KDS10
		ERP-Systeme	Bo14;SD14;CW13a;CW13b

Tabelle 4: Entwickelte Artefakte

4.2 Wie sind die Zusammenhänge zwischen CC und SCM derzeit ausgestaltet?

Mittels der quantitativen Inhaltsanalyse können Worthäufigkeiten und Kookkurrenzen der Datenbasis bestimmt werden. Während sich die Worthäufigkeit aus der absoluten Summe ergibt, errechnet sich die Kookkurrenz in der Linguistik aus dem gemeinsamen Auftreten zweier Wörter (1:1) [TSK05, S.65-72]. Im Rahmen dieser Arbeit sollen Kookkurrenzen auf Paragraphenbasis ermittelt werden. Zur Berechnung dieser Interrelationen wurde der Jaccard-Index² verwendet. Aus diesen Daten können Dendrogramme abgeleitet werden, die die vorgegebenen Wörter in Verbindung mit Variablen abbilden (1:n). Die Ergebnisse können durch das Verfahren der multidimensionalen Skalierung (MDS) zu einer 2-D Karte visualisiert werden [Pr10]. Die Größe der Kreise korrespondiert mit der Worthäufigkeit. Die Distanz zwischen den Kreisen entspricht der Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens von Wörtern. Während die Farben übergeordnete Gruppen markieren, repräsentieren die Linien besonders starke Abhängigkeiten zwischen den Kreisen. Obwohl alle selektierten Arbeiten im Überschneidungsbereich von CC und SCM liegen, ist eine klare Trennung der Bereiche in Abbildung 1 vorzufinden. Diese Tatsache führt zu der Feststellung, dass die Forscher beider Bereiche zwar Vorteile in einer Verknüpfung vermuten, da sie gerade diese Verknüpfung untersuchen, aber die Schwierigkeiten offensichtlich in der Internalisierung der Spezifikationen des Konterparts liegen. Wenig überraschend bestätigt die Karte den Fokus dieser Arbeit, indem eine Verbindung zwischen CC-Services und SCM durch ein Dreieck geschlagen wird, das aus Business (BUS), PROCESS und SYSTEM besteht.

² Weitere Details zum Vorgehen und zur Berechnung der Kookkurrenz sind unter (http://www.uwi.uni-osnabrueck.de/Informatik14_Anhang.pdf) verfügbar (siehe Anlage IIc).

Die Unterstützung durch CC bietet demnach Vorteile bei Faktoren wie Kosten, Flexibilität, Performance, Standardisierung, Informationsaustausch und Kollaboration (COST, FLEXIBL, PERFORM, STANDARD, SHAR, COLLABOR). Risiken hingegen werden der Datensicherheit und der -kontrolle beigemessen (DATA, SECUR, CONTROL). Ferner umkreisen vor allem technische Aspekte das CC-Paradigma (z. B. APPLIC, NETWORK). Diese werden im Zusammenhang mit SCM undifferenziert zum Terminus TECHNOLOGI aggregiert. Um die vermuteten Vorteile in Theorie und Praxis zu belegen und von diesen in realiter nachhaltig zu profitieren, sollten künftige Arbeiten die Zusammenhänge der Spezifika beider Bereiche stärker in den Fokus rücken. Hinsichtlich der Service-Modelle wird SaaS am häufigsten erwähnt. Zahlreiche Arbeiten der Stichprobe differenzieren zwar zwischen den Service-Modellen, richten ihre Forschung aber insbesondere auf SaaS aus. Das Übergewicht könnte damit begründet werden, dass SaaS für den Endnutzer i.d.R. als „Front-End“ dient [YBS08, HYZ13] und somit als einzig „sichtbarer“ CC-Kontakt. Grundsätzlich enthält die Stichprobe selten vergleichende Aussagen zu Servicemodellen und verbleibt in vielen Fällen rein argumentativ-deduktiv. Einzig Hoberg et al. [HWK12] verweisen kurz auf die „SaaS“-lastige CC-Literatur.

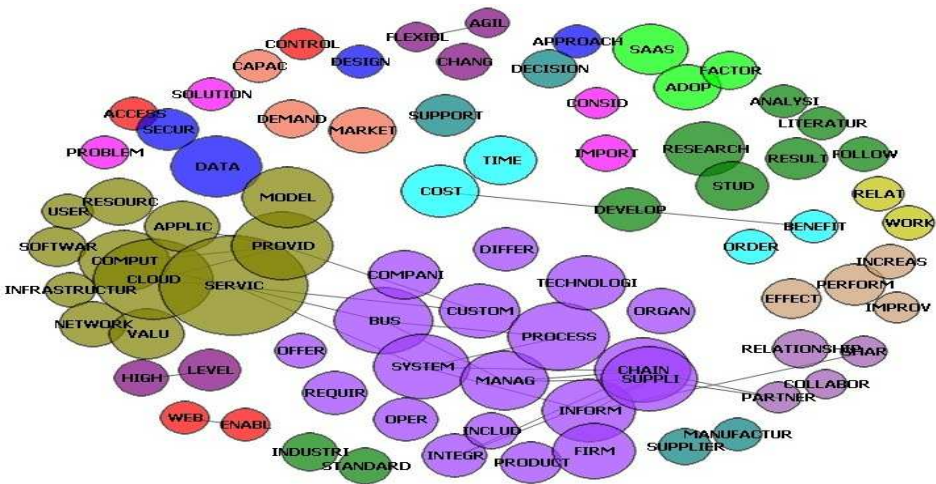


Abbildung 1: 2-D Karte der quantitativen Inhaltsanalyse

5 Referenzmodell für Cloud-gestützte SCM-Architekturen

Nach Kenntnis der Autoren existieren bislang keine systematisch auf Basis einer Literaturanalyse qualitativ und quantitativ hergeleitete Referenzmodelle für den CC-Einsatz im SCM. Auf diese Forschungslücke zielt das nachstehende Modell in Abbildung 2 ab. Die wichtigsten Erkenntnisse, Strukturen und Abhängigkeiten, die aus der qualitativen und der quantitativen Literaturanalyse gewonnen wurden, sind zu Elementen und zu Verbindungen zwischen den Elementen im Zusammenspiel beider Bereiche gebündelt worden. Aufgrund des möglichen tiefgreifenden Einflusses von CC auf die Prozesse eines Unternehmens bedarf es hierbei einer ganzheitlichen Unternehmensbetrachtung.

Ferner unterliegen dem Gesamtmodell einzelne Teilmodelle, die in grau gehalten sind. Innerhalb der Teilmodelle sind die Kookkurrenzen zweier Elemente in Klammern aufgeführt, um die derzeitige Relevanz des einen Elements für das andere zu verdeutlichen (je höher die Kookkurrenz desto höher die Relevanz). Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit und der Transparenz hinsichtlich der Kookkurrenzen ist die Abbildung 2 in Originalsprache der Literatúrauswahl dargestellt. Zunächst werden die acht zugrunde liegenden Teilmodelle in Kürze dargestellt: Für die Teilmodelle **Strategy** und **Stakeholder** wurde das „triple bottom line concept“ [CR08] herangezogen, welches unterstellt, dass ökologische und soziale Verantwortung zu langfristigem und nachhaltigem Erfolg führen. Die definierte Strategie besteht aus Zielen, Aktionsplänen und Leistungsmessungen zur Zufriedenstellung interner und externer Stakeholder. Das **Organization Model** determiniert die organisatorischen Einheiten, die zur Durchführung eines Geschäftsprozesses inkludiert, exkludiert oder etabliert werden müssen. Das **Process Model** hingegen adressiert alle Geschäftsprozesse innerhalb der SC und nimmt eine zentrale Rolle im Gesamtmodell ein. Hierbei sind Qualität und Schnelligkeit insbesondere von der Effizienz der IT-Unterstützung abhängig [Ce12]. Im Referenzmodell werden die Geschäftsprozesse von den SC-Partnern direkt und indirekt (als strategiebestimmende Stakeholder) beeinflusst. Die Aufgabe des **IT Architecture Model** liegt einzig in der Unterstützung der Geschäftsprozesse. Vor dem Hintergrund von CC sind Schnittstellen und Konfigurationen zwischen dem eigenem Unternehmen, dem SC-Partner und dem CC-Anbieter von besonderer Bedeutung. Da der Gesamterfolg einer SC stark von den Interaktionen der SC-Partner abhängt, finden diese Beziehungen im Teilmodell **SC Cooperation** entsprechendes Gewicht. Darin sind diejenigen (indirekten) CC-Einflussfaktoren subsummiert, die auf wechselseitiger Abstimmung beruhen. Die in der 2-D Karte aufgeführten Faktoren INFORM SHAR und COLLABOR wurden auf Basis weiterer Untersuchungen in der Literatur zu den unmittelbaren CC-Vorteilen Koordination, Kollaboration und Wissensaustausch spezifiziert. Das **CC Architecture Model** zeigt die speziellen Eigenschaften und die zur Verfügung stehenden Ressourcen zur Unterstützung der Unternehmensarchitektur. Die fehlende Verbindung zum Geschäftsprozessmodell unterstreicht den indirekten Einfluss von CC auf die SCM-Geschäftsprozesse. Schließlich wird ein **KPI-Model** benötigt, das den organisatorischen Rollen unterliegt und die vier wichtigsten direkten Einflussfaktoren berücksichtigt (basierend auf der Kookkurrenz): Während die Faktoren Kosten und Sicherheit selbsterklärend sind, zielt der Faktor „IT Performance“ auf den Leistungsbereich und die Funktionalität des CC-Angebots ab. Darunter fällt auch die Fähigkeit des Anbieters, mit Innovationen aufwarten zu können sowie Services den Kundenwünschen entsprechend zu optimieren. Unter Flexibilität sind Größen wie „Service Delivery Model“, Ubiquität, Skalierbarkeit und Kompatibilität sowie Automatisierungsgrad subsummiert, womit die Anpassungsfähigkeit an veränderte Rahmenbedingungen abgebildet werden soll. Zur wirkungsvollen Anwendung des KPI-Modells wird beispielsweise eine Balance Scorecard vorgeschlagen [LPL13].

In Abbildung 2 ist eine hohe Kookkurrenz bei *Change* im Prozessmodell ersichtlich. Demnach propagiert die Literatur grundsätzliche Prozessveränderungen und diskutiert in diesem Zusammenhang die notwendigen Anforderungen. Aber dabei verbleibt die Literatur eher bei allgemeinen Empfehlungen. Evaluationen zu Subprozessen, Verbindungen oder Sequenzen, die sich besonders für spezielle Service Modelle eignen, unterbleiben weitestgehend. Ferner wird die Schnittstellenkonfiguration überwiegend ignoriert.

Gerade diese Problematik stellt die Praxis vor elementare Herausforderung. Im Falle von strukturierten und standardisierten SCs ist die Verbindung weniger problematisch als bei reziproken, komplexen SCs mit dezentralen Verantwortlichkeiten [KD96]. Da die Literatur gerade bei komplexen SCs Vorteile durch CC vermutet [Ce12], sollte sich die Forschung künftig stärker den technischen Details widmen. Dieses Ergebnis wurde bereits in der 2-D Karte offensichtlich. Zusätzlich findet in der Literatur im Zusammenhang mit CC eine zu geringe Differenzierung der spezifischen Aufgaben der Informationsflüsse als auch der spezifischen Planungs- und Steuerungsaufgaben in der SC statt. Die hohe Kookkurrenz des „triple bottom line“-Konzepts in den Modellen „Stakeholder“ und „Strategy“ deutet auf die Validität des Konzepts im Gesamtkontext hin. Vorhandene IT-Ressourcen werden u.a. durch Skalierung und Virtualisierung effizient genutzt [MG11, Le10] und darüber hinaus ermöglicht CC die Bündelung und Lokalisierung der physischen Kapazitäten in umweltfreundlichen Umgebungen [VW12]. Aus Sicht der Anwender kann CC soziale Verbindungen vereinfachen und die Aufgabenkomplexität reduzieren, indem es ein Netzwerk um einen gemeinsamen Geschäftsprozess aufbaut [Ba13].

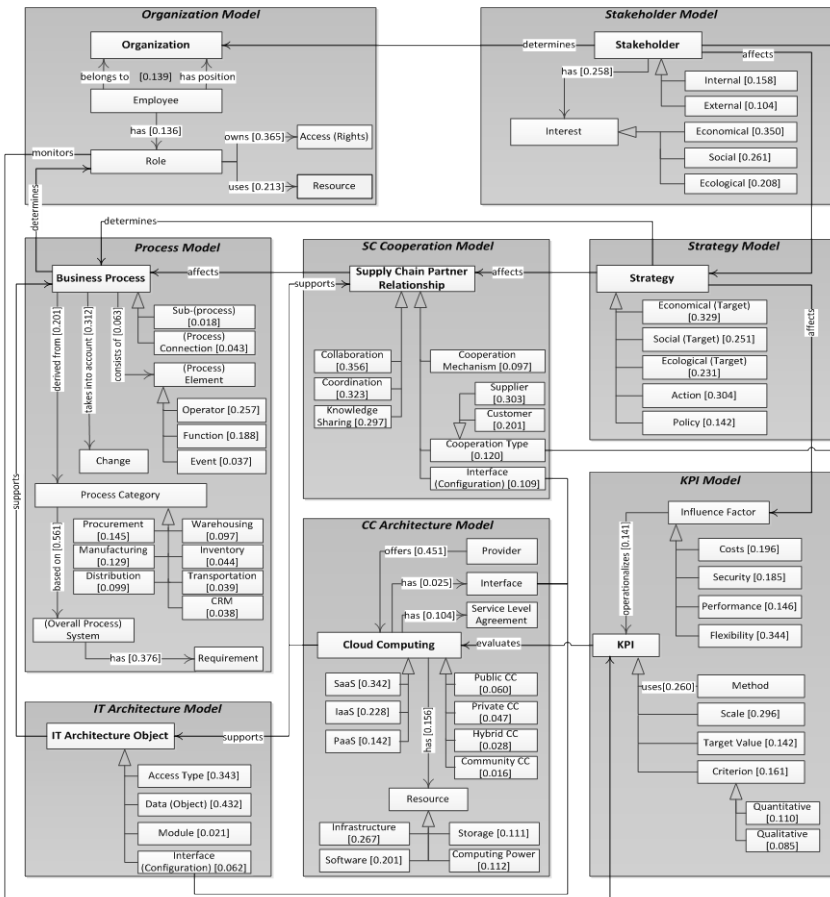


Abbildung 2: Referenzmodell für den CC-Einsatz in SCM-Architekturen

6 Fazit

6.1 Limitationen

Wie jede wissenschaftliche Arbeit, weist auch diese potentielle Limitationen auf. Demnach besteht die Möglichkeit, dass nicht alle relevanten Artikel in der Selektionsphase mittels Keywords gefiltert wurden. Die drei Ursachen hierfür können in der Unvollständigkeit der definierten Keywords, in alternativen Begriffsbezeichnungen in den Artikeln sowie in der Begrenzung auf vorab festgelegte Publikationsorgane liegen. Ferner erfordert die Kategorisierung der Artikel eine inhaltliche Prüfung und Bewertung, bei der eine Verzerrung durch Subjektivität nie vollends ausgeschlossen ist. Dennoch bietet diese Arbeit wichtige, neue Einblicke und deckt den aktuellen Forschungsstand auf. Um die Reliabilität der Resultate zu steigern, wurde der Analyseprozess im dritten Kapitel sorgfältig dokumentiert und Überprüfungen in den Kategorisierungen durchgeführt.

6.2 Implikationen für Wissenschaft und Praxis

Im Teilabschnitt 4.1 widmet sich die Arbeit den derzeitigen Problemstellungen. Themen wie Informationsaustausch, Koordination und Prozessoptimierung entlang der SC sowie die Frage nach der „Integration in die Unternehmensarchitektur“ treten vermehrt auf. Aus Sicht der Autoren ist für die weitere Theoriebildung eine Unterscheidung zwischen zwei Effizienzebenen hilfreich, die bislang eher willkürlich diskutiert werden: Streben nach Effizienz in der IT-Ressourcennutzung und Streben nach Effizienz in der Interoperabilität. Der Vorteil des CC durch *effiziente IT-Ressourcennutzung* ist nicht SCM-spezifisch sondern grundsätzlich für zahlreiche IT-Bereiche in der Unternehmensarchitektur denkbar. CC vereint dabei Ressourcen desselben Typs mit dem Ziel, diese zum einen optimal auszunutzen und damit zum anderen eine möglichst große Nachfrage zu bedienen [LKS11]. CC kann dabei Hardware und Software des nutzenden Unternehmens beispielsweise bei Produktionsprozessen, Lagerprozessen oder Transportprozessen unterstützen. Solange diese Unterstützung ohne Anbindung weiterer SC-Partner erfolgt, sind lediglich die direkten Einflussfaktoren zu berücksichtigen (siehe „KPI Model“). Der Vorteil durch *Effizienz in der Interoperabilität* hingegen ist SCM-spezifisch und wird im Referenzmodell im „SC Cooperation Model“ berücksichtigt. Da CC zwischen beliebig vielen SC-Partnern als Medium fungieren kann, welches über den Datenaustausch hinaus auch die kollaborative Datenanalyse und Prozessplanung sowie die Entscheidungsfindung unterstützt, handelt es sich hierbei letztlich um *Wissensaustausch* [Ce12, Le11]. Dass Interoperabilität Vorteile bietet, ist hinlänglich bekannt. Beispielsweise hat sich das EDI-System in der Praxis weitestgehend durchgesetzt. CC bedeutet einen tieferen und breiteren Eingriff in die Interoperabilität der SC als das EDI-System. Denn Daten werden nicht sequenziell von einem SC-Partner zum nächsten transferiert, parallel zum physischen Transport wie bei EDI, sondern stehen jedem SC-Partner jederzeit in Echtzeit an einer zentralen Stelle zur Verfügung. Die erhöhte *Transparenz* erlaubt das frühzeitige Beziehen von Informationen für Partner am Ende der SC. Wie zuvor erwähnt verstärkt sich dieser Vorteil bei langen und komplexen SCs.

Die Ergebnisse der Einflussfaktoren aus Abbildung 1 stellen die hohe Bedeutung einer möglichen *Flexibilitätssteigerung* heraus. Die IT-Nachfrage kann zeitnah und bedarfs-

orientiert gedeckt werden. Aufgrund des modularisierten Service-Ansatzes von CC können SCM-Prozesse konstruiert werden, die Unternehmen befähigen, schneller auf Veränderungen im allgemeinen Marktumfeld und in speziellen SC-Netzwerken zu reagieren [Ce12]. Ein weiterer Faktor zielt auf die *finanziellen Vorteile* ab. Vielfach wird das Argument eines Wechsels von Investitionen zu variablen Kosten und den damit verbundenen Vorteilen einer sinkenden Kapitalbindung angeführt [VW12]. Das Argument der „no-upfront-costs“ [Ma11] darf aber nicht pauschal gelten, da es offensichtlich auf die Ausprägung „Public CC“ abzielt. Ferner müssen unseres Erachtens die Abhängigkeiten zwischen den Faktoren „Flexibilität“ und „Kosten“ in Theorie und Praxis grundsätzlich vielschichtiger diskutiert werden. Da der Vorteil der Flexibilitätssteigerung vor allem für komplexe SCs gilt, erfordern gerade diese IT-Prozesse einen höheren internen Planungs- und Implementierungsaufwand, die den Kostenvorteil durch das „pay-per-use“-Modell überkompensieren können. Während erste Forschungsarbeiten auf den finanziellen Vorteil bei einfachen IT-Prozessen hindeuten [z.B. MDD12, Sc12a], fehlen gesicherte Erkenntnisse bezüglich der finanziellen Auswirkungen bei tiefgreifenden IT-Prozessen. Die Empfehlungen einiger Beiträge [z.B. MHQ13, STC12], komplexe CC-Systeme oder komplette CC-ERP-Systeme aus Kostengründen zu implementieren, ist unseres Erachtens daher zu voreilig, da diese Empfehlungen jeweils nur deduktiv hergeleitet wurden und eine empirische Untersuchung im realen Praxiseinsatz derzeit noch aussteht.

Beim Einflussfaktor „*IT-Sicherheit*“ liegt die enorme Herausforderung für CC in den unterschiedlichen Sicherheitsstandards der SC-Partner. Eine Kooperation ist nur unter den jeweiligen Mindestvoraussetzungen vorteilhaft. Diesen entscheidenden Punkt umreißt nur eine Arbeit [OKA11], sodass hier Nachholbedarf gegeben ist. In der Praxis sollte dieser Aspekt bereits bei Selektion und Orchestrierung der CC-Module im unternehmensübergreifenden SC-Netzwerk Beachtung finden. In den Abschnitten 4.1 und 4.2 wird das frühzeitliche Stadium der Forschungsrichtung deutlich. Während in neueren Artikeln eine saubere Differenzierung zwischen den Service-Modellen herausgearbeitet wird, fehlt oftmals eine saubere Trennung bei der Ausprägung. Speziell für CC-Lösungen zwischen SC-Partnern bietet „*Community CC*“ hohes Potential. Daher sollte sich die künftige Forschung noch stärker den Vor- und Nachteilen von CC-Varianten in spezifischen SC-Bereichen widmen (z.B. durch Erfolgsfaktorenforschung).

6.3 Ausblick

Die wissenschaftliche Literatur untersucht beim Bereitstellungsmodell „CC“ bislang insbesondere technische Schwerpunkte und stellt vermehrt einen hohen Nachholbedarf von betriebswirtschaftlichen Denkansätzen im CC-Paradigma fest. Des Weiteren entdeckt die Forschung gerade erst den Nutzen von CC für spezifische Organisationsbereiche. Die beiden angeführten Feststellungen werden in dieser Arbeit bestätigt. Ferner weist die Literatur auf die Notwendigkeit einer „Cloud-Strategy“ [Le10, MK12, Ma11] hin. Wie diese jedoch speziell für das SCM ausgestaltet werden soll, ist derzeit unklar.

Daher wird sich unser Fokus in der weiteren Forschung auf einen *strategischen Handlungsrahmen* richten, der beim Einsatz von ressourceneffizienten CC-Lösungen im SCM unterstützen soll. Wind et al. fordern in diesem Zusammenhang ein Cloud-Controlling [WRZ12]. Diese Anforderung soll in einem noch zu entwickelnden Handlungsrahmen die notwendige Beachtung finden.

Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts „IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0“ entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis enthält nur diejenigen im Beitrag zitierten Quellen, die nicht Gegenstand der Literaturanalyse sind. Alle anderen in der Arbeit zitierten Quellen konnten aufgrund der Seitenbegrenzung nicht beigefügt werden. Das Verzeichnis der 102 analysierten Quellen steht daher unter (http://www.uwi.uni-osnabrueck.de/Informatik14_Anhang.pdf) zum Abruf bereit (Anlage I).

- [CR08] Carter C.R.; Rogers, D.S.: A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory, *Int J Phys Distribution Logist Manag*, 2008, 38(5), S. 360-387.
- [Di04] Dibbern, J. et.al.: Information Systems Outsourcing: A Survey and Analysis of the Literature. *ACM SIGMIS Database*, 2004, 35(4), S. 6-102.
- [Fe06] Fettke, P.: State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode "Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik*, 2006 48(4), S. 257-266.
- [Me01] Mentzer, J.T. et. al.: Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 2001, 22(2), S. 1-25.
- [HC10] Hevner, A.; Chatterjee, S.: Design Science Research in Information Systems. In Hevner, A; Chatterjee, S (Hrsg.): *Design Research in Information Systems*. S. 9-22, Springer US, Boston, 2010.
- [KD96] Kumar, K.; Van Dissel, H.G.: Sustainable collaboration: managing conflict and cooperation in interorganizational systems, *Management Information Systems Quarterly*, 1996, 20(3), S. 279-300.
- [MS95] March, S.T.; Smith, G.F.: Design and Natural Science Research on Information Technology. *Decision Support Systems*, 1995, 15(4), S. 251-266.
- [MT09] Martens, B.; Teuteberg, F.: Why Risk Management Matters in IT Outsourcing - A Systematic Literature Review and Elements of a Research Agenda. *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 2009.
- [MG11] Mell, P.; Grance, T.: The NIST definition of cloud computing", available at: http://pre-developer.att.com/home/learn/enablingtechnologies/The_NIST_Definition_of_Cloud_Computing.pdf (Abruf am 10. August 2013).
- [Pr10] Provalis Research (2010). *WordStat 6: Content Analysis Module for QDA Miner & SimStat*. <http://www.provalisresearch.com/Documents/WordStat6.pdf>. Abruf am 13 September 2013.
- [Su01] Sullivan, D.: *Document Warehousing and Text Mining*", Wiley Computer Publishing, New York, NY, 2001.
- [TSK05] Tan, P. N.; Steinbach, M.; Kumar, V.: *Introduction to Data Mining*. Addison-Wesley, Boston, MA, 2005.
- [WW02] Webster, J.; Watson, R.T.: Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *Management Information Systems Quarterly*, 2002, 26(2), S. xiii-xxiii.
- [WH07] Wilde, T.; Hess, T.: *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik: Eine empirische Untersuchung*. *Wirtschaftsinformatik*, 2007, 49(4), S. 280-287.
- [YBS08] Youseff, L.; Butrico, M.; Da Silva, D.: Toward a unified ontology of cloud computing. *Grid Computing Environments Workshop 2008 (GCE)*, S. 1-10.