

Zum ökonomischen Potential der Flexibilität von Informationssystemen für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern

Christoph Sebastian Dorsch

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Dorsch, Christoph Sebastian. 2013. "Zum ökonomischen Potential der Flexibilität von Informationssystemen für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern." Augsburg: Universität Augsburg.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Zum ökonomischen Potential der Flexibilität von Informationssystemen für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors
der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)

vorgelegt von

Christoph Sebastian Dorsch, Diplom-Kaufmann (Univ.)

an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Universität Augsburg

Augsburg, Oktober 2013

Erstgutachter:	Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Axel Tuma
Vorsitzender der mündlichen Prüfung:	Prof. Dr. Marco C. Meier
Datum der mündlichen Prüfung:	26. November 2013

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Beiträge	III
A Motivation und Zielsetzung der Dissertationsschrift.....	A-1
1 Fachlicher Hintergrund und adressierte Herausforderungen	A-1
2 Fachliche Einordnung und Forschungsfragen der vorgestellten Beiträge.....	A-6
3 Literatur zu Kapitel A	A-13
B Zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen.....	B-1
1 Einleitung.....	B-2
2 Theoretische Grundlagen zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen	B-7
3 Suche und Auswahl der relevanten Literatur	B-18
4 Literaturanalyse und Identifikation des weiteren Forschungsbedarfs	B-21
5 Fazit	B-27
6 Anhang.....	B-29
7 Literatur zu Kapitel B.....	B-33
C Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes	C-1
1 Introduction.....	C-2
2 Literature Review	C-4
3 Model Formulation.....	C-7
4 Simulation Based on Real World Example of Securities Trading and Settlement Process	C-13
5 Summary and Further Research.....	C-20
6 References for Chapter C	C-22
D IT-enabled Excess Capacity Markets for Services: Examining the Economic Potential in Cost-driven Service Supply Chains.....	D-1
1 Introduction.....	D-2
2 Related Work.....	D-4
3 Setting of the Three-Stage Supply Chain Considered and Possible Application Scenarios	D-6
4 Necessary Integration and Information Capabilities	D-7
5 Factors Influencing the Economic Benefit of an Excess Capacity Market	D-9

6	Experimental Evaluation of a Representative Influencing Factor	D-12
7	Conclusion and Directions for Subsequent Research and Validation	D-17
8	References for Chapter D.....	D-18
E	An EA-Based Approach to Valuate Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration of Service Providers	E-1
1	Introduction.....	E-2
2	EA-based Approach to Valuate Enterprise Transformation	E-4
3	Tailoring the Valuation Approach: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration.....	E-9
4	Summary and Future Work	E-20
5	References for Chapter E	E-21
F	Combining Models of Capacity Supply to Handle Volatile Demand: The Economic Impact of Surplus Capacity in Cloud Service Environments.....	F-1
1	Introduction.....	F-2
2	Related Work.....	F-6
3	Combining Traditional MCS with Surplus Capacity	F-10
4	Modeling the Three-Stage Business Process Outsourcing Relationship.....	F-15
5	Evaluating the Effect of Surplus Capacity	F-24
6	Summary and Further Research.....	F-31
7	References for Chapter F	F-34
G	Multiple-Sourcing-Strategien bei Finanzdienstleistern – Eine Analyse zum Einfluss der Integrationskosten am Beispiel der Wertpapierabwicklung	G-1
1	Ausgangssituation und Forschungsfragen	G-2
2	Literaturüberblick.....	G-4
3	Modell zur Optimierung der Dienstleisteranzahl.....	G-5
4	Zusammenfassung und Gestaltungsempfehlungen.....	G-18
5	Anhang.....	G-21
6	Literatur zu Kapitel G	G-23
H	Gesamtfazit der Dissertationsschrift.....	H-1
1	Ergebnisse der vorgestellten Beiträge.....	H-1
2	Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten.....	H-8

Verzeichnis der Beiträge

Beitrag 1: Christoph Sebastian Dorsch (2013) **Zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen.**

Nach doppelt-blinder Begutachtung mit „Minor Revisions“ angenommen bei: Wirtschaftsinformatik/Business & Information Systems Engineering

VHB-Jourqual 2.1: Kategorie B (7,29 Punkte), Impact-Factor: 1.200

Beitrag 2: Christoph Sebastian Dorsch, Björn Häckel (2012) **Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes.**

Erschienen in: Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui (2012)

VHB-Jourqual 2.1: Kategorie C (6,44 Punkte)

Beitrag 3: Christoph Sebastian Dorsch (2013) **IT-enabled Excess Capacity Markets for Services: Examining the Economic Potential in Cost-driven Service Supply Chains.**

Erschienen in: Proceedings of the 19th Americas Conference on Information Systems, Chicago (2013)

VHB-Jourqual 2.1: Kategorie D (5,92 Punkte)

Beitrag 4: Christoph Sebastian Dorsch, Björn Häckel (2012) **An EA-Based Approach to Value Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration of Service Providers.**

Erschienen in: Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems, Barcelona (2012)

VHB-Jourqual 2.1: Kategorie B (7,37 Punkte)

Beitrag 5: Christoph Sebastian Dorsch, Björn Häckel (2013) **Combining Models of Capacity Supply to Handle Volatile Demand: The Economic Impact of Surplus Capacity in Cloud Service Environments.**

Erscheint in: Decision Support Systems

VHB-Jourqual 2.1: Kategorie B (7,16 Punkte), Impact-Factor: 3.037

Beitrag 6: Christoph Sebastian Dorsch, Hans Ulrich Buhl, Matthias Henneberger (2011) **Multiple-Sourcing-Strategien bei Finanzdienstleistern – Eine Analyse zum Einfluss der Integrationskosten am Beispiel der Wertpapierabwicklung.**

Erschienen in: Die Unternehmung (2011) 65(4):334-351

VHB-Jourqual 2.1: Kategorie D (5,78 Punkte)

A Motivation und Zielsetzung der Dissertationsschrift

Unternehmerische Entscheidungen sind unter unsicheren Zukunftserwartungen zu treffen (Franke und Hax 2009, S. 245; Perridon et al. 2012, S. 108). Flexibilität eröffnet Handlungsspielräume, mit welchen zielgerichtet auf bestimmte, in der Zukunft eintretende Veränderungen reagiert und Anpassungen an veränderte Gegebenheiten vorgenommen werden können (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Mellwig 1972, S. 726). Ihr wird daher erhebliches ökonomisches Potential in allen Bereichen unternehmerischen Handelns zugesprochen (Marschak und Nelson 1962; Saleh 2009; Voigt 2007).

Die Untersuchung des ökonomischen Potentials der Flexibilität von Informationssystemen (IS) speziell für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ist Gegenstand dieser Dissertation. Dabei stehen die folgenden Herausforderungen im Fokus.

1 Fachlicher Hintergrund und adressierte Herausforderungen

Die Gestaltung von IS ist Kernaufgabe sowohl der Wirtschaftsinformatik als auch des Informationsmanagements einer Unternehmung (Krcmar 2010, S. 284; Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik 2011). Gestaltungsentscheidungen sind für alle in einem IS zusammenwirkenden Elemente, also für „[t]he entire infrastructure, organization, personnel, and components for the collection, processing, storage, transmission, display, dissemination, and disposition of information“ (ATIS 2013) zu treffen. Diese einzelnen Elemente eines IS werden im Allgemeinen in Architekturebenen organisiert. Ein gängiges IS-Architekturmodell mit den Ebenen „Geschäftsmodell“, „Geschäftsprozesse“, „Services“, „Anwendungssysteme“ und „Infrastruktur“ zeigt Abbildung A-1. Dieses Modell verdeutlicht die fachliche Breite der zu gestaltenden Elemente, welche technologiebezogene, aber auch geschäftsbezogene Elemente umfasst, sowie deren Zusammenwirken in einem IS (Krcmar 1990, S. 399).

Durch die enge Verzahnung der einzelnen Elemente eines IS wirken sich Gestaltungsentscheidungen für einzelne Elemente stets auch auf andere Elemente und Architekturebenen des IS aus. Veränderungen am Geschäftsmodell können Veränderungen an bestimmten Geschäftsprozessen induzieren, welche wiederum Veränderungen an den Anwendungssystemen erfordern. Als unterstützende Ebenen sind darunterliegende Ebenen an den darüberliegenden Ebenen auszurichten („align“-Wirkung von Gestaltungsentscheidungen). Gleichwohl können Veränderungen auf Ebene der Infrastruktur, also z. B. Investitionen in neue Technologien und Konzepte, Geschäftsprozessinnovationen oder gar neue Geschäftsmodelle bewirken. Die unterstützenden Ebenen ermöglichen Veränderungen auf den darüberliegenden Ebenen („enable“-Wirkung von Gestaltungsentscheidungen). (Krcmar 1990, S. 399)

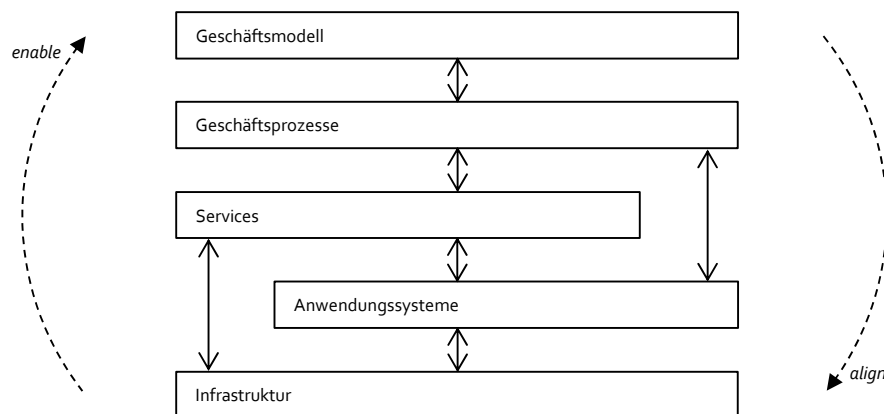


Abbildung A-1 Architekturebenen eines IS¹ mit den möglichen Auswirkungen von Gestaltungsentscheidungen („align“ und „enable“)

Die *ganzheitliche Gestaltung von IS* umfasst somit zum einen eine Top-Down-Koordination der einzelnen IS-Elemente, zuoberst ausgerichtet an den Unternehmenszielen („align“). Zum anderen sind jedoch auch die durch neue Konzepte und Technologien eröffneten Möglichkeiten auf ihr ökonomisches Potential hin zu bewerten und IS-Investitionen entsprechend vorzunehmen („enable“).

¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Aier und Winter (2009, S. 178), Buhl und Kaiser (2008, S. 47), Krcmar (1990, S. 399) und Winter (2003, S. 94).

Dabei stellt die IS-Flexibilität (ISF) bzw. konkret die Flexibilität der einzelnen Elemente des IS, einen wichtigen Gestaltungsparameter dar. Die ISF bezeichnet allgemein die *Fähigkeit eines IS, sich innerhalb festgelegter Grenzen zielgerichtet an System- oder Umweltveränderungen anzupassen* (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Voigt 2007, S. 600; Wagner et al. 2011, S. 811). Sie wird erreicht durch das Zusammenwirken bestimmter Eigenschaften eines IS, wie z. B. dessen Skalierbarkeit, Kompatibilität oder Modularität (Chanopas et al. 2006, S. 646; Duncan 1995, S. 52). Diese ex ante zu gestaltenden Eigenschaften eröffnen Handlungsspielräume während der Nutzungsdauer des IS (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Mandelbaum und Buzacott 1990, S. 17; Mellwig 1972, S. 726; Wagner et al. 2011, S. 811). Die Handlungsspielräume können dann genutzt werden, um das IS an bestimmte exogene Veränderungen anzupassen, so dass die mit dem IS verfolgten Ziele weiterhin bestmöglich erreicht werden. So kann z. B. ein skalierbares und damit flexibles Online-Bestellsystem an schwankende Nachfrage angepasst werden. Damit können Kosten ungenutzter Kapazität bzw. Opportunitätskosten entgangener Nachfrage vermieden werden. In einem durch häufige Veränderungen gekennzeichneten dynamischen Umfeld stellt die ISF somit eine zentrale Fähigkeit eines IS dar, die es zu entwickeln und zu erhalten gilt (Byrd und Turner 2001, S. 41; Duncan 1995, S. 37; Veith et al. 2007, S. 1191).

Für IT-Verantwortliche steht die Flexibilisierung ihrer IS-Landschaften seit langem auf Spitzenplätzen der zu verfolgenden Ziele (Brancheau et al. 1996, S. 227; Gartner 2012, S. 7; Luftman et al. 2012, S. 200). Und auch die wissenschaftliche Diskussion beschäftigt sich anhaltend mit der ISF. Dabei werden u. a. Voraussetzungen und Einflussfaktoren der ISF identifiziert, aber auch die Auswirkungen flexibler IS auf den Unternehmenserfolg untersucht (Beimborn et al. 2006; Byrd und Turner 2001; Chung et al. 2003; Duncan 1995; Jorfi et al. 2011; Moitra und Ganesh 2005; Oh et al. 2007). So kann die ISF z. B. zu Wettbewerbsvorteilen führen (Byrd und Turner 2000; Duncan 1995) oder sich positiv auf die Qualität der Durchführung von Geschäftsprozessen auswirken (Beimborn et al. 2006).

Doch auch wenn die ISF zum Unternehmenserfolg beitragen kann und bei vielen IS-Investitionen sogar „the key area of value added“ (Hares und Royle 1994, S. 9) ist, stellt

sie gleichzeitig einen nicht unerheblichen Kostenfaktor dar (Gebauer und Schober 2006, S. 126; Golden und Powell 2000, S. 375). Entscheidungen über die Gestaltung der ISF, d. h. über Investitionen in die ex ante festzulegenden Eigenschaften des IS, durch welche Flexibilität erreicht werden kann (siehe Tabelle A-1), müssen folglich an ökonomischen Gesichtspunkten ausgerichtet und dazu deren ökonomisches Potential für die Unternehmung bewertet werden (Allen und Boynton 1991; Becker et al. 2009, S. 10; Chanopas et al. 2006, S. 635; Veith et al. 2007, S. 1198). Grundlage stellt hierfür eine *fundierte finanzwirtschaftliche ex ante Bewertung der ISF* dar, um den Beitrag zum Unternehmenserfolg auf allen Ebenen des IS monetär zu quantifizieren (Irani und Love 2002, S. 79; Wehrmann et al. 2006, S. 235). Erst dann kann unter Hinzunahme qualitativer Bewertungskriterien zwischen verschiedenen Gestaltungsalternativen entschieden werden (Hirschmeier 2005, S. 4; Kohli und Grover 2008, S. 33).

Tabelle A-1 Übersicht und Beschreibung der Eigenschaften eines IS, durch welche Flexibilität erreicht werden kann (nach Chanopas et al. (2006, S. 643, 645, 646))

IS-Eigenschaft	Beschreibung
Compatibility	... bezeichnet, inwieweit ein IS jedwede Information, welche innerhalb oder außerhalb der eigenen Organisation anfällt, verarbeiten und weitergeben kann.
Connectivity	... bezeichnet, inwieweit ein IS Verbindungen zu anderen IS innerhalb und außerhalb der eigenen Organisation aufbauen kann.
Continuity	... bezeichnet, inwieweit ein IS unterbrechungsfrei zur Verfügung steht.
Facility	... bezeichnet, inwieweit ein IS einfach zu nutzen ist.
IT personnel competency	... bezeichnet, inwieweit die mit dem IS befassten und arbeitenden Mitarbeiter die benötigten Fähigkeiten und Erfahrungen zur Durchführung ihrer Aufgaben besitzen.
Modernity	... bezeichnet, inwieweit ein IS auf verbreiteten und bekannten Komponenten/Produkten beruht und aktuelle Technologie einsetzt.
Modularity	... bezeichnet, inwieweit ein IS in einzelne Komponenten/Funktionalitäten aufgeteilt und diese für andere Zwecke neu zusammengestellt werden können.
Rapidity	... bezeichnet, inwieweit ein IS benötigte Informationen zeitnah bereitstellen kann.
Scalability	... bezeichnet, inwieweit ein IS skaliert, nachgerüstet sowie erweitert bzw. verkleinert werden kann.

Die ISF wird derzeit vor allem im Zusammenhang mit Architekturkonzepten wie Serviceorientierung oder Cloud-Computing thematisiert. Durch die damit einhergehende

Modularisierung der Funktionalitäten von Anwendungssystemen in einzelne Services sowie die u. a. mit der Verwendung von standardisierten Schnittstellen und Datenaustauschformaten erreichte *Kompatibilität* und *Konnektivität* von IS tragen beide Konzepte wesentlich zur Flexibilisierung von IS bei. (Bartmann et al. 2011, S. 8; Becker et al. 2011, S. 10; Eymann und Winter 2008, S. 70; Leimeister et al. 2010, S. 7) Diese Eigenschaften des IS ermöglichen im Besonderen („enable“-Wirkung), dass die technische (auf Ebene der Anwendungssysteme und Services) und organisatorische (auf Ebene der Geschäftsprozesse) Integration von Wertschöpfungspartnern erheblich vereinfacht wird (Grefen et al. 2006; Moitra und Ganesh 2005). Gerade bei hoch standardisierten, IT-basierten Geschäftsprozessen ist so, z. B. bei der Nutzung von Service-Verzeichnissen, in welchen klar abgegrenzte, standardisierte und dokumentierte Dienstleistungsangebote verfügbar gemacht werden, mittlerweile auch eine bedarfsgesteuerte („on-demand“, „on-the-fly“) Integration von Wertschöpfungspartnern möglich (Grefen et al. 2006). Ob entsprechende Investitionen zur Flexibilisierung des IS durchgeführt werden sollen, kann jedoch auch in diesem Fall nur dann entschieden werden, wenn zuvor eine *Bewertung des ökonomische Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern* durchgeführt wird.

Vor diesem Hintergrund werden in dieser Arbeit drei Herausforderungen adressiert: Zunächst wird untersucht, wie die *Bewertung der ISF finanzwirtschaftlich fundiert vorzunehmen* ist. Anschließend werden mit der *Kapazitätsplanung* und der *Steuerung des operationellen Risikos eines Ausfalls von Wertschöpfungspartnern* zwei konkrete betriebswirtschaftliche Problemstellungen aufgegriffen und das ökonomische Potential der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern im Hinblick auf diese Problemstellungen bewertet. Dazu werden in den Kapiteln B bis G sechs wissenschaftliche Beiträge vorgestellt, welche konkrete Aspekte der genannten Herausforderungen behandeln. Wie diese Beiträge zur wissenschaftlichen Diskussion der genannten Herausforderungen beitragen, wird in folgendem Abschnitt A-2 herausgearbeitet.

2 Fachliche Einordnung und Forschungsfragen der vorgestellten Beiträge

In den vorgestellten Beiträgen werden die im Folgenden beschriebenen Forschungsfragen untersucht, welche konkrete Aspekte der in Abschnitt A-1 motivierten Herausforderungen behandeln.

2.1 Herausforderung 1: Finanzwirtschaftlich fundierte Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen

Der in Kapitel B vorgestellte Beitrag *„Zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen“* adressiert die gleichlautende Herausforderung, indem die wissenschaftliche Literatur zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF aufgearbeitet wird, um einen für den Einsatz in der Praxis hilfreichen Überblick zu erhalten und für die Wissenschaft den weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich Weiterentwicklung und Ergänzung der bestehenden Literatur aufzuzeigen. Dazu werden zunächst, ausgehend von grundlegenden Anforderungen für eine finanzwirtschaftlich fundierte Bewertung von IS und den wertbestimmenden Faktoren der ISF, geeignete finanzwirtschaftliche Bewertungsverfahren für die ISF identifiziert und damit die theoretischen Grundlagen einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung zusammengefasst. Eine darauf aufbauende strukturierte Literaturstudie zeigt dann auf, welche konkreten Bewertungsfragestellungen von der Literatur bereits untersucht wurden und inwieweit die dabei vorgenommene Bewertung eine ökonomisch begründete Entscheidung über die Gestaltung der ISF unterstützt. Der Beitrag behandelt damit die folgenden Forschungsfragen:

- *Welche finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren sind für die Bewertung der ISF geeignet, da sie sowohl den grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS genügen als auch alle wertbestimmenden Faktoren der ISF erfassen können?*
- *Welche konkreten Bewertungsfragestellungen wurden von der bestehenden Literatur zur Bewertung der ISF bereits aufgearbeitet?*

- *Inwieweit erfüllt die bestehende Literatur zur Bewertung der ISF die grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS und welche der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS werden in den untersuchten Bewertungsfragestellungen betrachtet?*

2.2 Herausforderung 2: Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung

Die ex ante Planung von Kapazität ist eine bekannte betriebswirtschaftliche Problemstellung. Spezielle Rahmenbedingungen, wie u. a. eine stark volatile Nachfrage, kurzfristig nicht anpassbare Kapazität und enge Zeitvorgaben von Seiten der Kunden erschweren die Kapazitätsplanung zusätzlich (Adenso-Diaz et al. 2005). Unternehmen stehen dann einem Zielkonflikt gegenüber: Sie können entweder temporäre Nachfragespitzen durch die Planung von Kapazitätspuffern abfangen und dabei Leerstandskosten in Zeiten durchschnittlicher und schwacher Nachfrage in Kauf nehmen. Oder sie können auf derartige Puffer verzichten, um Leerstandskosten zu reduzieren, riskieren bei temporären Nachfragespitzen dann aber Vertragsstrafen durch die ggf. nicht mehr einzuhaltenden Zeitvorgaben der Kunden (Bassamboo et al. 2010). Dieser Zielkonflikt trifft insbesondere Dienstleister, welche anders als die Produzenten von Sachleistungen nicht auf andere Strategien zum Ausgleich von temporären Nachfrageschwankungen zurückgreifen, also z. B. keine Lagerbestände auf- bzw. abzubauen können, um so die verfügbare Kapazität gleichmäßig auszulasten (Chesbrough und Spohrer 2006).

Durch die in Abschnitt A-1 beschriebene Möglichkeit einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern lässt sich dieser Zielkonflikt möglicherweise entschärfen: Temporär bestehende Überkapazitäten können zwischen Dienstleistern gehandelt werden, um beim Käufer Nachfragespitzen so rasch abzuarbeiten, dass trotz temporär nicht ausreichend vorhandener eigener Kapazität keine oder nur vermindernde Vertragsstrafen anfallen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass Überkapazitäten nicht immer bzw. nicht zum benötigten Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Dieses Risiko ist bei der ergänzenden Nutzung von Überkapazität folglich mit zu berücksichtigen.

Basierend auf dieser – hier nur kurz angerissenen, in den einzelnen Beiträgen jedoch ausführlich dargestellten – Ausgangssituation wird in den Kapiteln C bis F das ökonomische Potential einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern für die Kapazitätsplanung bewertet.

In dem in Kapitel C vorgestellten Beitrag *„Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes“* wird für das zugrundeliegende Kapazitätsplanungsproblem ein mathematisches Optimierungsmodell entwickelt, welches um die Möglichkeit des Zukaufs von temporärer Überkapazität und dem damit verbundenen Risiko erweitert wird. Mit einem Fallbeispiel als Grundlage einer Simulationsstudie werden dann die Auswirkungen des Zukaufs von Überkapazität ermittelt. Der Beitrag beantwortet damit die folgende Forschungsfrage:

Welchen Einfluss hat die Fähigkeit zu einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern auf das ökonomische Optimum der einem konkreten Geschäftsprozess zugeordneten Kapazität?

Der in Kapitel D vorgestellte Beitrag *„IT-enabled Excess Capacity Markets for Services: Examining the Economic Potential in Cost-driven Service Supply Chains“* baut auf dem zuvor eingeführten Optimierungsmodell auf und diskutiert Faktoren, welche das ökonomische Potential des Zukaufs von temporärer Überkapazität beeinflussen. Da die Auswirkungen der einzelnen Faktoren qualitativ nur ceteris paribus diskutiert werden können und dabei die komplexen Wirkbeziehungen zwischen einzelnen Faktoren vernachlässigt werden müssen, erfolgt anschließend, am Beispiel eines ausgewählten Einflussfaktors, eine quantitative Analyse mit dem bekannten Optimierungsmodell. Auf diese Weise werden die folgenden Forschungsfragen adressiert:

- *Welche Faktoren beeinflussen das ökonomische Potential einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung?*
- *Wie groß ist der quantitative Einfluss dieser Faktoren?*

Um eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern zu erreichen, sind umfangreiche IS-Investitionen durchzuführen. Derartige Investitionen mit „enable“-Charakter bringen, wie zu Beginn von Abschnitt A-1 beschrieben, umfassende Aus-

wirkungen nicht nur auf den technologiebezogenen Ebenen (Anwendungssysteme und Services) eines IS mit sich. Vielmehr sind auch die geschäftsbezogenen Ebenen betroffen. Im konkreten Fall werden auf Ebene der Geschäftsprozesse Veränderungen induziert, da die Integration der Wertschöpfungspartner über den Zukauf temporärer Überkapazität eine Gestaltung unternehmensübergreifender Prozesse erfordert. Die Bewertung des ökonomischen Potentials derart umfangreicher IS-Investitionen mit Auswirkungen auf die gesamte IS-Architektur ist in der Praxis schwierig. Es ist eine Vielzahl verschiedener Elemente eines IS auf allen Architekturebenen direkt oder indirekt betroffen. Diese IS-Elemente sind im Einzelnen zu identifizieren und die Auswirkungen der IS-Investition auf diese Elemente zu bewerten. Der Beitrag in Kapitel E mit dem Titel *„An EA-Based Approach to Valuate Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration of Service Providers“* trägt dieser Herausforderung Rechnung. Es wird eine Vorgehensweise zur Bewertung umfangreicher IS-Investitionen vorgeschlagen, welche aufbauend auf Unternehmens- bzw. IS-Architekturmodellen Unterstützung bei Identifikation und Bewertung der von einer IS-Investition betroffenen IS-Elemente gibt. Am Beispiel der in Abschnitt A-1 beschriebenen Investitionen zur Flexibilisierung von IS, welche eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglichen, werden die Anwendung dieser Vorgehensweise und die damit einhergehenden Vorteile szenariobasiert verdeutlicht. So werden die folgenden Forschungsfragen beantwortet:

- *Wie können IS-Investitionen, welche umfassende Auswirkungen auf die Unternehmens- bzw. IS-Architektur mit sich bringen, vollständig bewertet werden?*
- *Wie kann die vorgestellte Vorgehensweise bei der Bewertung auf den Fall einer IS-Investition angewendet werden, welche eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglicht?*

In den drei vorgenannten Beiträgen wird der Zukauf von temporärer Überkapazität stets dazu genutzt, um den dem Käufer zur Verfügung stehenden und hinsichtlich seiner Kapazität ex ante festgelegten Ressourcenpool (z. B. eine interne Abteilung), welcher unabhängig von der tatsächlichen Auslastung stets die gleichen Kosten verursacht, bei der Bearbeitung von Nachfragespitzen zu unterstützen. Der Beitrag *„Combi-*

ning Models of Capacity Supply to Handle Volatile Demand: The Economic Impact of Surplus Capacity in Cloud Service Environments“ in Kapitel F erweitert das zugrundeliegende Optimierungsproblem, indem der Käufer ein weiteres Modell zur Bereitstellung und Abrechnung von Kapazität nutzen kann. Dieses als „elastische Kapazität“ bezeichnete Modell stellt Kapazität in beliebiger Höhe zur Verfügung, wobei nur für genutzte Kapazität bezahlt werden muss. Diese erweiterte Ausgangssituation hält weitere zu untersuchende Forschungsfragen bereit:

- *Wie unterscheidet sich die Nutzung temporärer Überkapazitäten im Vergleich zu bekannten Modellen der Bereitstellung und Abrechnung von Kapazitäten für IT-basierte Dienstleistungen in Cloud-Computing-Umgebungen? Unter welchen Umständen lässt die Kombination verschiedener Modelle einen ökonomischen Vorteil erwarten?*
- *Wie sind die verschiedenen Modelle der Bereitstellung und Abrechnung von Kapazität zu kombinieren, um die Kapazitätskosten eines Dienstleisters zu minimieren?*

2.3 Herausforderung 3: Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern für die Steuerung des Risikos eines Ausfalls von Wertschöpfungspartnern

Der Ausfall von Wertschöpfungspartnern stellt im Risikomanagement einer Unternehmung eine weitere bekannte betriebswirtschaftliche Problemstellung dar. Multiple-Sourcing-Strategien, welche das Risiko eines Ausfalls reduzieren, sind in der Industrie zur Steuerung von Ausfällen bereits gängige Praxis. Sie spielen jedoch bei Finanzdienstleistern (FDL) selbst bei zeitkritischen Transaktionen bisher nur eine untergeordnete Rolle (Craighead et al. 2007; Regniet 2007). Ein Grund für den Verzicht der FDL auf Multiple-Sourcing sind die vor dem Aufkommen neuerer Integrationskonzepte Ende der 1990er Jahre vorherrschenden, sehr hohen Kosten für die technische Integration der Wertschöpfungspartner (Alt und Zerndt 2008; Joiko 2006). Diese spielen gerade bei den oft durchgängig digitalisierten Geschäftsprozessen der FDL, wo es v. a. um die vollautomatisierte Weitergabe und Verarbeitung von Informationen geht, als Teil der Transaktionskosten eine herausragende Rolle. So müssen die Wertschöpfungspartner eng an die Anwendungssysteme des FDL angebunden werden, z. B. für

den Zugriff auf die Stammdaten der Kunden, die Orderübermittlung, das Meldewesen oder das Risikomanagement (Weitzel et al. 2003). Erschwerend wirken die in der Branche vorherrschenden, komplexen IT-Landschaften mit unterschiedlichsten, meist veralteten Eigenentwicklungen (Sterling Commerce 2010).

Auch hier können die in Abschnitt A-1 beschriebenen Investitionen zur Flexibilisierung von IS und die dadurch ermöglichte bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern einen Beitrag leisten. Bei Umsetzung der Investitionen ist zu erwarten, dass die technischen Integrationskosten der Anbindung von Wertschöpfungspartnern stark sinken. Ob dann auch bei FDL Multiple-Sourcing-Strategien ökonomisch sinnvoll einzusetzen sind, kann die Bewertung des ökonomischen Potential einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern zeigen.

Dies wird in Kapitel G im Beitrag *„Multiple-Sourcing-Strategien bei Finanzdienstleistern – Eine Analyse zum Einfluss der Integrationskosten am Beispiel der Wertpapierabwicklung“* aufgegriffen. Mit einem mathematischen Optimierungsmodell wird der beim Multiple-Sourcing vorrangig zu berücksichtigende Zielkonflikt zwischen Integrationskosten und Risikokosten durch mögliche Ausfälle betrachtet und der Einfluss stark sinkender technischer Integrationskosten untersucht. Das Beispiel der Wertpapierabwicklung dient dabei als ein für diese Untersuchung prädestinierter Anwendungsfall der FDL-Industrie. Zudem wird ermittelt, wie sich Multiple-Sourcing auf die Anforderungen an die notwendige Ausfallsicherheit der Dienstleister auswirkt.

Im Beitrag werden so folgende Forschungsfragen beantwortet:

- *Kann Multiple-Sourcing vor dem Hintergrund sinkender technischer Integrationskosten zur Risikosteuerung in Wertschöpfungsnetzen von FDL ökonomisch sinnvoll sein?*
- *Wie wirkt sich Multiple-Sourcing auf die Anforderungen an die Verfügbarkeit der technischen Systeme und damit auf die Summe aus Risikokosten eines Ausfalls und den Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen als relevante Entscheidungsgröße aus?*

2.4 Zusammenfassender Überblick und Aufbau der Dissertationsschrift

Mit den soeben skizzierten Schwerpunkten und Forschungsfragen der einzelnen Beiträge werden verschiedene Aspekte zur Untersuchung des ökonomischen Potentials der Flexibilität von IS speziell für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern behandelt. Tabelle A-2 gibt als Abschluss dieser Einleitung einen Überblick des Aufbaus der gesamten Dissertationsschrift, indem es die einzelnen Beiträge mit ihren übergeordneten Herausforderungen zusammenstellt und die von den jeweiligen Kapiteln verfolgten Schwerpunkte als konkrete Ziele der Arbeit zusammenfasst.

Tabelle A-2 Übersicht zum Aufbau und den Zielen der Dissertationsschrift

A Motivation und Zielsetzung	
Ziel 1:	Motivation und fachliche Einordnung der zentralen Forschungsfragen.
Ziel 2:	Darstellung von Aufbau und Zielen der Dissertationsschrift.
Herausforderung 1: Finanzwirtschaftlich fundierte Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen.	
B Beitrag: Zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen	
Ziel 3:	Identifikation der wertbestimmenden Faktoren der ISF sowie geeigneter finanzwirtschaftlicher Bewertungsverfahren für die ISF.
Ziel 4:	Review der bestehenden Literatur zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF.
Herausforderung 2: Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung.	
C Beitrag: Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes	
Ziel 5:	Entwicklung und simulationsbasierte Evaluation eines mathematischen Optimierungsmodells zur Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung.
D Beitrag: IT-enabled Excess Capacity Markets for Services: Examining the Economic Potential in Cost-driven Service Supply Chains	
Ziel 6:	Diskussion und quantitative Analyse von Faktoren mit Einfluss auf das ökonomische Potential der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung.

Tabelle A-2 Übersicht zum Aufbau und den Zielen der Dissertationsschrift (Forts.)

E	Beitrag: An EA-Based Approach to Valuate Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration of Service Providers
	Ziel 7: Entwicklung einer Vorgehensweise zur Bewertung von IS-Investitionen, welche umfassende Auswirkungen auf die IS-Architektur mit sich bringen.
	Ziel 8: Szenariobasierte Anwendung der Vorgehensweise zur Bewertung auf IS-Investitionen, welche eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglichen.
F	Beitrag: Combining Models of Capacity Supply to Handle Volatile Demand: The Economic Impact of Surplus Capacity in Cloud Service Environments
	Ziel 9: Identifikation und Charakterisierung verschiedener Modelle der Bereitstellung und Abrechnung von Kapazitäten für IT-basierte Dienstleistungen in Cloud-Computing-Umgebungen.
	Ziel 10: Szenariobasierte Ermittlung der kostenminimalen Kombination aller identifizierten Modelle unter besonderer Berücksichtigung der über eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglichte Nutzung von Überkapazitäten.
Herausforderung 3: Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern für die Steuerung des Risikos eines Ausfalls von Wertschöpfungspartnern.	
G	Beitrag: Multiple-Sourcing-Strategien bei Finanzdienstleistern – Eine Analyse zum Einfluss der Integrationskosten am Beispiel der Wertpapierabwicklung
	Ziel 11: Entwicklung eines mathematischen Optimierungsmodells zur Bestimmung der kostenminimalen Anzahl zu integrierender Dienstleister bei Berücksichtigung des operationellen Risikos möglicher Ausfälle der angebundenen Wertschöpfungspartner.
	Ziel 12: Evaluation der Auswirkungen einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern auf die Anforderungen an die Ausfallsicherheit von Dienstleistern.
H	Gesamtfazit und Ausblick
	Ziel 13: Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse der Dissertation.
	Ziel 14: Aufzeigen des weiteren Forschungsbedarfs.

In den Kapiteln B bis G werden nun die einzelnen Beiträge vorgestellt. Kapitel H schließt die Dissertationsschrift mit einer übergreifenden Zusammenfassung der Ergebnisse sowie einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf ab.

3 Literatur zu Kapitel A

Adenso-Diaz B, Gonzalez-Torre P, Garcia V (2005) A capacity management model in service industries. Int J Serv Manag 13(3):286-302

- Aier S, Winter R (2009) Virtuelle Entkopplung von fachlichen und IT-Strukturen für das IT/Business-Alignement - Grundlagen, Architekturgestaltung und Umsetzung am Beispiel der Domänenbildung. *Wirtschaftsinformatik* 52(2):175-191
- Allen BR, Boynton AC (1991) Information architecture: in search of efficient flexibility. *MIS Quart* 15(4):435-445
- Alt R, Zerndt T (2008) Finanznetzwerke durch Outsourcing – das Beispiel der Schweiz. In: Kaib B (Hrsg) *Outsourcing in Banken*, 1 Aufl. Gabler, Wiesbaden, 315-343
- ATIS (2013) ATIS Telecom Glossary. <http://www.atis.org/glossary/definition.aspx?id=4529>. Abruf am 2013-04-02
- Bartmann D, Bodendorf F, Ferstl OK, Sinz EJ (2011) Merkmale, Systemarchitekturen und Management hochflexibler Geschäftsprozesse. In: Sinz EJ, Bartmann D, Bodendorf F, Ferstl OK (Hrsg) *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*, 1 Aufl. University of Bamberg Press, Bamberg
- Bassamboo A, Ramandeep SR, van Mieghem JA (2010) Optimal Flexibility Configurations in Newsvendor Networks: Going Beyond Chaining and Pairing. *Manag Sci* 56(8):1285-1303
- Becker A, Buxmann P, Widjaja T (2009) Value potential and challenges of service-oriented architectures - a user and vendor perspective. In: *Proc 17th European Conference on Information Systems*. Verona, S 1-12
- Becker J, Beverungen D, Knackstedt R, Matzner M, Müller O, Pöppelbuß J (2011) Flexible Informationssystem-Architekturen für hybride Wertschöpfungsnetzwerke (FlexNet) - Arbeitsbericht Nr. 130 des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster. <http://www.wi.uni-muenster.de/institut/forschen/arbeitsberichte.php>. Abruf am 2013-04-02
- Beimborn D, Franke J, Wagner H, Weitzel T (2006) Strategy matters: The role of strategy type for IT business value. In: *Proc 12th Americas Conference on Information Systems*. Acapulco, S 588-597
- Bernandes ES, Hanna MD (2009) A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature. *Int J Operations Prod Manag* 29(1):30-53
- Brancheau JC, Janz BD, Wetherbe JC (1996) Key issues in information systems management: 1994-95 SIM Delphi results. *MIS Quart* 20(2):225-242
- Buhl HU, Kaiser M (2008) Herausforderungen und Gestaltungschancen aufgrund von MiFID und EU-Vermittlerrichtlinie in der Kundenberatung. *Z Bankr Bankwirtsch* 20(1):43-51
- Byrd TA, Turner DE (2001) An exploratory examination of the relationship between flexible IT infrastructure and competitive advantage. *Inf Manag* 39(1):41-52

- Byrd TA, Turner DE (2000) Measuring the flexibility of information technology infrastructure: exploratory analysis of a construct. *Manag Inf Syst* 17(1):167-208
- Chanopas A, Krairit D, Khang DB (2006) Managing information technology infrastructure: a new flexibility framework. *Manag Res News* 29(10):632-651
- Chesbrough H, Spohrer J (2006) A Research Manifesto for Service Science. *Comm ACM* 49(7):35-40
- Chung S, H., Rainer RKJ, Lewis BR (2003) The impact of information technology infrastructure flexibility on strategic alignment and applications implementation. *Comm AIS* 11(1):191-206
- Craighead C, Blackhurst J, Rungtusanatham M, Handfield R (2007) The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. *Decis Sci* 38(1):131-156
- Duncan NB (1995) Capturing flexibility of information technology infrastructure: a study of resource characteristics and their measure. *Manag Inf Syst* 12(2):37-57
- Eymann T, Winter R (2008) SOA - Ein neues Paradigma der Gestaltung verteilter Informationssysteme? *Wirtschaftsinformatik* 50(1):70-76
- Franke G, Hax H (2009) *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*, 6 Aufl. Springer, Berlin
- Gartner (2012) *Amplifying the enterprise: The 2012 CIO agenda*.
- Gebauer J, Schober F (2006) Information system flexibility and the cost efficiency of business processes. *J Association Inf Syst* 7(3):122-147
- Golden W, Powell P (2000) Towards a definition of flexibility: in search of the Holy Grail? *Omega* 28(4):373-384
- Grefen P, Ludwig H, Dan A, Angelov S (2006) An Analysis of Web Services Support for Dynamic Business Process Outsourcing. *Inf Softw Technol* 48(11):1115-1134
- Hares JS, Royle D (1994) *Measuring the value of information technology*. Wiley, Chichester
- Hirschmeier M (2005) *Wirtschaftlichkeitsanalysen für IT-Investitionen*, 1 Aufl. WiKu-Verlag, Köln
- Irani Z, Love PED (2002) Developing a frame of reference for ex-ante IT/IS investment evaluation. *Europ J Inf Sys* 11(1):74-82
- Joiko M (2006) Modernisierung der IT-Landschaft: Fortschritt durch Fusionen. *Bank* (5):68-71
- Jorfi S, Nor KM, Najjar L, Jorfi H (2011) The impact of IT flexibility on strategic alignment. *International J Bus Manag* 6(8):264-270

- Kohli R, Grover V (2008) Business value of IT: an essay on expanding research directions to keep up with the times. *J Association Inf Syst* 9(1):23-39
- Krcmar H (1990) Bedeutung und Ziele von Informationssystem-Architekturen. *Wirtschaftsinformatik* 32(5):395-402
- Krcmar H (2010) *Informationsmanagement*, 5 Aufl. Springer, Berlin
- Leimeister S, Riedl C, Böhm M, Krcmar H (2010) The business perspective of cloud computing: actors, roles, and value networks. In: *Proc 18th European Conference on Information Systems*. Pretoria, South Africa, S 1-12
- Luftman J, Zadeh HS, Derksen B, Santana M, Rigoni EH, Huang Z (2012) Key information technology and management issues 2011-2012: an international study. *J Inf Technol* 27(3):198-212
- Mandelbaum M, Buzacott J (1990) Flexibility and decision making. *Eur J Operational Res* 44(1):17-27
- Marschak T, Nelson R (1962) Flexibility, Uncertainty, and Economic Theory. *Metroeconomica* 14(1-3):42-58
- Mellwig W (1972) Flexibilität als Aspekt unternehmerischen Handelns. *Z betriebswirtschaftliche Forschung* 24(11):724-744
- Moitra D, Ganesh J (2005) Web services and flexible business processes: towards the adaptive enterprise. *Inf Manag* 42(7):921-933
- Oh L, Teo H, Leong Y, Ravichandran T (2007) Service-oriented architecture and organizational integration: an empirical study of IT-enabled sustained competitive advantage. In: *Proc 28th International Conference on Information Systems*. Montreal, S 1-17
- Perridon L, Steiner M, Rathgeber A (2012) *Finanzwirtschaft der Unternehmung*, 16 Aufl. Vahlen, München
- Regniet S (2007) Banken, Vista und BPO treiben den stagnierenden Outsourcing-Markt an. *Netzwoche* (5):15-17
- Saleh JH (2009) Flexibility: a multi-disciplinary literature review and a research agenda for designing flexible engineering systems. *Engineering Des* 20(3):307-323
- Sterling Commerce (2010) Komplexe IT-Infrastrukturen verursachen bei Banken hohe Kosten für den Datenaustausch, Pressemitteilung zur Studie „No bank is an island“ (2010), <http://www.pressebox.de/inaktiv/sterling-commerce-gmbh/Komplexe-IT-Infrastrukturen-verursachen-bei-Banken-hohe-Kosten-fuer-den-Datenaustausch/boxid/384026>. Abruf am 2013-09-17
- Veith V, Leimeister JM, Krcmar H (2007) Towards value-based management of flexible IT environments. In: *Proc 15th European Conference on Information Systems*. St. Gallen, S 1190-1201

- Voigt K (2007) Zeit und Zeitgeist in der Betriebswirtschaftslehre — dargestellt am Beispiel der betriebswirtschaftlichen Flexibilitätsdiskussion. *Z Betriebswirtschaft* 77(6):595-613
- Wagner D, Suchan C, Leunig B, Frank J (2011) Towards the analysis of information systems flexibility: proposition of a method. In: *Proc 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Zürich, S 808-817
- Wehrmann A, Heinrich B, Seifert F (2006) Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):234-245
- Weitzel T, Martin S, König W (2003) Straight Through Processing auf XML-Basis im Wertpapiergeschäft. *Wirtschaftsinformatik* 45(4):409-420
- Winter R (2003) Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering. In: Österle H, Winter R (Hrsg) *Business Engineering. Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters*, 2 Aufl. Springer, Berlin, 87-118
- Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik (2011) Profil der Wirtschaftsinformatik. In: Kurbel K, Becker J, Gronau N, Sinz E, Suhl L (Hrsg) *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*, 5 Aufl. Oldenbourg, München

B Zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen

Autor: Christoph Sebastian Dorsch

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement
Universität Augsburg, Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
christoph.dorsch@fim-rc.de

Nach doppelt-blinder Begutachtung mit „Minor Revisions“ angenommen bei:
Wirtschaftsinformatik/Business & Information Systems Engineering

Abstract

Zahlreiche empirische Studien zeigen, dass die Flexibilität von Informationssystemen (ISF) bedeutenden Einfluss auf den Unternehmenserfolg haben kann. Daher ist die Flexibilisierung von Informationssystemen (IS) für IT-Verantwortliche ein vordringlich zu verfolgendes Ziel. Flexibilität stellt bei IS häufig einen der zentralen Werttreiber dar, ist jedoch auch ein Kostenfaktor. Wird der Wert der ISF nicht korrekt bewertet, führt dies unter Umständen zu falschen Entscheidungen bei der Gestaltung der ISF. Fundierte Verfahren zur quantitativen Bewertung der ISF sind daher für die Praxis hoch relevant. Der vorliegende Beitrag verfolgt das Ziel, die wissenschaftliche Literatur zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF aufzuarbeiten, um einen für den Einsatz in der Praxis hilfreichen Überblick zu erhalten und für die Wissenschaft den weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich Weiterentwicklung und Ergänzung der bestehenden Literatur aufzuzeigen. Dazu werden zunächst, ausgehend von grundlegenden Anforderungen für eine finanzwirtschaftlich fundierte Bewertung von IS und den wertbestimmenden Faktoren der ISF, geeignete finanzwirtschaftliche Bewertungsverfahren für die ISF identifiziert und damit die theoretischen Grundlagen einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung zusammengefasst. Eine darauf aufbauende strukturierte Literaturstudie zeigt dann auf, welche konkreten Bewertungsfragestellungen von der Literatur bereits untersucht wurden und inwieweit die dabei vorgenommene Bewertung eine ökonomisch begründete Entscheidung über die Gestaltung der ISF unterstützt. Es wird deutlich, dass weiterer Forschungsbedarf bei der finanzwirtschaftlichen

Bewertung der ISF insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung von Abhängigkeiten der ISF zum bestehenden IS-Portfolio besteht und die Literatur durch die Analyse weiterer konkreter Bewertungsfragestellungen zu erweitern ist, um alle, die Flexibilität ermöglichenden Eigenschaften eines IS abzudecken. Insgesamt liefert der vorliegende Beitrag durch die gemeinsame Betrachtung der theoretischen Grundlagen und der anwendungsbezogenen Literatur zur Bewertung der ISF wesentliche Voraussetzungen, um den finanzwirtschaftlichen Wert der ISF fundiert bestimmen und darauf aufbauend Entscheidungen über die Flexibilität von IS ökonomisch begründet treffen zu können.

1 Einleitung

„Developing or managing a flexible infrastructure“ (Gartner 2012, S. 7) steht für IT-Verantwortliche nach wie vor auf Spitzenplätzen der zu verfolgenden Ziele (Brancheau et al. 1996, S. 227; Gartner 2012, S. 7; Luftman et al. 2012, S. 200). Auch die Wissenschaft beschäftigt sich anhaltend mit der *Flexibilität von Informationssystemen* (ISF). Dabei werden u. a. Voraussetzungen und Einflussfaktoren der ISF identifiziert, aber auch die Auswirkungen der Flexibilität von Informationssystemen (IS) auf den Unternehmenserfolg untersucht (Beimborn et al. 2006b; Byrd und Turner 2001; Chung et al. 2003; Duncan 1995; Jorfi et al. 2011; Moitra und Ganesh 2005; Oh et al. 2007). So kann die ISF z. B. zu Wettbewerbsvorteilen führen (Byrd und Turner 2000; Duncan 1995) oder sich positiv auf die Qualität der Durchführung von Geschäftsprozessen auswirken (Beimborn et al. 2006b). Die durch die ISF ermöglichten Potentiale werden derzeit vor allem im Zusammenhang mit Architekturkonzepten wie Serviceorientierung oder Cloud-Computing thematisiert. Beide Konzepte sollen wesentlich zur Flexibilisierung von IS beitragen (Bartmann et al. 2011, S. 8; Becker et al. 2011, S. 10; Eymann und Winter 2008, S. 70; Leimeister et al. 2010, S. 7).

Die ISF bezeichnet allgemein die Fähigkeit eines IS, sich innerhalb festgelegter Grenzen zielgerichtet an System- oder Umweltveränderungen anzupassen (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Voigt 2007, S. 600; Wagner et al. 2011, S. 811). Sie wird erreicht

durch das Zusammenwirken bestimmter Eigenschaften eines IS, wie z. B. dessen Skalierbarkeit, Kompatibilität oder Modularität (Chanopas et al. 2006, S. 646; Duncan 1995, S. 52). Diese ex ante zu gestaltenden Eigenschaften (siehe Tabelle B-1 für eine Übersicht und Beschreibung der über empirische Studien ermittelten Eigenschaften) eröffnen *Handlungsspielräume* während der Nutzungsdauer des IS (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Mandelbaum und Buzacott 1990, S. 17; Mellwig 1972, S. 726; Wagner et al. 2011, S. 811). Die Handlungsspielräume können dann genutzt werden, um das IS an bestimmte exogene Veränderungen anzupassen, so dass die mit dem IS verfolgten Ziele weiterhin bestmöglich erreicht werden. So kann z. B. ein skalierbares und damit flexibles Online-Bestellsystem an schwankende Nachfrage angepasst und damit Kosten ungenutzter Kapazität bzw. Opportunitätskosten entgangener Nachfrage vermieden werden. In einem durch häufige Veränderungen gekennzeichneten *dynamischen Umfeld* stellt die ISF somit eine zentrale Fähigkeit eines IS dar, die es zu entwickeln („developing“) und zu erhalten („managing“) gilt (Byrd und Turner 2001, S. 41; Duncan 1995, S. 37; Veith et al. 2007, S. 1191).

Tabelle B-1 Übersicht und Beschreibung der Eigenschaften eines IS, durch welche Flexibilität erreicht werden kann (nach Chanopas et al. (2006, S. 643, 645, 646))

IS-Eigenschaft	Beschreibung
Compatibility	... bezeichnet, inwieweit ein IS jedwede Information, welche innerhalb oder außerhalb der eigenen Organisation anfällt, verarbeiten und weitergeben kann.
Connectivity	... bezeichnet, inwieweit ein IS Verbindungen zu anderen IS innerhalb und außerhalb der eigenen Organisation aufbauen kann.
Continuity	... bezeichnet, inwieweit ein IS unterbrechungsfrei zur Verfügung steht.
Facility	... bezeichnet, inwieweit ein IS einfach zu nutzen ist.
IT personnel competency	... bezeichnet, inwieweit die mit dem IS befassten und arbeitenden Mitarbeiter die benötigten Fähigkeiten und Erfahrungen zur Durchführung ihrer Aufgaben besitzen.
Modernity	... bezeichnet, inwieweit ein IS auf verbreiteten und bekannten Komponenten/Produkten beruht und aktuelle Technologie einsetzt.
Modularity	... bezeichnet, inwieweit ein IS in einzelne Komponenten/Funktionalitäten aufgeteilt und diese für andere Zwecke neu zusammengestellt werden können.
Rapidity	... bezeichnet, inwieweit ein IS benötigte Informationen zeitnah bereitstellen kann.
Scalability	... bezeichnet, inwieweit ein IS skaliert, nachgerüstet sowie erweitert bzw. verkleinert werden kann.

Auch wenn die ISF zum Unternehmenserfolg beitragen kann und bei vielen IS sogar „the key area of value added“ (Hares und Royle 1994, S. 9) ist, stellt sie gleichzeitig einen nicht unerheblichen Kostenfaktor dar (Gebauer und Schober 2006, S. 126; Golden und Powell 2000, S. 375). Entscheidungen über die Gestaltung der ISF müssen daher an ökonomischen Gesichtspunkten ausgerichtet werden (Allen und Boynton 1991; Becker et al. 2009, S. 10; Chanopas et al. 2006, S. 635; Veith et al. 2007, S. 1198). Grundlage einer ökonomisch begründeten Entscheidung über Gestaltungsalternativen der ISF stellt die *theoriegestützte, methodisch korrekte finanzwirtschaftliche ex ante Bewertung der ISF* mittels geeigneter finanzwirtschaftlicher Bewertungsverfahren dar, um den Beitrag der ISF zum Unternehmenserfolg monetär zu quantifizieren (Irani und Love 2002, S. 79; Wehrmann et al. 2006, S. 235).

Bei der finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF stellen sich jedoch zwei grundlegende Herausforderungen:

- Zunächst sind theoretische Grundüberlegungen zu den an die finanzwirtschaftliche Bewertung generell zu stellenden Anforderungen als auch zu den wertbestimmenden Faktoren der ISF erforderlich. Erst dann können finanzwirtschaftliche Bewertungsverfahren identifiziert werden, welche für die Bewertung der ISF geeignet sind, da sie diese Anforderungen erfüllen und auch die wertbestimmenden Faktoren vollständig erfassen. Da sich in der Literatur zur ISF noch keine einheitlich verwendete Definition der ISF durchgesetzt hat, sondern (wie durch Tabelle B-2 beispielhaft dargestellt) eine Vielzahl unterschiedlich präziser und meist auf das jeweils zu untersuchende Element eines IS eingeschränkte Beschreibungen der ISF verwendet werden, sind diese theoretischen Grundüberlegungen erschwert. Gerade die wertbestimmenden Faktoren der ISF lassen sich aus diesen Beschreibungen nicht oder nur in nicht zu verallgemeinernder Form herleiten.
- Bei der Anwendung geeigneter finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren auf eine konkrete Bewertungsfragestellung sind dann die jeweils erforderlichen Eingangsgrößen der Verfahren möglichst vollständig und exakt zu ermitteln. Da die ISF über das Zusammenwirken verschiedener (siehe Tabelle B-1) Eigenschaften eines IS erreicht wird, kann die Identifikation und Abschätzung dieser Eingangsgrößen

ßen nicht direkt, sondern nur durch eine Untersuchung aller in der jeweiligen Bewertungsfragestellung zusammenwirkenden Eigenschaften erfolgen. Stellt die Ermittlung der Eingangsgrößen der finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren stets eine bekannte und nicht vernachlässigbare Herausforderung dar, ist dies durch die notwendige Betrachtung unterschiedlicher, an der ISF zusammenwirkender Eigenschaften eines IS noch erschwert.

Tabelle B-2 Auswahl verschiedener Beschreibungen von ISF (Hervorh. d. Verf.)

Publikation	Beschreibungen
Beimborn et al. (2006a, S. 2)	"[...] we define <i>IT flexibility</i> as the ability to <i>renew IT competences</i> to match changing business requirements with <i>little penalty</i> in time, effort, cost or performance."
Byrd und Turner (2000, S. 172)	" <i>IT infrastructure flexibility</i> is the ability to <i>easily and readily diffuse or support</i> a wide variety of hardware, software, communications technologies, data, core applications, skills and competencies, commitments, and values <i>within the technical physical base and the human component</i> of the existing IT infrastructure."
Cheung und Bagranoff (1991, S. 36)	" <i>Four types of systems flexibilities</i> are addressed: options to defer the system, to expand the system, to downsize the system, and to redeploy the system for competing uses."
Jacome (2007, S. 3)	"We can define <i>IS flexibility</i> as the ability of the components that collect, process, store and output information to adapt to changes, so that the <i>new business tasks</i> can adequately be performed in a continuous manner."
Kumar (2004, S. 12)	"[IT-]flexibility, the ability to <i>quickly and economically</i> adapt to changing business requirements [...]"
Latt und Altmann (2011, S. 655)	" <i>Service flexibility</i> is defined here as the possibility of users to <i>adapt their business process</i> according to their needs."
Nelson et al. (1997, S. 77)	"[...] definition of <i>technology flexibility</i> : The ability to adapt to both <i>incremental and revolutionary change</i> in the business or business process with <i>minimal penalty</i> to current time, effort, cost, or performance."
Shaw et al. (2007, S. 92)	"[...] <i>business process flexibility</i> : the ability to change organizational capabilities repeatable, <i>economically</i> and in a timely way."

Beide Herausforderungen verdeutlichen die mit der Bewertung² der ISF einhergehende Komplexität und den Bedarf nach unterstützender Literatur, welche einerseits die theoretischen Grundüberlegungen verallgemeinernd aufarbeitet und andererseits die me-

² Um die Lesbarkeit zu erleichtern, meint „Bewertung“ bzw. „Wert“ hier und im Folgenden stets die „finanzwirtschaftliche Bewertung“ bzw. den „finanzwirtschaftlichen Wert“.

thodisch korrekte Anwendung geeigneter Bewertungsverfahren mit Bezug zu einer konkreten Bewertungsfragestellung aufzeigt.

Daher verfolgt der vorliegende Beitrag zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen die beiden folgenden Ziele:

1. Anhand grundlegender Anforderungen zur Bewertung von IS und den aus einer verallgemeinerten Definition der ISF hergeleiteten wertbestimmenden Faktoren der ISF sollen geeignete finanzwirtschaftliche Bewertungsverfahren für die ISF identifiziert werden.
2. Anhand eines Reviews der bestehenden Literatur zur Bewertung der ISF soll die jeweils adressierte Bewertungsfragestellung und das verwendete Bewertungsverfahren aufgezeigt und dabei untersucht werden, inwieweit die Literatur die grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS erfüllt und welche der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS in den einzelnen Bewertungsfragestellungen betrachtet werden.

So werden mit dem vorliegenden Beitrag zum einen die theoretischen Grundlagen einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF verallgemeinernd zusammengefasst und dabei die den Wert der ISF bestimmenden Zusammenhänge aufgedeckt. Dies unterstützt insbesondere die Praxis bei der zielgerichteten Gestaltung der ISF und der methodisch fundierten Anwendung geeigneter Bewertungsverfahren, um darauf aufbauend Entscheidungen über die Flexibilität von IS ökonomisch begründet treffen zu können. Zum anderen lassen sich durch die anhand dieser theoretischen Grundlagen durchgeführte Analyse der Literatur zur Bewertung der ISF Aussagen darüber treffen, inwieweit die darin vorgenommene Bewertung fundiert durchgeführt wurde und welche der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS analysiert wurden. Damit können Schwachstellen identifiziert und Lücken aufgedeckt werden, welche den weiteren Forschungsbedarf aufzeigen.

Der Aufbau des Beitrags orientiert sich an den für eine strukturierte Literaturstudie (Tranfield et al. 2003; Webster und Watson 2002) typischen Phasen (Fettke 2006, S. 260): Die zu untersuchende Problemstellung wurde soeben festgelegt. Im folgenden Ab-

schnitt B-2 werden für die ISF geeignete finanzwirtschaftliche Bewertungsverfahren identifiziert (Ziel 1) und damit die für die Analyse der Literatur notwendigen theoretischen Grundlagen geschaffen. In Abschnitt B-3 wird die Vorgehensweise bei Literatursuche und -auswahl dargelegt. Anschließend wird in Abschnitt B-4 die Literatur zur Bewertung der ISF vorgestellt und zusammenfassend analysiert (Ziel 2), so dass der notwendige weitere Forschungsbedarf identifiziert werden kann. Abschnitt B-5 schließt den Beitrag mit einem zusammenfassenden Fazit ab.

2 Theoretische Grundlagen zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen

Es werden zunächst grundlegende Anforderungen an die Bewertung von IS vorgestellt und die wertbestimmenden Faktoren der ISF identifiziert. Darauf aufbauend werden finanzwirtschaftliche Bewertungsverfahren erläutert, welche für die Bewertung der ISF geeignet sind und mit den so erarbeiteten Ergebnissen der Rahmen für die Literaturanalyse erstellt.

2.1 Grundlegende Anforderungen an die finanzwirtschaftliche Bewertung von IS

Die Bewertung von IS erfolgt mit dem Ziel, Entscheidungen zwischen Gestaltungsalternativen ökonomisch begründet treffen zu können (Bannister und Remenyi 2000, S. 231). Als Teil des Informationsmanagements einer Unternehmung hat die Bewertung nach den Grundsätzen der IT-Governance zu erfolgen, welche u. a. die *Wertorientierung* und das *Risikomanagement* als zentrale Leitlinien vorgibt (IT Governance Institute 2003, S. 26; Krcmar 2010, S. 288; Zimmermann 2008a, S. 358). Aus diesen Leitlinien lassen sich *grundlegende Anforderungen an die Bewertung von IS* ableiten, welche auch bei der

Bewertung der ISF als zentraler Fähigkeit eines IS zu beachten sind (Häckel et al. 2011, S. 415; Wehrmann et al. 2006, S. 235; Zimmermann 2008b, S. 461)³:

- *Anforderung 1 (Wertbeitrag)*: Die Bewertung eines IS erfolgt anhand ihres Wertbeitrags zur Steigerung des Unternehmenswerts. Dieser ist anhand aller über die Nutzungsdauer des IS anfallenden stochastischen Zahlungsüberschüsse zu ermitteln.
- *Anforderung 2 (Berücksichtigung von Risiken)*: Bei der Ermittlung des Wertbeitrags sind die mit dem IS verbundenen Risiken adäquat zu berücksichtigen. Diese manifestieren sich in der Bewertung als positive wie negative Abweichungen von den erwarteten Zahlungsüberschüssen des IS.
- *Anforderung 3 (Berücksichtigung von Abhängigkeiten)*: Bei der Ermittlung des Wertbeitrags sind die mit dem IS verbundenen intratemporalen (auf einen Zeitpunkt bezogenen) und intertemporalen (auf verschiedene Zeitpunkte bezogenen) Abhängigkeiten der stochastischen Zahlungsüberschüsse adäquat zu berücksichtigen.

Über die Ermittlung von Wertbeitrag und Risiko werden die Auswirkungen der mit dem IS verbundenen stochastischen Zahlungsüberschüsse auf die Ertrags- und Risikoposition der Unternehmung erfasst (Häckel et al. 2011, S. 414). Damit werden Gestaltungsalternativen vergleichbar und die Entscheidung über Durchführung oder Ablehnung kann ökonomisch begründet getroffen werden (Wehrmann et al. 2006, S. 236; Zimmermann 2008b, S. 464). Wird ISF also z. B. über die Modularisierung eines Anwendungssystems (AWS) erreicht, ist die Anzahl der Module ein Gestaltungsparameter. Im Vergleich zweier Gestaltungsalternativen vergrößert eine höhere Anzahl an Modulen zwar den Handlungsspielraum und damit die Flexibilität. Sie führt jedoch nicht unbedingt zu einem ökonomischen Vorteil, wenn die damit verbundenen Auszahlungen und Risiken den ökonomischen Nutzen der Gestaltungsalternative übersteigen.

³ Die genannten Quellen nennen mehr bzw. restriktivere als die in diesem Beitrag vorgestellten grundlegenden Anforderungen, um spezifische Schwerpunkte berücksichtigen zu können. Die hier aufgeführten Anforderungen bilden die übergreifende und allgemeine Schnittmenge hinsichtlich einer quantitativen finanzwirtschaftlichen Bewertung.

Wertbeitrag und Risiken werden wesentlich von Abhängigkeiten der stochastischen Zahlungen beeinflusst (Häckel et al. 2011, S. 415; Wehrmann et al. 2006, S. 235). Es können Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Zahlungen des zu bewertenden IS selbst, als auch Abhängigkeiten zu den Zahlungen des unternehmensweiten IS-Portfolios (andere IS und die bestehende IS-Landschaft) bestehen, welche für eine fundierten Bewertung unbedingt zu berücksichtigen sind (Häckel et al. 2011, S. 415). Am Beispiel des modularisierten AWS kann die Anzahl der Module die Anforderungen (und die damit verbundenen Auszahlungen) an die Sicherheit des IS beeinflussen. Gleichzeitig kann die Festlegung einer bestimmten Anzahl an Modulen die Flexibilität bestehender Geschäftsprozesse als Teil der bestehenden IS-Landschaft einschränken und dort künftige Zahlungsüberschüsse reduzieren. Gestaltungsalternativen unterscheiden sich demnach neben Wertbeitrag und Risiken auch in den Abhängigkeiten ihrer Zahlungen, welche für eine fundierte Entscheidung bei der Bewertung unbedingt zu berücksichtigen sind.

Die Identifikation und Abschätzung der für die Bewertung notwendigen Eingangsgrößen (Zahlungsüberschüsse, Abweichungen, Abhängigkeiten) stellen bekanntlich stets eine Herausforderung dar, auf die in Abschnitt B-2.4 noch einmal zurückgekommen wird (Perridon et al. 2012, S. 81, 132; Wehrmann et al. 2006, S. 239). Zunächst werden in den beiden folgenden Abschnitten die wertbestimmenden Faktoren der Flexibilität und die für eine Bewertung der ISF geeigneten Bewertungsverfahren identifiziert.

2.2 Wertbestimmende Faktoren der ISF

Zum Begriff der Flexibilität bestehen eine Vielzahl ökonomisch geprägter Betrachtungen in verschiedenen Fachgebieten wie z. B. der Finanzwirtschaft, Organisation, Produktion, Entscheidungstheorie und Wirtschaftsinformatik (Voigt 2007). Dabei herrscht Einigkeit, dass Flexibilität ein multidimensionales, polymorphes und damit nur schwierig zu fassendes Konstrukt darstellt (Evans 1991, S. 73; Sethi und Sethi 1990, S. 289; Suarez et al. 1995, S. 31). Daher existiert bis heute noch kein vollständig ausgereiftes und allgemein anerkanntes Verständnis der Flexibilität mit einer einheitlich verwendeten Definition und darauf aufbauenden Systematik innerhalb der einzelnen Fachgebiete (Golden und Powell 2000, S. 373; Saleh 2009, S. 307; Voigt 2007, S. 605).

Speziell in der Wirtschaftsinformatik findet sich in der Literatur eine Vielzahl unterschiedlich präziser Beschreibungen der ISF, welche zudem meist auch auf das jeweils zu untersuchende Element eines IS (z. B. Geschäftsprozess, IT-Infrastruktur) eingeschränkt⁴ sind (Byrd und Turner 2000, S. 172; Chanopas et al. 2006, S. 633; Jacome 2007, S. 3; Shaw et al. 2007, S. 92).

Aus diesem Grund wird die ISF für diesen Beitrag verallgemeinert definiert als die *ex ante zu gestaltende Fähigkeit eines IS, sich während seiner Nutzungsdauer innerhalb festgelegter Grenzen zielgerichtet an System- oder Umweltveränderungen anzupassen* (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Voigt 2007, S. 600; Wagner et al. 2011, S. 811). Diese Definition zielt abstrakt auf das gesamte IS ab und nimmt keine Einschränkung auf ein bestimmtes Element des IS vor. Die Mehrheit der Aufsätze anderer Fachgebiete greift auf inhaltsgleiche Definitionen der Flexibilität zurück, insbesondere, wenn es um (Investitions-) Entscheidungen hinsichtlich des ökonomisch sinnvollen Einsatzes von Flexibilität und der damit verbundenen quantitativen Bewertung bzw. Messung der Flexibilität geht (Mandelbaum und Buzacott 1990, S. 17; Mellwig 1972, S. 726; Voigt 2007, S. 606). Auch eine kürzlich durchgeführte, ausführliche Literaturstudie zur Flexibilität von Informationssystemen fasst die ISF in einer analogen Definition zusammen (Wagner et al. 2011, S. 811). Eine entsprechende Definition ist daher für die Herleitung der wertbestimmenden Faktoren der ISF und auch für die im weiteren Verlauf des Beitrags noch vorzunehmende Analyse der wissenschaftlichen Literatur zur Bewertung der ISF geeignet.

Die Definition zeigt auf, dass die ISF auf exogene Veränderungen zielt. Diese führen im Allgemeinen dazu, dass die mit einem IS verfolgten Ziele nicht mehr bestmöglich erreicht werden können. Durch die Fähigkeit sich anzupassen, kann ein IS die mit den exogenen Veränderungen einhergehenden Chancen nutzen bzw. Gefahren bewältigen,

⁴ IS als soziotechnische Systeme mit menschlichen und maschinellen Teilsystemen (Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik 2011) umfassen „[t]he entire infrastructure, organization, personnel, and components for the collection, processing, storage, transmission, display, dissemination, and disposition of information“ (ATIS 2013). Diese zahlreichen Elemente eines IS werden in der Literatur häufig in Architekturebenen organisiert. In Anlehnung an Aier und Winter (2009, S. 178), Buhl und Kaiser (2008, S. 47), Krcmar (1990, S. 399) und Winter (2003, S. 94) lassen sich die Ebenen „Geschäftsmodell/-strategie“, „Prozess- und Aufbauorganisation“, „Services“, „Anwendungssysteme“ und „IT-Infrastruktur“ identifizieren. Eine Beschreibung der Flexibilität, welche sich wie o. a. nur an einzelnen Elementen bzw. einzelnen Ebenen eines IS orientiert, ist daher als eingeschränkt zu betrachten, insbesondere da bestehende Abhängigkeiten so nicht oder nur unvollständig in die Betrachtung miteinbezogen werden können.

ohne dass es vor Ablauf der geplanten Nutzungsdauer vollständig ersetzt werden muss (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Perridon et al. 2012, S. 111; Saleh 2009, S. 307). Dies wird erreicht durch Handlungsspielräume, welche durch ex ante zu gestaltenden Eigenschaften eines IS eröffnet werden (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Mandelbaum und Buzacott 1990, S. 17; Mellwig 1972, S. 726). Die Handlungsspielräume ermöglichen es, dass über die konkrete Ausgestaltung des IS nicht nur einmalig ex ante entschieden werden kann, sondern während der Nutzungsdauer weitere Entscheidungen möglich sind, mit denen auch bereits getroffene Entscheidungen revidiert (zurücknehmen oder ändern) werden können (Gupta und Rosenhead 1968, S. B-19; Marschak und Nelson 1962, S. 42; Perridon et al. 2012, S. 141). Sie legen dabei fest, welche weiteren Entscheidungen getroffen werden können, d. h. innerhalb welcher Grenzen eine Anpassung des IS an exogene Veränderungen möglich ist, und mit welchen Auszahlungen die Anpassung verbunden ist. (Bernandes und Hanna 2009, S. 41; Saleh 2009, S. 307).

Einen finanzwirtschaftlichen Wert kann die ISF demnach nur dann besitzen, wenn während der Nutzungsdauer System- oder Umweltveränderungen auftreten und das IS durch die ex ante festgelegten Handlungsspielräume an diese Veränderungen angepasst werden kann. Der Wert hängt davon ab, *welche System- oder Umweltveränderungen während der Nutzungsdauer des IS auftreten, welche Handlungsspielräume verfügbar sind und inwieweit mit den Handlungsspielräumen eine Anpassung an die Veränderungen ermöglicht wird*. So kann z. B. ein skalierbares AWS an stark schwankende Nachfrage angepasst werden. Der Handlungsspielraum durch Modularisierung ermöglicht keine Anpassung. Ist das AWS nur begrenzt skalierbar, ist eine Anpassung ggf. nur teilweise möglich. Der Wert der ISF ist darüber hinaus mit *Risiko* behaftet, da die zum Zeitpunkt der Bewertung vorliegenden Informationen über die in der Zukunft möglicherweise auftretenden Veränderungen im Allgemeinen unvollständig sind⁵ (Laux 2005, S. 105; Perridon et al. 2012, S. 108).

⁵ In die Bewertung können bei unvollständigen Informationen (Bewertung unter Unsicherheit) nur Risiko-, jedoch keine Ungewissheitssituationen einbezogen werden, d. h. zu den in der Zukunft möglicherweise auftretenden Veränderungen müssen sich zumindest subjektive Wahrscheinlichkeiten angeben lassen (Bamberg et al. 2012, S. 13; Perridon et al. 2012, S. 110). Der Wert der ISF folglich als mit Risiko und nicht allgemeiner als mit Unsicherheit behaftet angesehen, auch wenn prinzipiell Verän-

Als *wertbestimmende Faktoren der ISF* sind daher die möglichen exogenen Veränderungen samt der damit verbundenen Risiken, die verfügbaren Handlungsspielräume und die durch die Handlungsspielräume ermöglichten Anpassungen von geeigneten finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren zu erfassen.

2.3 Finanzwirtschaftliche Verfahren zur Bewertung der ISF

Unter den finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren, nimmt die *Kapitalwertmethode* eine zentrale Rolle ein. Sie bestimmt den Wert, indem sie die zukünftigen, über die gesamte Nutzungsdauer anfallenden Ein- und Auszahlungen auf den Entscheidungszeitpunkt diskontiert und anschließend summiert, wobei das den zukünftigen Zahlungen inhärente *Risiko* über Risikozuschläge im Kalkulationszins oder Risikoabschläge in den Zahlungsüberschüssen berücksichtigt wird (Buch und Dorfleitner 2007; Perridon et al. 2012, S. 52). Dieses theoretisch fundierte Verfahren hat sich in Literatur und Praxis durchgesetzt, da die Bewertung übereinstimmend mit der Zielsetzung einer wertorientierten Unternehmensführung erfolgt und die darauf aufbauenden Entscheidungen, z. B. über Gestaltungsalternativen, so getroffen werden können, dass eine langfristig wertsteigernde Ressourcenallokation erfolgen kann (Coenenberg und Schultze 2002; Coenenberg und Salfeld 2007, S. 3; Danielson et al. 2008, S. 62).

Sind während der Nutzungsdauer durch ex ante festgelegte *Handlungsspielräume* weitere Entscheidungen möglich, kann die Kapitalwertmethode innerhalb eines *Entscheidungsbaumverfahrens* (EBV) angewendet werden (Hax und Laux 1972). Dieses bildet – ausgehend von der initialen Entscheidung über die Durchführung – in den einzelnen Ästen die darauffolgend möglichen zufälligen Ereignisse mit ihren Eintrittswahrscheinlichkeiten sowie alle weiteren möglichen Entscheidungen ab. Dabei beeinflusst die jeweilige Kombination aus Ereignis und Entscheidung die nachfolgenden Ein- und Auszahlungen. Der Wert kann dann bestimmt werden, indem mit dem Roll-Back-Verfahren der Weg durch den Entscheidungsbaum bestimmt wird, für den der erwar-

derungen auftreten können, zu denen sich keine Wahrscheinlichkeiten angeben lassen. Darüber hinaus stellt der in der Realität sehr selten anzutreffende Fall vollständiger Informationen, welche eine Bewertung unter Sicherheit ermöglichen, letztlich nur einen Spezialfall der Bewertung unter Unsicherheit dar, der mit denselben Bewertungsverfahren erfasst werden kann. Geeignete Bewertungsverfahren unter Unsicherheit decken die Bewertung unter Sicherheit also implizit mit ab.

tete Kapitalwert sein Maximum erreicht (Franke und Hax 2009, S. 284; Perridon et al. 2012, S. 141).

Zur Bewertung der Flexibilität werden die möglichen *System- oder Umweltveränderungen* als Ereignisse im Entscheidungsbaum erfasst. Die *Handlungsspielräume* legen die auf die exogenen Veränderungen hin folgenden durchführbaren Entscheidungen fest. Die einer jeweiligen Kombination aus Ereignis und Entscheidung nachfolgenden Ein- und Auszahlungen des IS sind davon abhängig, *inwieweit die verfügbaren Handlungsspielräume eine Anpassung an die jeweilige Veränderung ermöglichen*. Das Risiko hinsichtlich des Auftretens der exogenen Veränderungen wird über die Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Ereignisse berücksichtigt.

Um den Wert der ISF zu ermitteln, ist das IS mit dem EBV zunächst so zu bewerten, als ob keine weiteren Entscheidungen in Reaktion auf die exogenen Veränderungen möglich wären. Dann wird das IS ein weiteres Mal unter Berücksichtigung der durch die Handlungsspielräume ermöglichten Entscheidungen bewertet. Die Differenz der beiden Ergebnisse entspricht dem Wert der ISF (Merton und Perold 1993). Um zwischen Gestaltungsalternativen der ISF ein- und desselben IS entscheiden zu können, werden die einzelnen Entscheidungsbäume der Gestaltungsalternativen aufgestellt. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der auf eine Veränderung hin möglichen Entscheidungen und der den jeweiligen Kombinationen aus Ereignis und Entscheidung nachfolgenden Ein- und Auszahlungen. Es ist die Gestaltungsalternative zu wählen, welche unter Berücksichtigung einer ggf. vorhandenen Budgetrestriktion den höchsten erwarteten Kapitalwert erreicht (Perridon et al. 2012, S. 60).

Im Beispiel aus dem vorherigen Abschnitt stellt eine Erhöhung der Zugriffszahlen auf das betrachtete AWS, ausgelöst durch die schwankende Nachfrage, das riskante Ereignis dar. Ermöglichen die beiden zu bewertenden Gestaltungsalternativen z. B. eine vollständige Anpassung bzw. nur eine teilweise Anpassung an die gestiegenen Zugriffe, lassen sie unterschiedliche Entscheidungen zu, welche zu unterschiedlichen Zahlungsströmen führen. Wird in jedem der beiden Entscheidungsbäume der Weg mit dem maximalen zu erwarteten Kapitalwert bestimmt, kann eine finanzwirtschaftliche begründete Entscheidung über die zu wählende Alternative getroffen werden.

Eine zum EBV alternative Möglichkeit zur Berücksichtigung von Handlungsspielräumen bietet das *Realloptionsverfahren* (ROV). Dieses betrachtet die während der Nutzungsdauer möglichen Entscheidungen analog einer finanzwirtschaftlichen Option als sogenannte Realoptionen. Der Gesamtwert setzt sich dann aus dem Kapitalwert ohne Handlungsspielräume plus den Wert ihrer einzelnen Realoptionen zusammen. Zur Bewertung der Realoption wird auf die Bewertungstheorie für Finanzoptionen zurückgegriffen: Zum Bewertungszeitpunkt wird ein sich selbst finanzierendes Duplikationsportfolio aus einem am Markt gehandelten Vermögensgegenstand und einer risikolosen Anlage gebildet, welche den mit der Realoption verbundenen Zahlungsstrom perfekt nachbildet. Der Wert der Option entspricht so dem am Markt zum Bewertungszeitpunkt beobachtbaren Preis des Duplikationsportfolios (Perridon et al. 2012, S. 146, 353; Trigeoris 1996).

Bei der Bewertung der Flexibilität legen die *Handlungsspielräume* die zu bewertenden Realoptionen fest. Die möglichen *System- oder Umweltveränderungen* sowie das *Risiko* hinsichtlich ihres Auftretens wiederum sind in den Ausübungsbedingungen der Realoption berücksichtigt. Der Zahlungsstrom der Realoption hängt davon ab, *inwieweit die verfügbaren Handlungsspielräume eine Anpassung an die jeweilige Veränderung ermöglichen*. Die Vorgehensweise zur Ermittlung des Werts der ISF entspricht der beim EBV. Um zwischen Gestaltungsalternativen entscheiden zu können, ist der jeweilige Kapitalwert plus der Wert der jeweils verfügbaren Realoptionen zu ermitteln. Es ist wiederum die Gestaltungsalternative zu wählen, welche unter Berücksichtigung einer ggf. vorhandenen Budgetrestriktion den höchsten Gesamtwert erreicht (Perridon et al. 2012, S. 60).

In obigem Beispiel stellt der durch die Skalierbarkeit eröffnete Handlungsspielraum eine Realoption dar. Die beiden Gestaltungsalternativen besitzen dabei unterschiedliche Realoptionen, da sie eine vollständige bzw. nur eine teilweise Anpassung an die gestiegenen Zugriffe auf das AWS ermöglichen. Die damit jeweils verbundenen unterschiedlichen Zahlungsströme sind mit einem Duplikationsportfolio nachzubilden und können dann über dessen beobachtbaren Marktpreis in Vorbereitung auf eine finanz-

wirtschaftliche begründete Entscheidung über die zu wählende Alternative bewertet werden.

Beide Bewertungsverfahren können somit alle wertbestimmenden Faktoren der ISF erfassen. Sie erfüllen zudem die drei grundlegenden Anforderungen an die finanzwirtschaftliche Bewertung von IS: Sie ermitteln den Kapitalwert als Wertbeitrag des IS basierend auf deren Zahlungsstrom (Anforderung 1) und berücksichtigen die verbundenen Risiken (Anforderung 2). Abhängigkeiten (Anforderung 3) lassen sich beim EBV z. B. über stochastische Abhängigkeitsmaße und beim ROV durch Bündelung verschiedener Optionen miteinbeziehen⁶. Beide Bewertungsverfahren erlauben demnach eine fundierte finanzwirtschaftliche Bewertung der ISF und ermöglichen dadurch eine ökonomisch begründete Entscheidung über die Gestaltung der Flexibilität von IS. Tabelle B-3 fasst dies in einer Übersicht zusammen.

Der grundsätzliche Unterschied der Bewertungsverfahren liegt in der Bewertung der Risiken. Das EBV stellt auf den einzelnen Entscheider ab und berücksichtigt dessen Risikopräferenz. Daher werden im Entscheidungsbaum für die einzelnen Kombinationen aus Ereignis und Entscheidung bei üblicherweise unterstellter Risikoaversion separate (zustandsabhängige) Diskontierungssätze zur Bestimmung des Kapitalwerts benötigt. Das ROV hingegen greift auf Marktpreise eines Duplikationsportfolios zurück, in denen die Risiken der zugrundeliegenden Zahlungen bereits eingepreist sind und kann so eine präferenzfreie Bewertung durchführen (Perridon et al. 2012, S. 148, 353). Unter gleichen Annahmen führen EBV und ROV jedoch zum gleichen Ergebnis der Bewertung. Welches Verfahren zur Anwendung kommen soll, hängt daher u. a. vom Umfeld (z. B. der unternehmensweit vorgegebenen Vorgehensweise bei der Bewertung) sowie davon ab, inwieweit und mit welchem Aufwand die jeweils notwendigen Eingangsgrößen abgeschätzt werden können⁷.

⁶ Hierbei sei kurz darauf hingewiesen, dass die Handlungsspielräume der ISF als spezielle intertemporale Abhängigkeiten interpretiert werden können, welche schon durch die Anwendung der EBV oder des ROV an sich Berücksichtigung finden.

⁷ Wie bei allen Bewertungsverfahren lassen sich auch beim EBV und ROV kritische Fragen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit stellen. Beim EBV ist insbesondere die Ermittlung des zustandsabhängigen Zinssatzes für die Diskontierung der risikobehafteten Zahlungen ein Problem (Perridon et al. 2012, S. 148). Dies stellt sich beim ROV auf Grund der präferenzfreien Bewertung zwar nicht. Hier zeigt aber

Tabelle B-3 Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS sowie der wertbestimmenden Faktoren der ISF durch das EBV und ROV

Anforderung an die Bewertung von IS	Entscheidungsbaumverfahren	Realloptionsverfahren
Bewertung anhand der Summe der Zahlungsüberschüsse über die Nutzungsdauer	Erfüllt: Der Kapitalwert verdichtet im Entscheidungsbaum die Zahlungsüberschüsse des zu bewertenden IS auf den Bewertungszeitpunkt.	Erfüllt: Der Kapitalwert verdichtet die Zahlungsüberschüsse des zu bewertenden IS ohne Handlungsspielräume auf den Bewertungszeitpunkt. Die Zahlungsströme der einzelnen Realoptionen werden im jeweiligen Duplikationsportfolio nachgebildet und dessen Marktpreis im Bewertungszeitpunkt zum Kapitalwert addiert.
Berücksichtigung von Risiken als Schwankung der Zahlungsüberschüsse	Erfüllt: Bei der Ermittlung des Kapitalwerts können Risiken durch Risikozuschläge oder Risikoabschläge berücksichtigt werden.	Erfüllt: Für den Kapitalwert wie links beschrieben; Risiken der einzelnen Realoption werden vom Duplikationsportfolio nachgebildet und sind in dessen Marktpreis berücksichtigt.
Berücksichtigung von Abhängigkeiten der Zahlungen	Erfüllt: Bei der Ermittlung des Kapitalwerts können Abhängigkeiten z. B. durch stochastische Abhängigkeitsmaße berücksichtigt werden.	Erfüllt: Abhängigkeiten können durch Bündel verschiedener Optionen berücksichtigt werden.
Wertbestimmende Faktoren der ISF	Entscheidungsbaumverfahren	Realloptionsverfahren
System- oder Umweltveränderungen	Berücksichtigt... in den Ereignissen des Entscheidungsbaums.	Berücksichtigt... in den zu bewertenden Realoptionen.
Handlungsspielräume	Berücksichtigt... in den Entscheidungen des Entscheidungsbaums.	Berücksichtigt... in den Ausübungsbedingungen der Realoptionen.
Ermöglichte Anpassungen durch die verfügbaren Handlungsspielräume	Berücksichtigt... in den Zahlungen, welche den verschiedenen Kombinationen aus Ereignis und Entscheidung nachfolgen.	Berücksichtigt... in der Wertentwicklung des im Duplikationsportfolio gehaltenen Vermögensgegenstands.
Risiko speziell über zukünftig auftretende Veränderungen	Berücksichtigt... in den Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Ereignisse.	Berücksichtigt... in den Ausübungsbedingungen der Realoptionen.

vor allem die Notwendigkeit eines am Markt kontinuierlich gehandelten Vermögensgegenstands, welcher im Duplikationsportfolio gemeinsam mit der risikolosen Anlage die Zahlungsüberschüsse der zu bewertenden Realoption perfekt nachbilden muss, die Grenzen dieses Bewertungsverfahrens auf (Buch und Dorfleitner 2007, S. 142; Kruschwitz 2011, S. 420). Diese grundlegenden Schwierigkeiten bei der Anwendung der Verfahren beeinflussen den ermittelten Wert des IS. Die Auswirkung dieses Einflusses auf die auf dieser Basis getroffene Entscheidung über Gestaltungsalternativen lässt sich jedoch z. B. durch Sensitivitätsanalysen oder Simulationsverfahren verringern (Hommel und Pritsch 1999, S. 130; Perridon et al. 2012, S. 132).

2.4 Rahmen zur Analyse der Literatur zur Bewertung der ISF

Die Ausführungen zu den theoretischen Grundlagen verdeutlichen die Komplexität bei der Bewertung der ISF. Die Anwendung der identifizierten Bewertungsverfahren auf konkrete Bewertungsfragestellungen verlangt ein präzises Verständnis dieser Verfahren sowie eine umfassende Identifikation und Abschätzung der dafür erforderlichen Eingangsgrößen. Letzteres ist schon bei der Bewertung eines IS ohne Flexibilität mit hohem Aufwand verbunden und die Berücksichtigung von Handlungsspielräumen während der Nutzungsdauer eines IS stellt eine zusätzliche Herausforderung dar (Buch und Dorfleitner 2007, S. 143; Franke und Hax 2009, S. 281; Schneider 1971, S. 834).

Aus diesem Grund besteht ergänzend zu den theoretischen Betrachtungen der Bewertung der ISF Bedarf nach anwendungsbezogener Literatur, welche die methodisch korrekte Anwendung geeigneter Bewertungsverfahren mit Bezug zu einer konkreten Bewertungsfragestellung aufzeigt. Mit der folgenden Analyse der Literatur zur Bewertung der ISF soll daher zunächst ein strukturierter Überblick der entsprechenden Literatur gegeben werden, indem die jeweils behandelten Bewertungsfragestellungen anhand der *wertbestimmenden Faktoren* der ISF und dem jeweils verwendeten *Bewertungsverfahren* zusammengefasst werden.

Mit einer vertiefenden Analyse, inwieweit die bestehende Literatur die mit der Bewertung verbundenen Herausforderungen adressiert, kann darüber hinaus der weitere Forschungsbedarf mit den notwendigen Weiterentwicklungen und Ergänzungen festgehalten werden. Dazu wird ein Abgleich der in den einzelnen Aufsätzen gewählten Vorgehensweise bei der Bewertung der ISF mit den grundlegenden Anforderungen der Bewertung von IS vorgenommen sowie untersucht, anhand welcher die Handlungsspielräume eröffnenden Eigenschaften eines IS die zur Bewertung herangezogenen Ein- und Auszahlungen in den einzelnen Aufsätzen ermittelt wurden. So kann aufgezeigt werden, inwieweit die in der Literatur vorgenommene Bewertung der ISF fundiert durchgeführt wurde.

3 Suche und Auswahl der relevanten Literatur

Die Festlegung der *Suchbegriffe* ist einer der ausschlaggebenden Schritte, um die für die jeweilige Untersuchung relevanten Aufsätze aus der oft breiten Literaturbasis eines bestimmten Themengebiets möglichst vollständig zu filtern (Levy und Ellis 2006, S. 190). Dies stellt auf Grund des noch nicht vollständig ausgereiften Verständnisses der ISF und der zahlreichen Eigenschaften eines IS, durch welche Flexibilität erreicht wird, eine Herausforderung dar. So können Aufsätze existieren, welche die ISF zwar im Sinne der in diesem Beitrag abgegrenzten Fähigkeit eines IS bewerten, sie aber mit anderen Begriffen bezeichnen. Um auch diese Aufsätze zu erfassen, genügt es nicht, nur nach dem Begriff *Flexibilität* zu suchen. Daher wurde aus zentralen Arbeiten zur Flexibilität ein Bündel verschiedener Suchbegriffe definiert. Dieses umfasst zum einen die Begriffe *Agility* und *Responsiveness*, welche zwei zur Flexibilität verwandte Konstrukte bezeichnen, deren exakte Abgrenzung zur Flexibilität in der Literatur noch nicht vollständig gelungen ist (Bernandes und Hanna 2009, S. 31). Zum anderen werden die durch empirische Untersuchungen identifizierten Eigenschaften eines IS, welche Flexibilität ermöglichen (Byrd und Turner 2000, S. 192; Chanopas et al. 2006, S. 646; Duncan 1995, S. 52) sowie Begriffe, welche eine enge Verwandtschaft zum Begriff *Flexibilität* aufweisen⁸ (Evans 1991, S. 75) als Suchbegriffe eingesetzt. Eine Übersicht der Suchbegriffe ist in Tabelle B-4 zu finden.

Hinsichtlich der zu berücksichtigenden *Quellen* hat sich bewährt, auf die im jeweiligen Fachgebiet als qualitativ hochwertig eingestuften Publikationsorgane zurückzugreifen (Webster und Watson 2002, S. xvi). Für die Wirtschaftsinformatik bieten sich hierzu das VHB-Jourqual (Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. 2008) sowie das MIS Journal Ranking (Association for Information Systems 2013) an. Die Quellen können erschlossen werden, indem wissenschaftliche Datenbanken publikationsübergreifend durchsucht und nur die Ergebnisse berücksichtigt werden, deren Publikationsorgane in den Rankinglisten geführt werden. Alternativ kann eine vorab ge-

⁸ Evans (1991) diskutiert verschiedene, zum Begriff Flexibilität oft synonym verwendete Begriffe und gliedert diese anhand ihrer unterschiedlichen Bedeutung in drei Gruppen. Für das Bündel der Suchbegriffe wurden die Begriffe übernommen, welche in der Gruppe „Capacity for new situations“ zusammengefasst sind, da diese Bedeutung der in vorliegendem Beitrag verwendeten Abgrenzung der Flexibilität am nächsten kommt.

troffene Auswahl der in den Rankinglisten geführten Publikationsorgane durchsucht werden. Berücksichtigt man die große Anzahl verschiedener Suchbegriffe, welche keine Fachbegriffe, sondern allgemeinen Sprachgebrauch darstellen und zudem nicht sinnvoll über weitere Begriffe wie z. B. *information system* eingeschränkt werden können (da sonst Aufsätze, welche sich z. B. mit der Flexibilität von Geschäftsprozessen befassen, unberücksichtigt bleiben), fällt die Entscheidung klar auf das zuletzt genannte Vorgehen. Eine publikationsübergreifende Suche in wissenschaftlichen Datenbanken würde zu Ergebnislisten führen, deren Umfang die anschließend notwendige manuelle Auswahl der relevanten Literatur mit vertretbarem Aufwand unmöglich macht. Die durch eine Vorabauswahl herbeigeführte Einschränkung muss dann durch eine ausreichend große Anzahl an Zeitschriften möglichst gering gehalten werden. Für diesen Beitrag werden daher insgesamt 44 Zeitschriften sowie fünf der großen internationalen Konferenzen ausgewertet.

Tabelle B-4 Übersicht zu den Kriterien der Literatursuche

Kriterium	Ausprägung
Suchbegriffe	1. Flexibility. 2. Verwandte Konstrukte: Agility, Responsiveness. 3. Eigenschaften eines IS, durch welche Flexibilität erreicht werden kann: Compatibility, Connectivity, Continuity, Facility, IT personnel competency, Modernity, Modularity, Rapidity, Scalability. 4. Zum Begriff Flexibilität verwandte Begriffe: Adaptability, Agility, Corrigibility, Hedging, Liquidity, Robustness, Versatility. Bei der Suche wurden Trunkierungen eingesetzt („agil*“ statt „Agility“), um Zusammensetzungen wie „agile information systems“ mit zu berücksichtigen. In deutschsprachigen Publikationen wurde mit entsprechenden deutschen Begriffen gesucht. Siehe dazu auch das Suchprotokoll (Tabelle B-8) im Anhang.
Suchfelder	Titel, Zusammenfassung (Abstract), Keywords (Stichworte).
Zeitschriften	VHB Jourqual 2 (2008) Teilranking „Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement“ und „Electronic Commerce“ bis einschließlich Kategorie B sowie die nach eigener Einschätzung zu diesen Teilrankings zuzurechnenden Zeitschriften, welche mit Jourqual 2.1 aus 2011 neu in die berücksichtigten Kategorien hinzugekommen sind. MIS Journal Ranking bis einschließlich eines Punktwertes von 18,00. Insgesamt: 44 Zeitschriften. Eine Liste findet sich im Suchprotokoll im Anhang.
Tagungen	Americas Conference on Information Systems (AMCIS), European Conference on Information Systems (ECIS), International Conference on Information Systems (ICIS), Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI).
Suchzeitraum	01/2003 – 02/2013

Wie bereits in der Einleitung festgehalten, hat die Diskussion um Flexibilität in jüngerer Vergangenheit durch die dort genannten modernen Architekturkonzepte Auftrieb erhalten. Da dieser Beitrag vor diesem Hintergrund entsteht, sollen insbesondere auf diese Architekturkonzepte zugeschnittene Aufsätze über die Bewertung der ISF identifiziert und auf die Anforderungen einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung hin untersucht werden. Der *Suchzeitraum* wird daher auf die vergangenen rund 10 Jahre 01/2003 bis 02/2013 festgelegt. Tabelle B-4 fasst alle Kriterien der Literatursuche in einer Übersicht zusammen.

Die Literatursuche erfolgte in verschiedenen Datenbanken, welche Zugriff auf das Archiv der jeweiligen Zeitschrift bzw. Tagung geben. Die Suchbegriffe wurden einzeln abgefragt und in den umfangreichen Ergebnislisten zunächst alle Aufsätze identifiziert, welche sich mit einer quantitativen Analyse von IS anhand finanzwirtschaftlicher Größen beschäftigen. Dabei wurde das oben bereits referenzierte, breite Begriffsverständnis eines IS (ATIS 2013) zu Grunde gelegt. Auf diese Weise wurden 16 Aufsätze identifiziert.

Anschließend wurde bei allen 16 Aufsätzen geprüft, ob eine Bewertung der ISF vorgenommen und ein Verständnis der ISF zugrunde gelegt wurde, welches der o. a. Definition entspricht. So wurden Aufsätze identifiziert und von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, welche z. B. wie Latt und Altmann (2011) zwar „service flexibility“ als „the possibility of users to adapt their business process according to their needs“ betrachten, jedoch keine System- oder Umweltveränderungen in die quantitativen Analyse miteinbeziehen⁹. Es wurden insgesamt vier Aufsätze ausgeschlossen, so dass 12 als für diesen Beitrag relevante Aufsätze ermittelt werden konnten, welche im folgenden Abschnitt analysiert werden.

⁹ In den händisch durchsuchten Quellen (vgl. Suchprotokoll im Anhang) wurden die beiden Schritte zur Identifikation der relevanten Literatur parallel durchgeführt.

4 Literaturanalyse und Identifikation des weiteren Forschungsbedarfs

Um den angestrebten Überblick der bestehenden Literatur zur Bewertung der ISF zu erhalten, wurden die als relevant identifizierten Aufsätze in Tabelle B-5 anhand der *wertbestimmenden Faktoren* der jeweils betrachteten ISF und dem verwendeten *Bewertungsverfahren* strukturiert zusammengefasst.

Eine vergleichende Betrachtung der in den einzelnen Aufsätzen bewerteten Handlungsspielräume und der dadurch ermöglichten Anpassungen an exogene Veränderungen zeigt die bereits erwartete Vielfalt der mit der ISF zusammenhängenden Bewertungsfragestellungen. Hinsichtlich der grundlegenden Ausrichtung der Aufsätze lassen sich jedoch zwei Schwerpunkte ausmachen: Dolci et al. (2010), Erdogmus (2005), Ilk et al. (2010) und Kumar (2004) untersuchen die Bewertung der ISF konzeptionell. Es werden allgemein formulierte Handlungsspielräume mit dazu passenden Bewertungsverfahren vorgestellt. Anhand von Beispielen wird dann die Anwendung der Bewertungsverfahren demonstriert und der durch die jeweils betrachteten Handlungsspielräume erreichte Vorteil gegenüber eines nicht flexiblen IS aufgezeigt. Die verbleibenden Aufsätze hingegen bewerten die Handlungsspielräume konkreter IS, um Entscheidungen über deren Gestaltung ökonomisch fundiert treffen zu können. Im Vergleich zu den konzeptionell getriebenen Aufsätzen werden darin insbesondere auch die exogenen Veränderungen und deren Auswirkungen auf den Zahlungsstrom des jeweiligen IS diskutiert. Somit wird das Zusammenwirken von exogenen Veränderungen und den durch die zu gestaltenden Handlungsspielräume ermöglichten Anpassungen als wertbestimmende Faktoren der ISF herausgearbeitet und deutlich gemacht, wie sich die ISF im konkreten Fall auf den Wert des IS auswirkt. Braunwarth und Ullrich (2010) sowie Schober und Gebauer (2009; 2011) geben auch explizit die durch die Bewertung ermittelte Obergrenze für die mit der ISF verbundenen Kosten des jeweiligen IS an. Bardhan et al. (2004a; 2004b) sowie Probst und Buhl (2012) bilden darüber hinaus in den einzelnen Entscheidungszeitpunkten eines festgelegten Betrachtungszeitraums IS-Portfolios, welche die Auswirkungen der exogenen Veränderungen bei

Tabelle B-5 Ergebnisse der Literaturanalyse: Flexibilitätsverständnis und Bewertungsverfahren der relevanten Literatur

Aufsatz	Handlungsspielräume und ermöglichte Anpassungen	System-/Umweltveränderungen und damit verbundene Risiken	Bewertung
Bardhan et al. (2004a), Bardhan et al. (2004b)	Durch IS eröffnete/unterstützte Möglichkeiten, weitere IS zu implementieren.	Kundenakzeptanz und Reaktion der Wettbewerber sind risikobehaftet und beeinflussen die Zahlungsüberschüsse des einzelnen IS.	ROV.
Benaroch et al. (2007)	Durch entsprechende Gestaltung eines IS eröffnete Möglichkeiten, während der Umsetzung des IS auf verschiedene Veränderungen reagieren zu können.	Verschiedene in der Fallstudie ermittelte Risikofaktoren beeinflussen die Zahlungsüberschüsse des IS.	ROV.
Braunwarth und Ullrich (2010)	Durch die mit einem IS erfolgte Anbindung von Dienstleistern eröffnete Möglichkeit, stochastisch eingehende Aufträge bei hoher interner Auslastung extern bearbeiten zu lassen.	Schwankungen beim Auftragseingang führen zu Wartezeiten, welche die damit risikobehafteten Zahlungsüberschüsse der Auftragsbearbeitung beeinflussen.	EBV.
Dolci et al. (2010)	Durch ein IS eröffnete Möglichkeit, weitere IS zu implementieren.	Nicht näher bezeichnete Veränderungen beeinflussen die damit risikobehafteten Zahlungsüberschüsse des weiteren IS.	ROV.
Erdogmus (2005)	Möglichkeit, ein IS in einzeln nutzbaren Abschnitten nacheinander zu realisieren und ggf. abzubrechen.	Mit jedem realisierten Abschnitt verändert sich das nicht näher bezeichnete Risiko der mit den weiteren Abschnitten des IS verbundenen Zahlungsüberschüsse.	EBV.
Ilk et al. (2010)	Durch ein IS eröffnete Möglichkeit, weitere IS implementieren, deren Umsetzung aufschieben und einer alternativen Verwendung zuführen zu können.	Nicht näher bezeichnete Veränderungen beeinflussen die damit risikobehafteten Zahlungsüberschüsse des weiteren IS.	ROV.
Kumar (2004)	Möglichkeit eines IS, sich an Veränderungen anpassen zu können.	An Beispielen motivierte Veränderungen beeinflussen direkt die stochastische Wertentwicklung des IS.	EBV.
Probst und Buhl (2012)	Möglichkeit, IS verschiedener Anbieter innerhalb eines festgelegten Betrachtungszeitraums an mehreren Entscheidungszeitpunkten dynamisch zu einem Portfolio zu kombinieren.	Nutzung und Verfügbarkeit der einzelnen IS sind risikobehaftet und beeinflussen die Zahlungsüberschüsse des Portfolios.	EBV.

Tabelle B-5 Ergebnisse der Literaturanalyse: Flexibilitätsverständnis und Bewertungsverfahren der relevanten Literatur (Forts.)

Aufsatz	Handlungsspielräume und ermöglichte Anpassungen	System-/Umweltveränderungen und damit verbundene Risiken	Bewertung
Schober und Gebauer (2009), Schober und Gebauer (2011)	Möglichkeit, ein IS während der Nutzungsdauer zu verändern oder zu erweitern.	Ex ante nicht absehbare Anforderungen aus dem von dem IS unterstützten Geschäftsprozess beeinflussen die dem IS zuzurechnenden Zahlungsüberschüsse aus dem Geschäftsprozesses.	EBV und ROV.
Sing et al. (2004)	Durch die Miete eines IS eröffnete Möglichkeit, nach einer im Vergleich zur Nutzungsdauer bei Eigenbetrieb kürzeren Zeitspanne Anbieter oder IS zu wechseln.	Anbietermarkt und am Markt verfügbare IS entwickeln sich weiter und beeinflussen die damit risikobehafteten Zahlungsüberschüsse der Anbieter- und IS-Alternativen.	ROV.

der zeitlichen Anordnung der einzelnen IS bzw. der Auswahl der zu kombinierenden Services berücksichtigt.

Sowohl das EBV als auch das ROV finden in den Aufsätzen Anwendung. Rein quantitativ ist keine Priorisierung eines der beiden Verfahren zu erkennen. Die Anwendung des ROV ist in den Aufsätzen stets direkt ersichtlich. In den anderen Beiträgen entspricht die vorgeschlagene Vorgehensweise bei der Bewertung der Anwendung des EBV. Diese Einordnung erfordert jedoch eine genauere Betrachtung der Bewertung, da nicht immer auf das EBV referenziert wird bzw. nicht die oben in idealtypischer Weise vorgestellte Vorgehensweise angewendet wurde.

Für die vertiefende Analyse der Literatur hinsichtlich der Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS wurden die einzelnen Aufsätze anhand der in Tabelle B-6 aufgeführten Fragen durchgesehen, welche die in Abschnitt B-2.1 vorgestellten grundlegenden Anforderungen auf die Bewertung der ISF konkretisieren.

Die in Tabelle B-6 zusammengefassten Ergebnisse zeigen, dass alle Aufsätze eine Bewertung der ISF anhand der ihr über die Nutzungsdauer des IS zurechenbaren Zahlungsüberschüsse vornehmen und auch damit zusammenhängende Risiken in Form von Abweichungen von den erwarteten Zahlungsüberschüssen berücksichtigen. Abhängigkeiten dieser Zahlungsüberschüsse, welche über die durch die Handlungsspielräume begründeten und damit zwangsläufig berücksichtigten Abhängigkeiten hinausgehen, werden hingegen nur in den Beiträgen von Benaroch et al. (2007), Probst und Buhl (2012) sowie Sing et al. (2004) bei der Bewertung berücksichtigt. Die anderen Aufsätzen bewerten die ISF unter der Fiktion, dass die mit ihr verbundenen Gestaltungsentscheidungen keinerlei Einfluss auf Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Zahlungen des zu bewertenden IS selbst, als auch Abhängigkeiten zu den Zahlungen des unternehmensweiten IS-Portfolios besitzen und vernachlässigen damit wichtige, den Wert der ISF beeinflussende Faktoren.

Tabelle B-6 Ergebnisse der Literaturanalyse: Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS

Aufsatz	Anforderung 1: Erfolgt die Bewertung der ISF anhand der ihr über die Nutzungsdauer der IS zurechenbaren Zahlungsüberschüsse?	Anforderung 2: Werden Abweichungen von den der ISF zurechenbaren erwarteten Zahlungsüberschüssen der IS berücksichtigt?	Anforderung 3: Werden Abhängigkeiten der Zahlungsüberschüsse, welche der ISF zuzurechnen sind, berücksichtigt, die über die durch die Handlungsspielräume begründeten Abhängigkeiten hinausgehen?
Bardhan et al. (2004a), Bardhan et al. (2004b)	Ja.	Ja.	Nein.
Benaroch et al. (2007)	Ja.	Ja.	Ja.
Braunwarth und Ullrich (2010)	Ja.	Ja.	Nein.
Dolci et al. (2010)	Ja.	Ja.	Nein.
Erdogmus (2005)	Ja.	Ja.	Nein.
Ilk et al. (2010)	Ja.	Ja.	Nein.
Kumar (2004)	Ja.	Ja.	Nein.
Probst und Buhl (2012)	Ja.	Ja.	Ja.
Schober und Gebauer (2009), Schober und Gebauer (2011)	Ja.	Ja.	Nein.
Sing et al. (2004)	Ja.	Ja.	Ja.

Um die Aufsätze hinsichtlich der die Handlungsspielräume eröffnenden Eigenschaften eines IS untersuchen zu können, wurden die einzelnen Aufsätze anhand der in Tabelle B-1 beschriebenen Eigenschaften detailliert durchgesehen. Die jeweils betrachteten Eigenschaften sind gemeinsam mit den Suchbegriffen, über welche die einzelnen Aufsätze bei der Literatursuche gefunden wurden, in Tabelle B-7 zusammengefasst.

Dabei wurde festgestellt, dass in keinem der Aufsätze bei der Bewertung der ISF direkt Bezug auf die empirischen Untersuchungen und die damit identifizierten Eigenschaften des IS genommen wurden, durch die Handlungsspielräume eröffnet werden. Daher ist die Zuordnung der Eigenschaften auch indirekt anhand der in den einzelnen Beiträgen beschriebenen Handlungsspielräume erfolgt. Wurden trotz des fehlenden

Bezugs zur Literatur entsprechende Eigenschaften des IS diskutiert, sind diese expliziten Nennungen in der Tabelle mit einem Stern gekennzeichnet. Bei zwei Aufsätzen war eine Zuordnung von Eigenschaften nicht sinnvoll bzw. möglich. Kumar (2004) erwähnt mit *Connectivity* zwar beispielhaft eine der Eigenschaften, betrachtet die durch die Handlungsspielräume ermöglichten Anpassungen jedoch nur konzeptionell und von konkreten Eigenschaften abstrahiert. Eine Zuordnung von Eigenschaften anhand der illustrierenden Beispiele ist für die hier vorgenommene Analyse daher nicht sinnvoll. Zu dem in Sing et al. (2004) betrachteten Handlungsspielraum (siehe Tabelle B-5) ist keine bisher in der Literatur identifizierte Eigenschaft des IS zuordenbar.

Tabelle B-7 Ergebnisse der Literaturanalyse: Betrachtete Eigenschaften eines IS, welche Handlungsspielräume ermöglichen

Aufsatz	Gefunden mit Suchbegriff	Betrachtete Eigenschaften des IS, welche Handlungsspielräume ermöglichen (* kennzeichnet im Aufsatz explizit genannte Eigenschaften)
Bardhan et al. (2004a), Bardhan et al. (2004b)	Flexibility.	Scalability.
Benaroch et al. (2007)	Flexibility.	Modularity, Scalability.
Braunwarth und Ullrich (2010)	Flexibility.	Compatibility, Connectivity*, Rapidity.
Dolci et al. (2010)	Flexibility.	Scalability.
Erdogmus (2005)	Flexibility.	Scalability.
Ilk et al. (2010)	Flexibility, Agility.	Modularity, Scalability.
Kumar (2004)	Flexibility, Connectivity.	Zuordnung auf Grund der im Aufsatz gewählten konzeptionellen Untersuchung von Handlungsspielräumen nicht sinnvoll (siehe Anmerkungen im Text).
Probst und Buhl (2012)	Flexibility.	Continuity, Modularity*.
Schober und Gebauer (2009), Schober und Gebauer (2011)	Flexibility.	Scalability.
Sing et al. (2004)	Flexibility.	Keine der bisher identifizierten Eigenschaften zuordenbar (siehe Anmerkungen im Text).

Damit wird deutlich, dass die Ergebnisse der empirischen Forschung zur ISF im Fall der die Handlungsspielräume eröffnenden Eigenschaften eines IS noch keinen Eingang

in die Literatur zur Bewertung der ISF gefunden haben, obwohl mit den damit gewonnenen Erkenntnissen die Ermittlung von den der ISF zuzurechnenden Zahlungsüberschüssen vereinfacht werden könnte. Denn auch wenn den einzelnen Aufsätzen einige der die Handlungsspielräume eröffnenden Eigenschaften eines IS zuordnen lassen, kann nicht von einer systematischen Analyse dieser zentralen Gestaltungsparameter der ISF durch die bestehende Literatur gesprochen werden.

5 Fazit

Der vorliegende Beitrag widmet sich dem Stand der Forschung zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen. Er baut auf einer verallgemeinerten Definition der ISF als die ex ante zu gestaltende Fähigkeit eines IS, sich während seiner Nutzungsdauer innerhalb festgelegter Grenzen zielgerichtet an System- oder Umweltveränderungen anzupassen auf. Durch die zusammenfassende Betrachtung und Analyse theoretischer sowie anwendungsbezogener Literatur der Wirtschaftsinformatik als auch der Finanzwirtschaft konnten folgende Ergebnisse erarbeitet werden:

- Der Wert der ISF hängt davon ab, inwieweit mit den ex ante über bestimmte Eigenschaften des IS festgelegten Handlungsspielräumen eine Anpassung an die exogenen Veränderungen ermöglicht wird. Mit dem Entscheidungsbaum- und dem Realloptionsverfahren existieren zwei theoretisch fundierte Verfahren, welche zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF geeignet sind, da mit ihnen sowohl alle grundlegenden Anforderungen an die Bewertung erfüllt als auch alle wertbestimmenden Faktoren der ISF erfasst werden können. Die Anwendung dieser Verfahren unter Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS ist jedoch nicht trivial. Sie verlangt ein genaues Verständnis der Verfahren sowie eine umfassende Identifikation und Abschätzung zahlreicher Eingangsgrößen.
- Die bestehende Literatur zur Bewertung der ISF zeigt Schwächen hinsichtlich der Berücksichtigung von Abhängigkeiten der ISF zum bestehenden IS-Portfolio, was

eine grundlegende Anforderung einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung darstellt. Diese gilt es mit weiterer Forschung auszuräumen, damit der Wert der ISF möglichst exakt bestimmt und darauf aufbauend Entscheidungen getroffen werden können. Darüber hinaus behandeln die in der Literatur betrachteten Bewertungsfragestellungen nur einige der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS. Um die methodisch korrekte Anwendung der finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren auch auf die noch nicht betrachteten Eigenschaften aufzuzeigen, besteht auch hier Bedarf nach weiterer Forschung.

Die finanzwirtschaftliche Bewertung der ISF bildet eine wichtige Grundlage, Entscheidungen über die Gestaltungsalternativen der ISF ökonomisch fundiert treffen zu können. Erst dann kann unter Hinzunahme qualitativer Bewertungskriterien zwischen verschiedenen Gestaltungsalternativen entschieden werden (Hirschmeier 2005, S. 4; Kohli und Grover 2008, S. 33). Der vorliegende Beitrag liefert mit seinen Ergebnissen wesentliche Voraussetzungen, um den finanzwirtschaftlichen Wert der ISF fundiert bestimmen zu können. Er legt darüber hinaus einen Anforderungsrahmen sowie den weiteren Forschungsbedarf für zukünftige Forschungsarbeiten zur Bewertung der ISF fest.

6 Anhang

Table B-8 Übersicht der berücksichtigten Zeitschriften und Konferenzen mit detailliertem Suchprotokoll

Suchbegriffe englisch (in Klammern deutsch - sofern unterschiedlich):																				
Suchzeitraum: 01/2003 - 02/2013																				
Suchfelder: Titel, Zusammenfassung (Abstract), Keywords (Stichworte)																				
Suche durchgeführt: 01. bis 03.03.2013																				
Die Ziffern geben die Anzahl der als relevant eingestuften Aufsätze an. Aufsätze, welche mit mehreren Suchbegriffen gefunden wurden, sind nur unter dem Suchbegriff vermerkt, mit welchem sie zuerst gefunden wurden.																				
Publikation	geführt in ¹	gesucht in ²	flexib*	agil* (beweglich*)	responsive* (reaktions*)	adapt* (anpass*)	compatib* (kompatib*)	competen* (kompeten*)	connect* (konnekt*)	continuu* (kontinuität, wiederherstellbar*)	corrigib* (korrigierbar*)	facil* (müheless*)	hedg* (absicher*)	liquid*	modern*	modul*	rapid* (schnell*)	robust* (robust*, stabil*)	skal*	versatil* (vielseitig*, wandlungsfähig*)
Academy of Management Journal	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACM Computing Surveys	AISVHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACM Transactions [ohne nähere Angaben zum Journal]	AIS	Berücksichtigt wurden die im VHB-Ranking enthaltenen "ACM Transactions" (siehe Folgezeilen).																		
ACM Transactions on Database Systems	AIS/VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACM Transactions on Information Systems	AIS/VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AI Magazine	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Americas Conference on Information Systems	VHB-D	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Artificial Intelligence	AIS/VHB-B	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Business Research	VHB-B	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Communications of the ACM	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Communications of the AIS	AIS	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Computers and Operations Research	VHB-B	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Database for Advances in Information Systems	VHB-B	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table B-8 Übersicht der berücksichtigten Zeitschriften und Konferenzen mit detailliertem Suchprotokoll (Forts.)

Publikation	geführt in ¹	gesucht in ²	flexib*	agil* (beweglich*)	responsive* (reaktions*)	adapt* (anpass*)	compatib* (kompatib*)	competen* (kompeten*)	connect* (konnekt*)	continuu* (kontinuität, wiederherstellbar*)	corrigib* (korrigierbar*)	facil* (müheless*)	hedg* (absicher*)	liquid*	modern*	modul*	rapid* (schnell*)	robust* (robust*, stabil*)	skal*	versatil* (vielseitig*, wandlungsfähig*)
Decision Sciences	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Decision Support Systems	AIS/VHB-B	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
European Conference on Information Systems	VHB-B	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
European Journal of Information Systems	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Harvard Business Review	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawaii International Conference on Systems Sciences	VHB-C	I	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEEE Software	AIS	P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEEE Transactions [ohne nähere Angaben zum Journal]	AIS	Berücksichtigt wurden die im VHB- und AIS-Ranking enthaltenen "IEEE Transactions" (siehe Folgezeilen).																		
IEEE Transactions on Computers	AIS	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEEE Transactions on Engineering Management	AIS/VHB-B	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEEE Transactions on Software Engineering	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics	AIS	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Information & Management	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Information Systems Frontiers	AIS	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Information Systems Journal	AIS/VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Information Systems Research	AIS/VHB-A+	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table B-8 Übersicht der berücksichtigten Zeitschriften und Konferenzen mit detailliertem Suchprotokoll (Forts.)

Publikation	geführt in ¹	gesucht in ²	flexib*	agil* (beweglich*)	responsive* (reaktions*)	adapt* (anpass*)	compatib* (kompatib*)	competen* (kompeten*)	connect* (konnekt*)	continuu* (kontinuität, wiederherstellbar*)	corrigib* (korrigierbar*)	facil* (müheless*)	hedg* (absicher*)	liquid*	modern*	modul*	rapid* (schnell*)	robust* (robust*, stabil*)	skal*	versatil* (vielseitig*, wandlungsfähig*)
INFORMS Journal on Computing	AIS/VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
International Conference on Information Systems	VHB-A	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
International Journal of Electronic Commerce	AIS/VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik	VHB-C	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>mit deutschem Suchausdruck (Dubletten nicht bereinigt):</i>		A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Computational Finance	VHB-B	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Computer and System Sciences	AIS	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Information Technology	VHB-B	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Interactive Marketing	VHB-B	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Management Information Systems	AIS/VHB-A	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Management Systems ³	AIS	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of Strategic Information Systems	AIS/VHB-B	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of the ACM	VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Journal of the AIS	VHB-B	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Management Science	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mathematical Programming	VHB-A	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table B-8 Übersicht der berücksichtigten Zeitschriften und Konferenzen mit detailliertem Suchprotokoll (Forts.)

Publikation	geführt in ¹	gesucht in ²	flexib*	agil* (beweglich*)	responsive* (reaktions*)	adapt* (anpass*)	compatib* (kompatib*)	competen* (kompeten*)	connect* (konnekt*)	continui* (kontinuität, wiederherstellbar*)	corrigib* (korrigierbar*)	facil* (müheless*)	hedg* (absicher*)	liquid*	modern*	modul*	rapid* (schnell*)	robust* (robust*, stabil*)	skal*	versatil* (vielseitig*, wandlungsfähig*)
MIS Quarterly	AIS/VHB-A	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MIS Quarterly Executive ³	VHB-B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omega	VHB-B	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organization Science	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIAM Journal on Computing	VHB-A	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sloan Management Review	AIS	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WIRTSCHAFTSINFORMATIK / BISE ³	VHB-B	W	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ AIS: MIS Journal Ranking (bis einschließlich eines Punktwertes von 18,00) / VHB: Jourqual 2/2.1 (mit Bindestrich angeschlossen: Kategorie)

² A: aisel.aisnet.org / E: ebscohost.com / I: ieeeexplore.ieee.org / M: misqe.org / O: www.aom-iaom.org/jms.html / P: proquest.com / S: sciencedirect.com / W: wirtschaftsinformatik.de

³ Titel, Abstracts, Keywords der Beiträge im Online-Archiv händisch auf Suchbegriffe hin gesichtet.

7 Literatur zu Kapitel B

- Aier S, Winter R (2009) Virtuelle Entkopplung von fachlichen und IT-Strukturen für das IT/Business-Alignment - Grundlagen, Architekturgestaltung und Umsetzung am Beispiel der Domänenbildung. *Wirtschaftsinformatik* 52(2):175-191
- Allen BR, Boynton AC (1991) Information architecture: in search of efficient flexibility. *MIS Quart* 15(4):435-445
- Association for Information Systems (2013) MIS Journal Ranking. <http://ais.affiniscap.com/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=432>. Abruf am 2013-04-02
- ATIS (2013) ATIS Telecom Glossary. <http://www.atis.org/glossary/definition.aspx?id=4529>. Abruf am 2013-04-02
- Bamberg G, Coenenberg AG, Krapp M (2012) Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 15 Aufl. Vahlen, München
- Bannister F, Remenyi D (2000) Acts of faith: instinct, value and IT investment decisions. *J Inf Technol* 15(3):231-241
- Bardhan I, Bagchi S, Sougstad R (2004a) Prioritizing a portfolio of information technology investment projects. *Manag Inf Syst* 21(2):33-60
- Bardhan I, Bagchi S, Sougstad R (2004b) A real options approach for prioritization of a portfolio of information technology projects: a case study of a utility company. In: *Proc 37th Hawaii International Conference on System Sciences*. Maui, S 1-11
- Bartmann D, Bodendorf F, Ferstl OK, Sinz EJ (2011) Merkmale, Systemarchitekturen und Management hochflexibler Geschäftsprozesse. In: Sinz EJ, Bartmann D, Bodendorf F, Ferstl OK (Hrsg) *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*, 1 Aufl. University of Bamberg Press, Bamberg
- Becker A, Buxmann P, Widjaja T (2009) Value potential and challenges of service-oriented architectures - a user and vendor perspective. In: *Proc 17th European Conference on Information Systems*. Verona, S 1-12
- Becker J, Beverungen D, Knackstedt R, Matzner M, Müller O, Pöppelbuß J (2011) Flexible Informationssystem-Architekturen für hybride Wertschöpfungsnetzwerke (FlexNet) - Arbeitsbericht Nr. 130 des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster. <http://www.wi.uni-muenster.de/institut/forschen/arbeitsberichte.php>. Abruf am 2013-04-02
- Beimborn D, Franke J, Wagner H, Weitzel T (2006a) The impact of outsourcing on IT business alignment and IT flexibility: a survey in the german banking industry. In: *Proc 12th Americas Conference on Information Systems*. Acapulco, S 3189-3198
- Beimborn D, Franke J, Wagner H, Weitzel T (2006b) Strategy matters: The role of strategy type for IT business value. In: *Proc 12th Americas Conference on Information Systems*. Acapulco, S 588-597

- Benaroch M, Jeffery M, Kauffmann RJ, Shah S (2007) Option-based risk management: a field study of sequential information technology investment decisions. *J Manag Inf Syst* 24(2):103-140
- Bernandes ES, Hanna MD (2009) A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature. *Int J Operations Prod Manag* 29(1):30-53
- Brancheau JC, Janz BD, Wetherbe JC (1996) Key issues in information systems management: 1994-95 SIM Delphi results. *MIS Quart* 20(2):225-242
- Braunwarth K, Ullrich C (2010) Valuating business process flexibility achieved through an alternative execution path. In: *Proc 18th European Conference on Information Systems*. Pretoria, S 1-13
- Buch A, Dorfleitner G (2007) Ein Vergleich der Sicherheitsäquivalentmethode und der Risikoanalyse als Methoden zur Bewertung risikobehafteter Zahlungsströme. *Z Betriebswirtschaft* 77(2):141-170
- Buhl HU, Kaiser M (2008) Herausforderungen und Gestaltungschancen aufgrund von MiFID und EU-Vermittlerrichtlinie in der Kundenberatung. *Z Bankr Bankwirtsch* 20(1):43-51
- Byrd TA, Turner DE (2001) An exploratory examination of the relationship between flexible IT infrastructure and competitive advantage. *Inf Manag* 39(1):41-52
- Byrd TA, Turner DE (2000) Measuring the flexibility of information technology infrastructure: exploratory analysis of a construct. *Manag Inf Syst* 17(1):167-208
- Chanopas A, Krairit D, Khang DB (2006) Managing information technology infrastructure: a new flexibility framework. *Manag Res News* 29(10):632-651
- Cheung JK, Bagranoff NA (1991) Assessing intangible costs and benefits in the systems decision via option pricing theory. *J Inf Syst* 5(1):36-47
- Chung S, H., Rainer RKJ, Lewis BR (2003) The impact of information technology infrastructure flexibility on strategic alignment and applications implementation. *Comm AIS* 11(1):191-206
- Coenenberg AG, Salfeld R (2007) Wertorientierte Unternehmensführung: Vom Strategieentwurf zur Implementierung, 2 Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Coenenberg AG, Schultze W (2002) Unternehmensbewertung: Konzeptionen und Perspektiven. *Betriebswirtschaft* 62(6):597-621
- Danielson MG, Heck JL, Shaffer DR (2008) Shareholder theory - How opponents and proponents both get it wrong. *J Appl Finance* 18(2):62-66
- Dolci PC, Macada ACG, Becker JL (2010) IT investment management using the real options and portfolio management approaches. In: *Proc 16th Americas Conference on Information Systems*. Lima, S 1-10

- Duncan NB (1995) Capturing flexibility of information technology infrastructure: a study of resource characteristics and their measure. *Manag Inf Syst* 12(2):37-57
- Erdogmus H (2005) The economic impact of learning and flexibility on process decisions. *IEEE Softw* 22(6):76-83
- Evans JS (1991) Strategic flexibility for high technology manoueuvers: a conceptual framework. *J Manag Stud* 28(1):69-89
- Eymann T, Winter R (2008) SOA - Ein neues Paradigma der Gestaltung verteilter Informationssysteme? *Wirtschaftsinformatik* 50(1):70-76
- Fettke P (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode "Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257-266
- Franke G, Hax H (2009) *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*, 6 Aufl. Springer, Berlin
- Gartner (2012) Amplifying the enterprise: The 2012 CIO agenda.
- Gebauer J, Schober F (2006) Information system flexibility and the cost efficiency of business processes. *J Association Inf Syst* 7(3):122-147
- Golden W, Powell P (2000) Towards a definition of flexibility: in search of the Holy Grail? *Omega* 28(4):373-384
- Gupta S, Rosenhead J (1968) Robustness in sequential investment decisions. *Manag Sci* 15(2):B18-B29
- Häckel B, Hänsch F, Isakovic V (2011) Langfristige versus periodische IT- Investitionsbewertung im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung. In: Bernstein A, Schwabe G (Hrsg) *Proc 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Zürich, S 414-423
- Hares JS, Royle D (1994) *Measuring the value of information technology*. Wiley, Chichester
- Hax H, Laux H (1972) Flexible Planung - Verfahrensregeln und Entscheidungsmodelle für die Planung bei Ungewißheit. *Z betriebswirtschaftliche Forschung* 24:318-340
- Hirschmeier M (2005) *Wirtschaftlichkeitsanalysen für IT-Investitionen*, 1 Aufl. WiKu-Verlag, Köln
- Hommel U, Pritsch G (1999) Marktorientierte Investitionsbewertung mit dem Realoptionsansatz: Ein Implementierungsleitfaden für die Praxis. *Finanzmarkt Portf Manag* 13(2):121-144
- Ilk N, Goes P, Zhao JL (2010) A framework to support service-oriented architecture investment decisions. In: *Proc 31st International Conference on Information Systems*. St. Louis, S 1-15

- Irani Z, Love PED (2002) Developing a frame of reference for ex-ante IT/IS investment evaluation. *Europ J Inf Sys* 11(1):74-82
- IT Governance Institute (2003) IT Governance für Geschäftsführer und Vorstände. http://www.itgi.org/Template_ITGI64fc.pdf?Section=About_IT_Governance1&Template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=14529. Abruf am 2013-04-02
- Jacome L (2007) Evaluating information systems flexibility: a research approach to build a framework. In: *Proc 13th Americas Conference on Information Systems*. Keystone, S 1-10
- Jorfi S, Nor KM, Najjar L, Jorfi H (2011) The impact of IT flexibility on strategic alignment. *International J Bus Manag* 6(8):264-270
- Kohli R, Grover V (2008) Business value of IT: an essay on expanding research directions to keep up with the times. *J Association Inf Syst* 9(1):23-39
- Krcmar H (1990) Bedeutung und Ziele von Informationssystem-Architekturen. *Wirtschaftsinformatik* 32(5):395-402
- Krcmar H (2010) *Informationsmanagement*, 5 Aufl. Springer, Berlin
- Kruschwitz L (2011) *Investitionsrechnung*, 13 Aufl. Oldenbourg, München
- Kumar RL (2004) A framework for assessing the business value of information technology infrastructures. *Manag Inf Syst* 21(2):11-32
- Latt KS, Altmann J (2011) A cost-benefit-cased analytical model for finding the optimal offering of software services. In: Bernstein A, Schwabe G (Hrsg) *Proc 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Zürich, S 655-664
- Laux H (2005) *Entscheidungstheorie*, 6 Aufl. Springer, Berlin
- Leimeister S, Riedl C, Böhm M, Krcmar H (2010) The business perspective of cloud computing: actors, roles, and value networks. In: *Proc 18th European Conference on Information Systems*. Pretoria, South Africa, S 1-12
- Levy Y, Ellis TJ (2006) A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Inf Sci J* 9:181-212
- Luftman J, Zadeh HS, Derksen B, Santana M, Rigoni EH, Huang Z (2012) Key information technology and management issues 2011-2012: an international study. *J Inf Technol* 27(3):198-212
- Mandelbaum M, Buzacott J (1990) Flexibility and decision making. *Eur J Operational Res* 44(1):17-27
- Marschak T, Nelson R (1962) Flexibility, Uncertainty, and Economic Theory. *Metroeconomica* 14(1-3):42-58

- Mellwig W (1972) Flexibilität als Aspekt unternehmerischen Handelns. *Z betriebswirtschaftliche Forschung* 24(11):724-744
- Merton RC, Perold A (1993) Theory of risk capital in financial firms. *J Appl Corporate Finance* 6(3):16-32
- Moitra D, Ganesh J (2005) Web services and flexible business processes: towards the adaptive enterprise. *Inf Manag* 42(7):921-933
- Nelson KM, Nelson HJ, Ghods M (1997) Technology flexibility: conceptualization, validation, and measurement. In: *Proc 30th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Maui, S 76-87
- Oh L, Teo H, Leong Y, Ravichandran T (2007) Service-oriented architecture and organizational integration: an empirical study of IT-enabled sustained competitive advantage. In: *Proc 28th International Conference on Information Systems*. Montreal, S 1-17
- Perridon L, Steiner M, Rathgeber A (2012) *Finanzwirtschaft der Unternehmung*, 16 Aufl. Vahlen, München
- Probst F, Buhl HU (2012) Lieferantenportfolio-Management für IT-Services unter Berücksichtigung von Diversifikationseffekten. *Wirtschaftsinformatik* 54(2):69-81
- Saleh JH (2009) Flexibility: a multi-disciplinary literature review and a research agenda for designing flexible engineering systems. *Engineering Des* 20(3):307-323
- Schneider D (1971) Flexible Planung als Lösung der Entscheidungsprobleme unter Ungewißheit? *Z betriebswirtschaftliche Forschung* 23(7):831-851
- Schober F, Gebauer J (2011) How much to spend on flexibility? Determining the value of information system flexibility. *Decis Support Syst* 51(3):638-647
- Schober F, Gebauer J (2009) How much to spend on flexibility? Determining the value of information system flexibility. In: *Proc 15th Americas Conference on Information Systems*. San Francisco, S 1-13
- Sethi AK, Sethi SP (1990) Flexibility in manufacturing: a survey. *Flex Services Manufacturing J* 2(4):289-328
- Shaw DR, Holland CP, Kawalek P, Snowdon B, Warboys B (2007) Elements of a business process management system: theory and practice. *Bus Process Manag J* 13(1):91-107
- Sing C, Shelor R, Jiang J, Klein G (2004) Rental software valuation in IT investment decisions. *Decis Support Syst* 38(1):115-130
- Suarez F, Cusumano M, Fine C (1995) An empirical study of flexibility in manufacturing. *Sloan Manag Rev* 37(1):25-32

- Tranfield DR, Denyer D, Smart P (2003) Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *Br J Manag* 14:207-222
- Trigeoris L (1996) *Real Options: Management Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, 1 Aufl. MIT Press, Cambridge
- Veith V, Leimeister JM, Krcmar H (2007) Towards value-based management of flexible IT environments. In: *Proc 15th European Conference on Information Systems*. St. Gallen, S 1190-1201
- Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (2008) VHB-JOURQUAL 2. <http://vhbonline.org/service/jourqual/jq2/>. Abruf am 2013-04-02
- Voigt K (2007) Zeit und Zeitgeist in der Betriebswirtschaftslehre — dargestellt am Beispiel der betriebswirtschaftlichen Flexibilitätsdiskussion. *Z Betriebswirtschaft* 77(6):595-613
- Wagner D, Suchan C, Leunig B, Frank J (2011) Towards the analysis of information systems flexibility: proposition of a method. In: *Proc 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Zürich, S 808-817
- Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *MIS Quart* 26(2):xiii-xxiii
- Wehrmann A, Heinrich B, Seifert F (2006) Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):234-245
- Winter R (2003) Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering. In: Österle H, Winter R (Hrsg) *Business Engineering. Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters*, 2 Aufl. Springer, Berlin, 87-118
- Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik (2011) Profil der Wirtschaftsinformatik. In: Kurbel K, Becker J, Gronau N, Sinz E, Suhl L (Hrsg) *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*, 5 Aufl. Oldenbourg, München
- Zimmermann S (2008a) Governance im IT-Portfoliomanagement - Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Strategic Alignment bei der Bewertung von IT. *Wirtschaftsinformatik* 50(5):357-365
- Zimmermann S (2008b) IT-Portfoliomanagement - Ein Konzept zur Bewertung und Gestaltung von IT. *Inform Spektrum* 31(5):460-468

C Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes

Autoren: Christoph Sebastian Dorsch
Björn Häckel

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement
Universität Augsburg, Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
christoph.dorsch@fim-rc.de
bjoern.haeckel@fim-rc.de

Erschienen in: Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui (2012)

DOI: 10.1109/HICSS.2012.333

Abstract

Capacity planning for business processes is still a major challenge. Technology enabling on demand integration of business partners handling peak load at short notice may help. We model a three-stage supply chain with a service provider receiving demand from its customers usually executed by an in-house unit. Alternatively the demand can be routed to external business partners if these offer capacity and a preferable execution. Then the capacity planning problem of the service provider is examined: In what way does this “on demand integration capability” affect the optimal level of in-house capacity? The model consists of two separate queuing systems (in-house unit and external business partners) along with their relevant cost functions. Furthermore a routing algorithm is developed. It evaluates both systems for every incoming order and decides about routing to the preferable one. To derive results a discrete-event simulation is necessary performed within a case study of the securities trading and settlement process. Three insights are gained: There are situations where on demand integration leads to reduced optimal capacity. Furthermore the risk of allocating an inappropriate amount of capacity can be reduced as well as the total operating costs of the business process.

1 Introduction

As every business activity and every business model is implemented by specific business processes (Buhl et al. 2011), a value oriented management (Rappaport 1986) of business processes is essential for a company's long-term success. Especially the ex ante planning of capacity (e. g. in terms of personnel or IT-capacity) to be assigned to a specific business process is a widely recognized challenge. This holds true for companies which offer mainly IT driven services, too. While state-of-the-art IT-platforms are widely scalable, necessary manual interventions require resources which have to be scheduled ex ante (Braunwarth and Ullrich 2010). Determining an appropriate level of capacity ex ante is a crucial task, especially for business processes characterized by highly volatile demand, non-adjustable capacity in short-term and time critical execution due to customer needs (Adenso-Diaz et al. 2002; Braunwarth and Ullrich 2010). Seeking to optimize the level of assigned capacity for such business processes, a company is faced with a trade-off (Lee 2010; Mieghem and Rudi 2002): Assigning a high level of capacity allows the buffering of temporarily peaks in customer demand but results in idle costs in time frames of low demand. Assigning less capacity avoids idle costs but results in rising waiting times in time frames of high demand. If the execution is time critical rising waiting times go along with waiting costs, e. g. caused by the violation of service level agreements (SLA). Thus, a company faced with this trade off aims at minimizing the total operating costs (consisting of idle and waiting costs) of a business process by choosing an appropriate level of capacity (Bassamboo et al. 2010). This is especially the case for a cost-driven support process, where costs are a central competitive factor.

The trade-off described may be mitigated at least to a certain extent by the opportunities arising with new developments in information technology. With the growing diffusion of service-oriented infrastructures suitable for the integration of web services as well as corresponding description languages (e. g. WSDL) or standards for data exchange (e. g. XML, EDIFACT) a simple and fast integration of business partners has become considerably easier. Especially for highly standardized IT-driven support processes even the on demand integration of external service providers meanwhile is a

feasible alternative. Thereby on demand integration means that new business relations can be established (nearly) without any loss of time by building up links fast and cheap. This on demand integration of external service providers is closely related to the concept of “Business Process as a Service (BPaaS)”. BPaaS recently has gained high attention going along with the increasing market penetration of innovations in IT like Cloud Computing: In a survey of Vehlow and Golkowsy (2010) already 27% of the providers of cloud computing services stated to offer BPaaS. Within the concept of BPaaS services for standardized business activities such as e. g importing high data volumes out of databases are also offered as services tailored to specific industries as e. g. life insurance origination fulfillment services.

The possible on demand integration of external service providers may offer substantial benefits for companies. As with help of on demand integration companies are able to react more quickly on peaks in customer demand by routing excessive demand to external service providers, they may reduce the risk of choosing an inappropriate level of capacity.

Considering business processes with highly volatile demand, however, this potential economic benefit might be lowered, as external service providers in this case usually will not commit a SLA at reasonable costs for the on demand supply of capacities: To avoid high contractual penalties caused by the violation of SLA commitments for on demand supply an external service provider would have to provide high reserve capacities causing significant fixed costs (Liu 2010). These high fixed costs of external service providers will usually result in prohibitive high SLA costs for the buyer. Consequently, a company that wants to route excessive demand to external service providers by buying not SLA backed capacities on demand, faces the risk of only getting served as soon as capacity is available. That might cause delays for external routed demand. Thus, when optimizing the assigned capacity for a specific business process a company has to consider these possible delays and to weigh the risk of waiting times at the external service provider’s market against those waiting times of in-house execution.

As the weighting of these effects is not a trivial task due to the stochastic nature of the capacity planning problem, in this paper we focus on the following central research question:

In what way does on demand integration capability affect the optimal level of in-house capacity assigned to a specific business process?

For answering this research question, we investigate the setting of a three-stage supply chain outlined in the left column of Figure C-1. Therefore we first analyze related literature and then develop an optimization model using queuing theory. The model consists of two separate queuing systems (in-house unit and external business partners) along with relevant cost functions. Furthermore a routing algorithm is developed. It evaluates both systems for every incoming order and decides about routing to the preferable one. To derive results a discrete-event simulation is necessary performed within a case study of the securities trading and settlement process (right column of Figure C-1). Finally, we summarize the key findings of the paper and give an outlook on prospective further research.

2 Literature Review

We review literature relevant for answering our main research question, namely to analyze the impacts of on demand integration capability on in-house capacity planning. As on demand integration capability represents a certain kind of flexibility in capacity planning (the flexibility to route excessive demand to external service providers), we will in particular take a closer look on literature dealing with aspects of flexibility in the context of capacity planning. Due to our quantitative optimization approach we will focus on quantitative oriented literature.

Effects of flexibility with respect to capacity planning have especially gained high attention in the areas of production management and supply chain management (SCM). So a range of papers addresses the problem of optimal mixing dedicated and flexible manufacturing capacities. For this purpose the paper of Bassamboo et al. (2010) studies the basic problem of capacity and flexible technology with a newsvendor network

model. The authors consider a multiproduct firm and deal with the question, if different products should share resources or if the firm should establish dedicated resources for some of them. Tomlin and Wang (2005) connect the mix-flexibility and dual-sourcing literature by studying unreliable supply chains that produce multiple products. Like in Bassamboo et al. (2010) the authors consider a firm that can invest in product-dedicated resources and totally flexible resources.

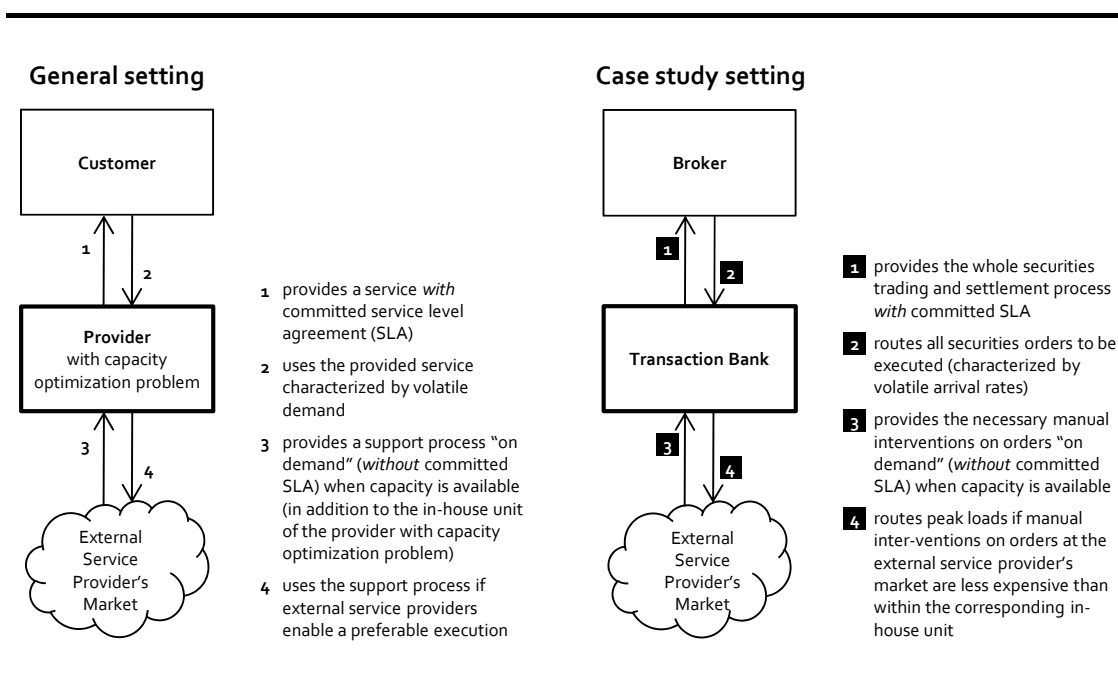


Figure C-1 Model Setting of the Three Stage Supply Chain Considered

Netessine et al. (2002) determine the optimal mix of the different types of capacity considering the effects of increasing demand correlation. Analyzing the optimal mix of different kinds of capacity, however, none of these papers considers a possible on demand integration of external capacity and its effects on in-house capacity. Instead, the analysis in these papers is restricted to the in-house capacities of the firm.

Though, there are several papers taking into account aspects of flexibility in external supplier markets. In this context Tomlin (2006) analyzes the effect of volume flexibility of suppliers on the sourcing strategy of a firm. For this, the paper studies a single-product setting in which a firm can source either from an unreliable but cheaper or from a reliable but more expensive supplier. Furthermore the reliable supplier may

possess volume flexibility. The author shows, that contingent rerouting may constitute a possible tactic if a supplier can ramp up its processing capacity, that is, if it has volume flexibility. Dong and Durbin (2005) study markets for surplus components, which allow manufacturers with excess component inventory to sell to firms with a shortage. The paper is motivated by recent developments in internet commerce, which have the potential to greatly increase the efficiency of such markets. Dong and Durbin (2005) derive conditions on demand uncertainty that determine whether a surplus market will increase or decrease supplier profits. Another paper dealing with flexibility of supplier markets is that of Lee and Whang (2002). Within this paper the authors investigate the impacts of a secondary market, where resellers can buy and sell excess inventories. For this, the authors develop a two-period model with a single manufacturer and many resellers. The authors derive optimal decisions for the resellers regarding their ordering policies and analyze the effects of the secondary market both on the sales of the manufacturer and the supply chain performance.

The last-named papers are closely related to our approach regarding the basic idea of a market, where firms with a shortage of capacity or inventory can buy available overcapacities or excess inventories from other firms. However, there are two fundamental differences between our approach and those outlined:

First, the papers mentioned above focus on physical and thus storable products. Hence, the named papers are more concerned with the possible trading of (physical) excess inventories and its implications on capacity planning. Thereby a time critical delivery time of products is not considered. In contrast, we focus on cost-driven business processes with a time critical execution and thus investigate the potential benefits of on demand usage of external service providers offering non-storable services.

Second, considering this on demand context a company has to decide for each incoming order whether to route it internally or externally. This requires a routing algorithm weighting costs of the internal and external execution for each order. As current literature does not consider the flexibility of on demand capacity, approaches for continuous order routing were not focused so far. Thus, the development of an algorithm for continuous order routing constitutes a further distinct difference to existing capacity plan-

ning literature. Thereby the proposed algorithm in particular takes into account the risk of time delays when routing demand externally.

To sum up, the effects of on demand integration capability on capacity planning for cost-driven business processes are only sparsely considered in literature. The objective of this paper is to contribute to the closure of this research gap.

3 Model Formulation

To model the three-stage supply chain, we first specify the underlying optimization problem resulting from the volatile arrival rates of time-critical orders. Then we describe the in-house unit executing the necessary support process and the external service provider's market along with the on demand integration capability. Finally we complete the model with the relevant cost-functions and an order routing algorithm necessary to analyze the model.

3.1 Capacity Optimization Problem

The provider considered offers an IT driven service to its customers. Each incoming order triggers the corresponding business process and the provider executes all necessary activities. This business process is widely automated using a specialized IT-platform. Nevertheless there are some activities which require manual interventions. These manual activities are executed by an in-house unit with limited execution capacity. As the IT-platform used for the business process is scalable for all possible amount of demand, only the manual interventions within the in-house unit might be a bottleneck executing the business process. The arrival rate (λ), i. e. the number of time-critical orders sent from the customers per unit time is random. Based on historical data and contractual agreements respectively the statistical distribution of λ can be approximated. The planning horizon considered is finite and divided into equidistant time units.

The provider has to decide ex ante about the number of orders (y), the in-house unit can execute simultaneously (“capacity”), which minimizes the total operating costs (c) for the business process:

$$\min_y c(\lambda, y)$$

Focusing IT driven business processes does not imply full automation where only (scalable) IT resources (e. g. computing power, network connectivity, storage capacity) are necessary. Manual intervention to enrich data, (double) check documents and other in-/outputs or make decisions not reducible to automated rules require employees, workplaces etc. Taking this into account it becomes clear why the decision has to take place ex ante: Even within the same organization it would be difficult to shift this kind of capacity to and from other tasks respectively following the volatile arrival rates (even without inducing analogous problems to these other tasks) as this might be possible with fast scalable IT resources.

3.2 Modeling Approach

Concerning the characteristics of the optimization problem, the in-house unit as well as the external service provider’s market will be modeled as two separate queuing systems. Therefore we extend the basic assumptions of queuing theory as e. g. described in Gross et al. (2008) by parameters and functions necessary to specify the relevant trade-offs described above. The resulting service system for orders requiring manual intervention is outlined in Figure C-2.

It is obvious to use queuing systems to model this capacity optimization problem of a business process as its main characteristics like random demand and multiple service stations are inherent. Therefore we follow other publications, e. g. Braunwarth and Ullrich (2010), Chen and Nunez (2010) or Hlupic and Robinson (1998) which relied on queuing systems to model and examine different issues on business processes. Furthermore using queuing systems a wide range of possible settings of the underlying business process (e. g. limited business hours, day and night operation, overtime work, alternating processing times) can be modeled within the focused optimization problem.

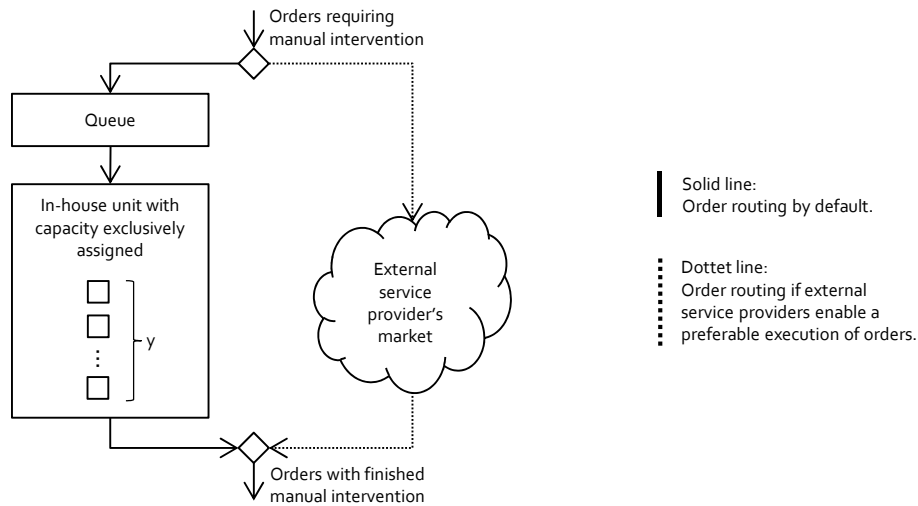


Figure C-2 Service System With Two Queuing Systems (In-house Unit and External Service Provider's Market)

3.3 Order Execution and Service Levels

The execution of an order starts with the arrival of an order unless all units of capacity within the in-house unit are busy. Otherwise each incoming order lines up in an infinite waiting queue. The queued orders will be executed immediately after free capacity is available according to the first in/first out principle. The time frame the order stays in the queue in front of the in-house unit is called waiting time. The execution time of one order is the time between the beginning of the first activity and the end of the last activity of the business process. One order uses at least one unit of capacity for this time frame. Waiting and execution time in total are called processing time. Free units of capacity are idle or can be used to accelerate the execution of orders by assigning more than one unit of capacity to an order. A service level s is guaranteed to our business partners regarding the processing time. Any order which does not keep up to the service level agreed causes costs c_g per order.

For the optimization problem regarded in this paper a possible service level is a maximum processing time with monetary compensation for each time unit the order exceeds this limit. Another one is a fixed penalty for all orders of a given time frame which are not executed ahead of a final deadline.

3.4 External Service Provider's Market

All manual interventions the in-house unit executes on orders are offered by external service providers as standardized services. Therefore these external service providers can be used to execute the manual interventions on orders in place of the in-house unit.

A set of external service providers which is basically able to execute the necessary manual interventions (necessary skills available, provider and employees trustworthy, tasks executed carefully etc.) is identified. Regarding the availability of capacity to execute orders no service level is agreed. An order can be executed externally only if capacities of one or more external service providers are (temporarily) underutilized.

External service providers are used in addition to the in-house unit, e. g. to execute peak loads resulting from volatile demand. As outlined above, capacities are not booked in advance on the external service provider's market as therefore usually fixed costs arise. Also no SLA is contracted due to high fees usually accompanying a pay-per-use agreement for volatile demand (Armbrust et al. 2010; Degabriele and Pym 2007), especially for resources not easily scalable. In fact excess capacity is used which cannot be employed otherwise. Orders are routed "on demand" to the external service provider's market, i.e. whenever the execution of orders on this market is preferable to the execution within the in-house unit (see Section C-3.7 for details).

Therefore the set of external service providers has to be evaluated constantly concerning their availability of capacity, execution costs etc. For this purpose, we assume: The provider's IT-platform allows a continuous evaluation and integration of external service providers. All relevant information is provided by the external service provider's market. The necessary technologies (e. g. service repositories and well described services based on standardized description languages) for a quick and mostly automated evaluation and integration of service providers are established.

As one of the most important information the availability of capacity on the external service provider's market has to be determined: The time frame a until an order can be executed is exogenous but can be determined from the information provided by the market. The absence of a service level concerning the availability of capacity on the

external service provider's market therefore carries risk. With $a > 0$ orders cannot be executed immediately and this exogenous waiting time might be too long to support the in-house unit in executing orders within the service level agreed. This risk has to be considered within the processing costs for the external service provider's market to make an appropriate order routing decision.

3.5 Execution Costs

To determine the execution costs for the order routing decision the following cost functions and parameters are necessary: The execution time t_i of the in-house unit for one order depends on its individual characteristics. Based on historical data the statistical distribution of t_i is stated. The total number of orders executed in-house is denoted with o_i . There are fixed costs c_f per unit capacity. The execution itself might cause additional variable costs c_v per order.

The fixed costs considered for one unit of capacity have to be calculated by cost accounting. They contain recurring costs of capacity, e. g. wages of employees, running costs for the workplace and other equipment, overhead costs as well as all non-recurring costs building up this capacity.

For the external service providers the following characteristics have to be considered: The execution time t_e for one order depends on its individual characteristics. Based on historical data the statistical distribution of t_e is stated. There are no fixed costs but variable costs c_e which come up with the external execution of an order. These include not only the price for order execution to be paid to an external service provider but also the costs related with the evaluation and integration of the service provider. As prices may differ between different external service providers or even within one external service provider depending on its utilization, the respective price has to be provided along with the information about availability. The total number of externally routed orders is denoted with o_e .

3.6 Detailed Objective Function

Now the trade-offs considered within the optimization problem are described: First, providing too much capacity causes excessive costs of (idle) capacity. Providing too little causes excessive follow-up costs regarding the service level guaranteed. Second, the additional trade-off between the waiting cost resulting from the queue in front of the in-house unit and the time frame until an appropriate service provider can be identified and integrated is determined. With all characteristics stated above, the detailed objective function minimizing the total operating costs now can be stated as follows:

$$\min_y c = c_f y + c_v o_i + c_e o_e + c_g(\lambda, y, o_i, o_e, s, t_i, t_e, a)$$

3.7 Model Analysis

To solve the optimization problem it is not sufficient to evaluate the two queuing systems representing the in-house unit and the external service provider's market separately. The service system has to be evaluated as a whole as the two queuing systems interact when executing orders arriving randomly.

Although queuing theory provides a strong mathematical foundation, this cannot be done analytically since the two queuing systems have different characteristics, especially concerning their distribution of processing times. They cannot be integrated to a service system or service network for which a mathematical model offers an analytical analysis or solution respectively. However, to derive interpretable results a discrete-event simulation as used by Hlupic and Robinson (1998) is suitable. Thereby a simulation based optimum (referred to as "optimal capacity" hereinafter) can be determined. The effect of on demand integration capability then can be examined if the capacity optimization problem is solved with and without the external service provider's market.

To perform the discrete-event simulation an order routing algorithm has to be added to the service system deciding whether an incoming order is routed to the in-house unit or to the external service provider's market. With this routing algorithm the two interacting queuing systems are linked. Regarding to the cost-based optimization problem,

the routing of orders has to be made on processing costs. These costs subsume all characteristics which have to be taken into account, e. g. the current processing time with regard to the service level agreed to our customer, fixed and variable costs, quantity discounts or minimum purchasing quantity as described in the previous sections.

The routing algorithm determines the processing costs and works as follows: With each arrival of an order the processing costs of both queuing systems are evaluated and the one with lower processing costs (“preferable execution”) is chosen. Therefore the algorithm first determines the processing time for each queuing system. For the in-house unit it is easily determinable as the state of the system is known: It depends on the capacity available, the arrival rate of orders and the execution time. For the external service provider’s market, the time frame a until free capacity is available, has to be retrieved to determine the processing time. Second, along with variable execution costs and the costs possibly incurring from the service level agreed, the processing costs can be calculated.

For further analysis we now introduce a case study based on a real world example to perform the discrete-event simulation. It uses the model setting described above and implements the necessary routing algorithm.

4 Simulation Based on Real World Example of Securities Trading and Settlement Process

We consider the securities trading and settlement process with all necessary activities to be executed when securities are sold or bought e. g. via the stock exchange. This process is a typical case addressed with our model. It is a business process mostly sourced from a specialized business partner called “transaction bank” (see Figure C-1 for the case study’s three-stage supply chain). A large number of orders have to be processed in time to meet regulatory standards and to avoid penalties or losses of interest when payments are not executed in time. Therefore detailed service levels are agreed. With few exceptions this process is fully digitalized and standardized through regulations and cross-company agreements. Nevertheless some manual interventions

are necessary, especially after an order is placed and the corresponding transaction is closed. Within the settlement process for example, digitalized documents have to be checked, files and reports have to be completed or fees must be calculated.

Staffing the in-house unit charged with these manual interventions is usually an important optimization problem for the transaction bank. The margins for this business process are small and therefore the capacity of the in-house unit should be kept as small as possible to reduce the corresponding costs to a minimum. However the limited time for execution has to be taken into account. Along with the volatile arrival rates of incoming orders there is a trade-off between idle times or delayed execution respectively. Therefore these manual interventions performed on orders are the starting point for capacity optimization.

4.1 Input data

The necessary input data is identified as follows: The transaction bank accepts orders every bank working day between 8 a. m. and 6 p. m. Analyzing historical data reveals different peaks concerning the arrival rate of orders requiring manual intervention depending on exogenous factors. Dividing the ten hours of order acceptance in six time frames, the arrival rate within each time frame is approximated by an exponential distribution as summarized in Table C-1.

Table C-1 Arrival Rates Within a Working Day (Mean Number of Orders per Minute)

8:00 a.m. – 9:30 a.m.	9:30 a.m. – 11:30 a.m.	11:30 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 1:30 p.m.	1:30 p.m. – 4:00 p.m.	4:00 p.m. – 6:00 p.m.
60	3	80	7	15	4

The manual interventions performed on an order take 16 minutes in average within the in-house unit as well as at the external service provider's market. In this special case, idle capacity cannot be used to accelerate the execution of orders as only one employee can work on one order. Cost accounting reveals that one unit of capacity y causes fixed costs amounting to EUR 330 a working day. There are no additional variable costs.

In the financial services industry it is necessary to execute orders in time, e. g. to meet external deadlines and to avoid losses of interest. Furthermore especially for legal and reputational reasons it is necessary that no order is left unexecuted. The service level agreement between the broker and the transaction bank therefore consists of two deadlines: First, each order has to be processed and sent back to the broker within a fixed time frame. With regard to all other activities within the whole business process the execution time of all manual interventions on one order must not exceed 30 minutes. For each minute an order exceeds this time frame, a compensation payment is due. This payment increases with the length of exceedance and is calculated following $\text{EUR } 0.02 * (\text{minutes exceeded})^3$. Second, there is a final processing deadline at 8 p. m. for each working day. For each order which is not processed within this deadline the compensation rises to a penalty of EUR 100.

With a set of external service providers qualified for manual rework a fixed price of EUR 8.90 for an order was agreed. Based on historical data provided from these external service providers the waiting time in the queue in front of the external service provider's market is approximated (being a single customer to a set of service providers we assume no substantial effects on this waiting times routing orders externally). During a working day three time frames with different utilization of the external service provider's capacities are identified. Each time frame shows different waiting times for free capacity which can be approximated by a normal distribution as outlined in Table C-2 (to avoid negative values we used a truncated normal distribution within the simulation).

Table C-2 Distribution Parameters of the Exogenous Waiting Time Until an Order Can Be Executed at the External Service Provider's Market (Mean and Standard Deviation in Minutes)

8:00 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 2:00 p.m.	after 2:00 p.m.
$\mu = 25:00; \sigma = 8:00$	$\mu = 12:00; \sigma = 2:10$	$\mu = 10:00; \sigma = 7:00$

Orders sent to the external service provider's market have to wait for free capacity according to these time frames. The routing decision is made immediately after the or-

ders arrived depending on the processing costs. Due to operational reasons subsequent changes to this decision are not possible.

4.2 Discrete Event Simulation Set Up

To determine the optimal in-house capacity the following procedure is applied: We perform multiple simulation experiments with increasing integer values for the capacity of the in-house unit. Each experiment consists of 1,000 simulation runs. For each run the total operating costs are determined. Starting the experiments with one unit of in-house capacity, we increase the value by one unit before the next experiment is started, which ensures the solution to be an integer value. This is done until the results of an experiment show that no waiting costs occur in front of the in-house unit for all runs. From this it follows a further increase of capacity does not have any positive effect concerning the total operating costs. Finally, comparing the average total operating costs for each experiment and choosing the one with the lowest costs then leads to the optimal in-house capacity.

With regard to the simulation time it is convenient that all working days are independently of each other (e. g. no unexecuted orders left due to the processing deadline) and the relevant events which determine the optimal in-house capacity are recurrent each bank working day. Thereby it is sufficient to simulate a single working day to determine the optimal capacity.

For each simulation run incoming orders are generated randomly following their statistical distributions. Whenever a new time frame is reached, the arrival rate is adapted. Concerning the external service provider's availability a random value is generated from the corresponding statistical distribution each time an order arrives. This random value represents the time frame the respective order has to wait until it can be executed externally. It is used by the routing algorithm to determine the processing costs of external execution.

The routing algorithm determines the current processing costs of both paths each time an order arrives. Then it routes the order to the path with lower costs. Thereby the processing costs of the in-house execution result from the service level agreement with the

financial service provider only. There are no variable costs and all fixed costs are sunk costs which must not be taken into account. From the service level agreement costs can occur in two different ways: If an order cannot be processed ahead of the final processing deadline, the penalty has to be considered within the processing costs. Otherwise, if the agreed processing time per order is exceeded costs per minute are charged. For the external execution the processing costs consist of the variable cost per order and the costs resulting from the service level agreement determined analogous.

4.3 Simulation results

Identifying the optimal capacity level leads to the optimum outlined in Table C-3. The total operating costs are reduced by EUR 14,730.39 a working day if the external service provider's market is available on demand. The sharp drop in capacity shows that without the on demand integration of external service providers, a vast amount of overcapacity has to be kept to handle peak loads appropriate. Even if the risk connected to the on demand integration of external service providers as well as the variable cost for order execution are considered the total operating costs can be reduced by 12.4 %.

Table C-3 Optimal Capacity

on demand integration	without ~	with ~
optimal y [units]	261	61
corresponding c [EUR]	118,600.85	103,870.46

Figure C-3 shows the total operating costs gained from the simulation depending on the capacity of the in-house unit without and with on demand integration. Analyzing the cost functions which sum up to the total operating costs in-depth reveals the following findings, especially the influence of the cost associated with the service level agreement on the total operating costs:

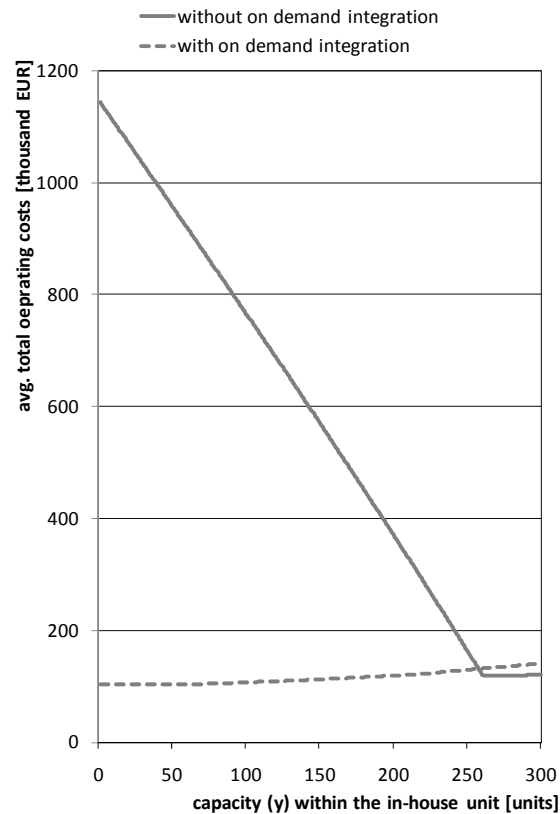


Figure C-3 Total Operating Costs With and Without On Demand Integration

For the scenario without on demand integration very small in-house capacity results in a high amount of unexecuted orders and the total operating costs are very high due to the corresponding penalties. With increasing capacity, more orders are executed during a bank working day ahead of the final processing deadline and the total operating costs decrease accordingly. Increasing capacity furthermore implies an interesting effect on the service level costs for orders exceeding the agreed processing time of 30 minutes: First, the increasing amount of orders which can be executed during a bank working day is accompanied by long waiting times. Reaching a certain point, additional capacity not only executes more orders but also reduces the waiting times for these executed orders in the queue in front of the in-house unit. These costs along with the linear fixed costs of capacity shape the total operating costs to a convex graph with a global minimum.

For the scenario with on demand integration the graph is shaped different. The most striking change is the reduced range of variation depending on the in-house capacity. The on demand integration capability therefore reduces the risk of allocating an inappropriate amount of capacity to the in-house unit.

This is due to the fact the external execution allows the execution of orders which are left unexecuted in the other scenario. Without the on demand integration capability, assigning too little capacity to the in-house unit inevitable leads to unexecuted orders. The external execution in contrast enables the execution whereby an external execution is associated with variable execution costs and risky waiting times. The high penalty ensures the routing algorithm decision chooses the external execution. Therefore the peak of the total operating costs occurring in the case without the on demand integration capability with a capacity lower than 261 units is cut off.

But there is another reason for the different shape of the total operating costs: With on demand integration capability not only more orders are executed ahead of the final processing deadline. Moreover it reduces the waiting times in the queue in front of the in-house unit and for this reason the waiting costs. Orders arriving in peak times (e. g. the early morning) can be routed to the external service provider's market and do not have to queue up in front of the in-house unit where the waiting times increase. This main advantage reveals Figure C-4, too. It shows the waiting time in front of the in-house unit during a working day for the scenario without and with on demand integration capability when the optimal capacity is assigned. By using external service providers on demand this waiting time can be reduced significantly in absolute terms as well as its deviation.

Furthermore it should be mentioned that the waiting costs in front of the in-house unit are shaped similar to the other scenario. Again, with increasing capacity more orders are executed in-house and the waiting costs rise until the point additional capacity ensures reduced waiting times in front of the in-house unit.

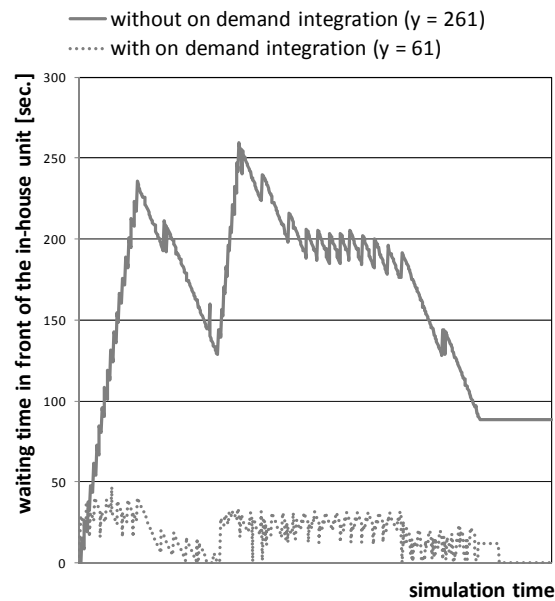


Figure C-4 Waiting Time in Queue in Front of the In-house Unit During a Working Day

5 Summary and Further Research

This paper examines the effect of on demand integration capability on a capacity optimization problem for business processes when overcapacities at an external service provider's market can be used to handle peak loads. After modeling the three stage supply chain in general, a case study was introduced to quantify the effects.

The case study shows a sharp drop of optimal capacity when the on demand integration of external service providers is possible. The vast amount of overcapacity necessary without on demand integration capability to handle peak loads can be reduced significantly, even if the risk connected to the on demand integration of external service providers as well as the variable cost for order execution are considered appropriately. Furthermore, the risk of allocating an inappropriate amount of capacity to the in-house unit can be reduced.

Regarding the applicability of our model we would like to highlight the following: First, only a small part of possible settings which can be evaluated using the model are considered within the case study. With the simulation approach various different set-

tings, e. g. dependencies between single working days or different execution times depending on the characteristics of an order can be taken into account, too. Second, the model also can be applied to determine the optimal capacity of a service level agreement the provider is going to conclude with a dedicated external service provider instead of have its own in-house unit. Here again, booked capacity can be optimized and costs can be reduced by routing peaks on demand to the market. Altogether the approach of an on demand routing helps to fully use the whole capacity available on the market through a flexible allocation to free resources. This is an important issue especially in terms of a sustainable usage of resources.

The main challenges for the applicability of the model are: Various historical data is needed as input for the simulation. As internal data about incoming orders or execution times are traceable or can be derived from contractual agreements, gathering data from external service providers could be difficult. As the proposed on demand routing of orders to the external service provider's market supports these companies to ensure their capacity utilization this might be an incentive to provide the relevant information. Furthermore there has to be a market providing all necessary tasks which have to be outsourced. Following recent developments discussed under the label of "cloud computing", show that a wide range of very different services is supplied already. Meanwhile providers offer business processes as a service, too, which might be an advertising message only but shows the efforts of service providers to perform more specialized tasks for their clients.

Additionally we would like to highlight, that the model presented leaves room for improvement as it currently applies only to scenarios where one activity or consecutive activities of a business process are executed at the external service provider's market. Modeling more complex business processes would require a queuing network considering e. g. different arrival times, processing times and a more complex layout of activities suitable for external execution.

As a subsequent need of further research the extension of the model in the following way seems useful: In addition to an external service provider's market with on demand integration, contracted agreements with different pricing options (flat fee, pay-per-use

with agreed service level etc.) should be modeled. Comparing these contractual agreements as different opportunities to handle peak loads and their effects on capacity optimization may reveal further insights optimizing the supply chain considered. Finally we would like to mention, that legal reasons (as a different application domain) have to be discussed when using sub-contractors instead of an in-house unit.

6 References for Chapter C

- Adenso-Diaz B, Gonzalez-Torre P, Garcia, V (2002) A capacity management model in service industries. In: *International J Serv Manag* 13(3):286-302
- Armbrust M, Fox A, Griffith R, Joseph AD, Katz R, Konwinski A, Lee G, Patterson D, Rabkin A, Soica I, Zaharia M (2010) A View of Cloud Computing. *Commun ACM* 53(4):50-58
- Bassamboo A, Ramandeep SR, van Mieghem JA (2010) Optimal Flexibility Configurations in Newsvendor Networks: Going Beyond Chaining and Pairing. *Manag Sci* 56(8):1285-1303
- Bassamboo A, Randhawa RS, Zeevi A (2010) Capacity Sizing Under Parameter Uncertainty: Safety Staffing Principles Revisited. *Manag Sci* 56(10):1668-1686
- Braunwarth K, Ullrich C (2010) Valuating Business Process Flexibility achieved through an alternative Execution Path. *Proc 18th European Conference on Information Systems*, Pretoria, S 1-13.
- Buhl HU, Röglinger M, Stöckl S, Braunwarth K (2011) Value orientation in process management – Research gap and contribution to economically well-founded decisions in process management. *Bus Inf Syst Engineering* 3(3):163-172
- Chen L, Nunez M (2010) Business Process Integration of Multiple Customer Order Review Systems. *IEEE Transactions Engineering Manag* 57(3):502-512
- Degabriele JP, Pym D (2007) Economic Aspects of a Utility Computing Service. HP Technical Rep, S 1-20
- Dong L, Durbin E (2005) Markets for Surplus Components with a Strategic Supplier. *Naval Res Logist* 52(8):734-753
- Gross D, Shortle JF, Thompson JM, Harris CM (2008) *Fundamentals of Queuing Theory*. Wiley, Hoboken, NJ
- Hlupic V, Robinson S (1998) Business process modeling and analysis using discrete-event simulation. *Proc 1998 Winter Simul Conference*, Washington DC, S 1363-1369

- Lee H, Whang S (2002) The Impact of a Secondary Market on the Supply Chain. *Manag Sci* 48(6):719-731.
- Lee I (2010) A Simple Model for Determining the Optimal Capacity Investment. In: Neumann D, Baker M, Altmann J, Rana OF (Eds) *Economic models and algorithms for distributed systems*, Birkhäuser, Basel, S 209-220.
- Liu T (2010) Revenue Management model for on-demand IT services. *Eur J Operations Res* 207(1):401-408
- Netessine S, Dobson G, Shumsky R (2002) Flexible Service Capacity: Optimal Investment and the Impact of Demand Correlation. *Operations Res* 50(2):375-388
- Rappaport A (1986) *Creating shareholder value: the new standard for business performance*. Free Press, New York
- Tomlin B (2006) On the Value of Mitigation and Contingency Strategies for Managing Supply Chain Disruption Risks. *Manag Sci* 52(5):639-657
- Tomlin B, Wang Y (2005) On the Value of Mix Flexibility and Dual Sourcing in Unreliable Newsvendor Networks. *Manufacturing Serv Operations Manag* 7(1):37-57
- van Mieghem J, Rudi N (2002) Newsvendor Networks: Inventory Management and Capacity Investment with Discretionary Activities. *Manufacturing Serv Operations Manag* 4(4):313-335
- Vehlow M, Golkowsy C (2010) *Cloud Computing: Navigating the Cloud*. PricewaterhouseCoopers, Frankfurt am Main, Germany

D IT-enabled Excess Capacity Markets for Services: Examining the Economic Potential in Cost-driven Service Supply Chains

Autor: Christoph Sebastian Dorsch

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement
Universität Augsburg, Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
christoph.dorsch@fim-rc.de

Erschienen in: Proceedings of the 19th Americas Conference on Information Systems, Chicago (2013)

DOI: nicht vergeben

Abstract

Capacity planning is a major challenge for service providers facing volatile demand. Inefficiencies result from idle capacity or lost revenue caused by peak loads. Concerning IT-driven services, recent technological developments offering dynamic integration and information capabilities may help. They enable an on-demand exchange of excess capacity between business partners and create value through efficient capacity allocation within a supply chain. This paper aims at examining this economic potential of IT-enabled excess capacity markets. Therefore, we use the model setting of a three-stage IT-driven service supply chain and discuss different factors influencing the capacity optimization problem. With a discrete-event simulation we then evaluate a representative factor quantitatively. Thus, we provide deeper insights about the usefulness of excess capacity markets for capacity optimization in different settings and scenarios. The results serve as a guide for practitioners, build the basis for further quantitative evaluation and represent a starting point for empirical validation.

1 Introduction

The ex-ante planning of capacity is a widely recognized challenge in different streams of economic literature. Especially in case of volatile demand, non-adjustable capacity in short-term and a time critical execution due to customer needs, this is a crucial task to capture business value (Adenso-Diaz et al. 2002). Manufacturers cope with this challenge e. g. by building up excess inventories. Service providers cannot rely on this strategy, as one of the main characteristics of services is that they are not storable (Chesbrough and Spohrer 2006). Moreover, especially for IT-driven services, service level agreements (SLA) are quite common, including penalty payments in case of violating the committed quality (Liu et al. 2010).

Against this background, seeking to optimize the level of capacity, a service provider is faced with a trade-off (Bassamboo et al. 2010): Assigning a high level of capacity allows the buffering of temporary peaks in customer demand but may result in idle costs in time frames of low demand. Assigning less capacity avoids idle costs but may result in waiting costs due to contractual penalties in time frames of high demand. A service provider should aim at minimizing these costs by choosing an appropriate level of capacity (Bassamboo et al. 2010), which is necessary especially in cost-driven service supply chains, where costs are a central competitive factor. As this trade-off is hard to solve, service providers tend to hold significant overcapacity to cover peak demand and to avoid high contractual penalties (Liu et al. 2010) – a strategy often resulting in an inefficient allocation of personnel as well as IT resources.

Recent technological developments offering dynamic integration and information capabilities may help here. With the growing diffusion of service-oriented infrastructures, suitable for the integration of web services, as well as corresponding description languages, service repositories and standards for data exchange, a dynamic integration of business partners has become considerably easier (Grefen et al. 2006; Moitra and Ganesh 2005). These capabilities provide the basis for establishing supply chain relationships on-the-fly and in an adaptive, fine-grained way. Especially for highly standardized and IT-driven services even an on-demand integration of business partners meanwhile is a feasible alternative supporting the establishment of service markets

where firms that offer or/and demand services can interact in a highly dynamic manner (Grefen et al. 2006).

With regard to the capacity optimization problem, IT-driven service markets offer an interesting opportunity as underutilized personnel and IT resources can be exchanged within an IT-driven supply chain: Service providers are able to continuously provide relevant information about their available excess capacity. Other service providers evaluate this information and decide for an incoming order, whether to use excess capacity instead of their own in-house resources. This might help to mitigate the described trade-off between idle costs and waiting costs: The in-house capacity of a service provider can be reduced because excessive demand can be routed to the excess capacity market (ECM), consequently leading to a reduction of associated costs. However, the use of excess capacity bears additional risk. As only excess capacity is offered, which otherwise remains idle, the availability of excess capacity is limited. Consequently, a service provider is only getting served as soon as capacity is available on the market what might cause delays and thus waiting costs. Hence, when thinking about the economic benefits of an ECM, this risk has to be considered properly.

With a mathematical optimization model, Dorsch and Häckel (2012) showed that an economic benefit exists in certain circumstances. However, deeper investigations of the economic connections and the factors influencing the amount of benefits have not yet been carried out. Therefore, this paper focuses on the following research questions to further understand the economic potential of IT-enabled ECM for services:

- *What are the factors influencing the economic benefit of an excess capacity market regarding the capacity optimization problem of a service provider?*
- *How do these factors influence the economic benefit quantitatively?*

To answer these questions, we use a design-science driven research approach and follow its basic paradigm of gaining knowledge by *developing and evaluating specific artifacts* (Hevner et al. 2004; Peffers et al. 2007). We start with the further development of an existing artifact using the setting of the capacity optimization model introduced by Dorsch and Häckel (2012), which is as a formal representation of the problem context

described above. Based on this setting *we first discuss factors influencing the economic benefit of an ECM*. Then we evaluate how these factors influence the economic benefit quantitatively by performing a discrete event simulation which is an accepted experimental design evaluation method (Wacker 1998). Due to the restrictions concerning the length of this paper, *we present the results of evaluating one representative factor only*. Of course, all other influencing factors are evaluable for further insights, too what can be presented in a subsequent full-length paper.

By identifying factors with an influence on the economic benefit of an ECM as well as their quantitative evaluation we make a substantial extension to Dorsch and Häckel (2012) as we provide deeper insights about the applicability and usefulness of ECM in different settings and scenarios. The results can guide practitioners and build the basis for subsequent quantitative research regarding the economic potential of ECM.

In the following, we give a short overview of related work and how this paper differs from the literature. Then we introduce the setting of the three-stage IT-driven service supply chain considered to model the capacity optimization problem of a service provider as well as the ECM along with a short discussion of assumptions as well as some typical real world examples for possible application scenarios. Afterwards, we present and discuss factors influencing the economic benefit of an ECM and evaluate its quantitative effect of one representative factor through a simulation study based on input data from a typical real world application example. Finally, we discuss implications of the key findings and give an outlook on further research.

2 Related Work

Papers closely related to the idea of an ECM consider so called surplus markets in the areas of production and supply chain management. Among others, Dong and Durbin (2005) study IT-driven markets for surplus components, which allow manufacturers with excess component inventory to sell to firms with a shortage. They derive conditions on demand uncertainty that determine whether a surplus market will increase or decrease supplier profits. Another paper dealing with flexibility of supplier markets is

Lee and Whang (2002). The paper investigates the impacts of a secondary market, where resellers can buy and sell excess inventories. For that, Lee et al. (2002) derive optimal decisions for the resellers regarding their ordering policies and analyze the effects of the secondary market both on the sales of the manufacturer and supply chain performance. These and other papers are closely related to the basic idea of the paper at hand. However, as a fundamental difference to our paper, they are focused on physical products and thus concerned with the possible trading of physical excess inventories and its implications on capacity planning.

The problem of capacity planning for services as non-storable goods has been addressed in several papers, especially on the topic of call center outsourcing. Papers from this broad stream of literature usually distinguish between two basic sourcing models a company can use and/or combine to build its capacity planning on: Volume-based contracts, that involve payments only for capacity that is used (corresponding to excess capacity in our approach) and capacity-based contracts, that involve payments for capacity whether it is used or not (corresponding to our in-house capacity). Aksin et al. (2008) e.g. consider a call center outsourcing relationship where a service provider can choose between a volume-based and a capacity-based contract offered by a contractor that aims at determining the optimal capacity levels. The paper determines optimal capacity levels and partially characterizes optimal pricing conditions under each contract. The paper of Gans et al. (2007) also distinguishes between volume or capacity based outsourcing contracts and analyzes the centralized capacity and queuing control problem. Further papers focus on outsourcing decisions in a service setting: Cachon and Harker (2002) study the competition between two service providers with price- and time-sensitive demand by modeling this setting as a queuing game. One of their core results is that scale economies provide a strong motivation for outsourcing. The work of Allon and Federgruen (2006) analyzes the situation of retailers who are locked in price and waiting-time competition and have the option to outsource their call center service to a vendor. Thereby, especially volume-based contracts and their effects on supply chain coordination are analyzed. Within this stream of literature volume-based contracts are usually backed by a SLA. The paper at hand however explicitly take into

account the usage of excess capacity that is usually not SLA backed and thus tends to be cheaper but more risky.

3 Setting of the Three-Stage Supply Chain Considered and Possible Application Scenarios

Figure D-1 outlines the general setting of a three-stage IT-driven service supply chain which is considered in the model of Dorsch and Häckel (2012) as a formal representation of the problem context described in the introduction.

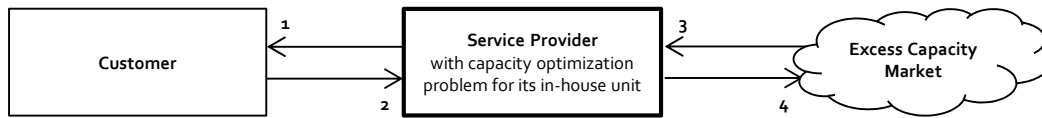


Figure D-1 Model Setting of the Three Stage Supply Chain with Excess Capacity Market

(1) A service provider offers an IT-driven service to its customers. The execution of this service is time critical for the customers and the provider commits a SLA including contractual penalties. (2) The customers use this service from the provider sending orders characterized by volatile demand. As neither the necessary IT capacity nor the personnel resources of the provider's in-house unit are fully scalable (adjustable in short-term), the service provider faces a capacity optimization problem: For its cost-driven service it wants to minimize the service execution costs and therefore avoid costly violations of the committed SLA caused by capacity shortages in times of peak demand as well as idle costs in times of low demand. In addition to draw on in-house capacity only, the provider can use the ECM. (3) There, different third-party providers able to execute the specific service, offer their excess capacity. As excess capacity usually is not SLA backed, this option tends to be more risky (due to possible waiting times when capacity is not yet available at the very moment the order arrives) but cheaper as in-house capacity (as it

is excess capacity otherwise remains idle). (4) *Thus, the provider uses excess capacity and sends orders to the market if it caused less service execution costs compared to its in-house unit.*

The basic idea of exchanging capacity using electronic network infrastructure is well-known from grid or cloud computing. Our approach differs from these concepts as we do not only consider the exchange of IT but also personnel resources and thereby the human part of service delivery. Therefore, as a basic assumption to apply our approach, it requires a digitalized service supply chain where orders can be exchanged via electronic networks and at the same time a standardized service which can be offered by different third-party providers forming the ECM. This corresponds with fast-spreading concepts like dynamic business process outsourcing or “Business Process as a Service” (BPaaS), where standardized and IT-driven business processes can be sourced as services from different service providers, albeit the use of excess capacity there has not gained any attention so far. Hence, we address a wide range of possible application scenarios found in nearly all companies and industries. Standardized business processes such as importing high data volumes out of databases as well as services tailored to specific industries as e.g. life insurance origination fulfillment services are already available as corresponding services. Currently, supporting or back-office services like payroll accounting, marketing campaign management or applicant management dominate possible application scenarios. However, it can be expected, that process standardization due to different sourcing decisions leads to wider application possibilities. Especially in industries like financial services with digitalized products, high standardization and a fragmented supply chain with numerous providers for different services, even core processes comply with these requirements and are possible future application scenarios.

4 Necessary Integration and Information Capabilities

Being aware about how the ECM can help to address the capacity optimization problem within an IT-driven service supply chain, it becomes clear that sound integration and information capabilities are a prerequisite. As the relationships between the third-

party providers on the ECM change frequently, dynamic *integration capabilities* are necessary. Corresponding concepts and technologies currently spread along with the diffusion of dynamic business process outsourcing and BPaaS, allowing for an on-demand integration of business partners. Products like IBM Business Process Manager, Appian Anywhere or Process Maker Live illustrate the availability of platforms incorporating the concepts and integration capabilities necessary to use the ECM. Once, the dynamic switching between business partners are established, it is a rather straightforward idea to draw on excess capacity. However, to operationalize this approach especially the supply of information has to be guaranteed: A provider that intends to use excess capacity has to determine whether the market or the in-house unit offers a preferable execution of orders with regard to the service execution costs. Therefore, it has to know which third-party providers holds sufficient excess capacity (or by when excess capacity will be available) and all other relevant parameters, e. g. the costs for a temporary use of excess capacity. Thus, all relevant information has to be provided by third-party providers acting on the ECM, and the provider's IT-platform has to allow a continuous, mostly automated evaluation of this information. To ensure this ongoing information exchange, sophisticated *information capabilities* are necessary. Widely recognized approaches to support information exchange are ebXML and RosettaNet which represent high-level frameworks. Moreover, the web service paradigm coming along with service repositories and well described services based on standardized description languages has evolved as one of the primary standards for a quick and mostly automated evaluation of service providers. In the field of on-demand services so called service marketplaces like e. g. SAP Service Marketplace have developed where firms that offer or/and demand certain services can interact in a highly dynamic manner (Grefen et al. 2006). The basic idea of these service marketplaces is to provide an information platform that enables a coordinated interplay of customers and providers. In this way, such service marketplaces can also be used to foster the realization and utilization of ECM.

5 Factors Influencing the Economic Benefit of an Excess Capacity Market

With regard to the model setting representing the cost-related trade-off of the provider's capacity optimization problem, we identified different factors influencing the economic benefit of an ECM. We clustered these factors using five categories which refer to different parts of the three-stage supply chain. Within these categories we discuss the factors with regard to their influence of the economic benefit of an ECM. Of course, this discussion of how the change of a single factor can have an influence on the economic benefit simplifies the complex connections within the considered service supply chain. It does not replace a proper analytical evaluation of these factors within the model. Nevertheless, this discussion is valuable to introduce and to give a summary of the various factors which have to be examined quantitatively and therefore form the basis for the experimental evaluation.

5.1 Customer-Provider-Relationship

Within this relationship two main factors have influence on the economic benefit of an ECM: the *service level guaranteed* and the *volatility of demand*. Both factors affect the fluctuation in the amount of capacity the provider needs during operations. If the SLA defines time frames until the service has to be executed after an order arrives, peak times require a high amount of capacity which would be partially idle in times of low demand. Here, the ECM might unfold a high economic benefit, if excess capacity is provided continuously and on short notice as the amount of in-house capacity then can remain on a limited level. This would be different if the SLA defines a deadline until the service has to be executed on all orders of a certain period (e. g. all orders of a certain day have to be executed before 8 p. m.). Then, during this period peak demand can wait for times of low demand and the capacity of the in-house unit can be utilized evenly. This eases the capacity planning problem and therefore the benefit of the ECM might be rather low. Of course, the distribution of times with peak and low demand has an effect as well. With regard to the case of a defined deadline for a certain time period, the orders only can spaced out evenly, if peak times alternate with times of low

demand. Peak times just before the deadline e.g. can counter this strategy and the benefit of an ECM which is able to handle the peak demand ahead of the deadline might be high.

5.2 Service Characteristics

Concerning the characteristics of the service offered by the provider, there are also two main factors with an influence on the economic benefit of the ECM: *the time the execution of an order actually utilizes capacity* and *the possibility to allocate idle capacity to one order to accelerate its execution*. The time an order utilizes capacity can be different for the in-house unit and excess capacity. If the in-house unit works faster than the third-party providers (e. g. as the employees of the in-house unit are more familiar with orders sent from well-known customers than the employees of third-party providers working with such orders from time to time only) and therefore excess capacity cannot keep up with the SLA or always cause more service execution costs compared to the in-house unit, the economic benefit of the ECM might be limited. In extreme cases, if the time the excess capacity is utilized by one order is close to the maximum time frame guaranteed in the SLA, no waiting times are acceptable resulting in a limited economic benefit of the ECM, as the risk of waiting times is inherent. Furthermore, it has to be considered whether idle capacity can be allocated to an order to accelerate the execution. Then, longer waiting times in front of the in-house unit are acceptable due to an accelerated execution in times of low demand which helps to keep up with the SLA. This also might limit the ECM's benefit, as it reduces the total amount of capacity necessary for the in-house unit.

5.3 Provider Characteristics

As we focus a cost-based trade-off, the decision of the provider whether to rely on excess capacity heavily depends on the associated *costs which arise for the provision of capacity* within the in-house unit. For the in-house unit mainly fixed costs have to be considered while the use of excess capacity would naturally cause variable costs for every order sent to the ECM. As excess capacity can be cheaper than in-house capacity (e. g. when third-party providers sell below cost price), the economic benefit of the ECM

might be high, as longer waiting times for excess capacity are acceptable. This might also be given, if the ECM helps to avoid supplementary costs for the in-house unit (e. g. overtime premiums for peak demand which cannot be handled within the regular working time). In contrast, for cases where capacity within the in-house unit can be provided cheaply (e. g. because of scale economics), idle costs are low and the economic benefit of the ECM might be limited.

5.4 Provider-Market-Relationship

Within the relationship of the provider and the market, especially the *correlation of peak demand* hitting the provider and all third-party providers who offer excess capacity, influences the economic benefit of the ECM. If these peak times are highly correlated, the need for excess capacity of the provider during times of peak demand meets a lack of excess capacity on the ECM and vice versa, limiting the economic benefit of the ECM. This is the case e. g. if they work within the same industry and in a similar time zone. Or if services are specific and can be executed from third-party providers with similar customers only. Therefore, the correlation of peak demand is one of the most important factors to be considered, as it can lead to a complete uselessness of the ECM when peak times are correlated.

5.5 Excess Capacity Market Characteristics

The demand of very specific services leads to another influencing factor, namely the *structure of the excess capacity market* and thereby especially to the *number of third-party providers offering excess capacity*. If the number of third-party providers is limited (e. g. if the service needs very specific capabilities or resources), the availability of excess capacity can be very limited, even if there are no correlations regarding the times of peak demand. Then, sending orders to the ECM can have a strong effect on waiting times that might limit the economic benefit of the ECM, whereas the same amount of orders would affect the waiting times of a market with many third-party providers not at all. Furthermore, a limited availability of excess capacity also can raise prices resulting in a limited economic benefit of the ECM.

6 Experimental Evaluation of a Representative Influencing Factor

The discussion of influencing factors demonstrates the dependency of the ECM's economic benefit to the various characteristics and different scenarios the provider's capacity optimization problem can have. It clarifies, that a deeper understanding of the economic connections is necessary to evaluate whether the use of excess capacity is reasonable. This requires quantitative evaluation incorporating the complex interrelationships within the service supply chain. Hence, we implemented the quantitative optimization model of Dorsch and Häckel (2012) within simulation software in order to evaluate the *correlation of peak demand* as one of the most important influencing factors on the ECM's economic benefit.

6.1 Summary of Characteristics and Assumptions to Model the Underlying Capacity Optimization Problem

In the model, the setting of the three-stage supply chain introduced above is represented by two different queuing systems as outlined in Figure D-2. It is assumed, that orders arrive randomly with arrival rate λ and the service provider guarantees a maximum processing time as the SLA s with monetary compensation c_s for each order which does not keep up to this service level. The provider has to decide ex ante about the capacity (i. e. the number of orders $y \in \mathbb{N}_0$ which can be handled simultaneously) it allocates to the in-house unit, which minimizes the total execution costs c for the service. The simplified objective function for this discrete optimization problem without the use of excess capacity therefore reads

$$\min_y c(\lambda, y, s)$$

and the provider faces the trade-off described in the introduction: Orders which cannot be processed immediately due to the restricted amount of capacity wait in a queue and might lead to processing times which do not keep up to the service level.

In addition to the in-house unit, the ECM offer excess capacity for temporary use and therefore offers a second execution path for incoming orders. Excess capacity cannot be

booked in advance and no SLA guarantees its constant availability. Rather, the time frame $a > 0$ an order has to wait in the queue in front of the ECM until the next unit of excess capacity will be available is continuously announced. Based on this information the provider decides whether it routes an incoming order to its in-house unit or to the ECM. This decision take place during operations for every single order at the time it arrives and is based on the service execution costs for this order of the respective path.

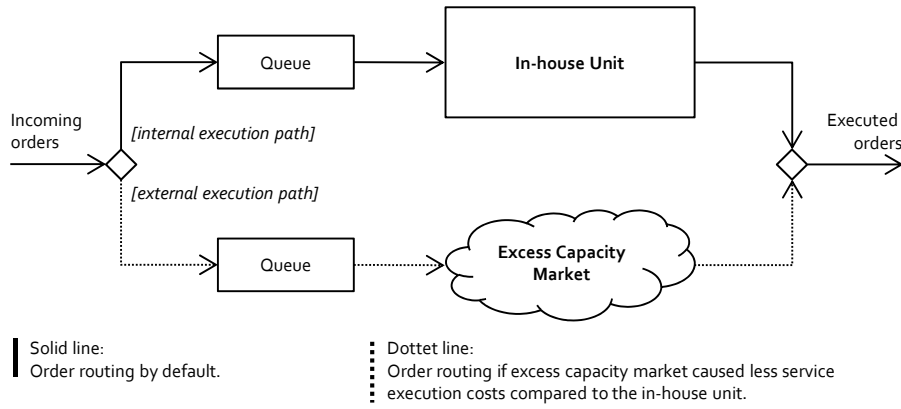


Figure D-2 Service System Realized Within the Simulation Software

It is further assumed that there is a homogenous execution time t for each order regardless of its execution path. Moreover, there are fixed costs c_f per unit capacity of the in-house unit but no additional variable costs. In contrast, the ECM raises no fixed costs but variable costs c_e for each order executed. Denoting the number of orders executed in-house with o_i and the number of orders executed externally with o_e respectively, the detailed objective function for the optimization problem with use of excess capacity reads

$$\min_y c = c_f y + c_e o_e + c_s(\lambda, y, s, o_i, o_e, t, a)$$

Solving the objective function for integer values of y result in the optimal amount of capacity, the provider should allocate in-house to minimize the total execution costs c .

6.2 Set Up of the Discrete-event Simulation Study

To solve the optimization problem it is not sufficient to evaluate the two queuing systems separately as they interact during operations influencing the respective waiting times. Rather, the service system consistent of both queuing systems has to be evaluated as a whole. This cannot be done analytically and require the model to be implemented with simulation software. Performing the simulation, the software simulates randomly arriving orders and decides whether these orders should be routed to the in-house unit or the ECM. According to the model setting, this decision is made for every single order at the very moment it arrives. A routing algorithm evaluates the current service execution costs for both execution paths and chooses the path with lowest costs. Thereby, to simulate the risk of waiting times for excess capacity, this parameter is implemented as a random variable. The result of the simulation run is the sum of execution costs the provider faces once all orders are executed.

The optimal amount of in-house capacity can be found, if multiple simulation runs (simulation experiment) are performed with increasing integer values for the capacity of the in-house unit. The optimal amount then can be identified by the simulation run with lowest total operating costs. The economic benefit of the ECM finally can be determined, if this experiment is carried out twice: The first time using in-house capacity only. And the second time with both execution paths. Identifying the optimal amount of in-house capacity for both experiments and determining the delta in total execution costs then leads to the economic benefit of the ECM.

6.3 Evaluation of the Quantitative Effect of Correlated Peak Demand

We consider the securities trading and settlement process with all necessary activities to be executed when securities are sold or bought. This process is a typical application scenario for our model. It is a cost-driven business process mostly sourced from specialized service providers which have to process a large number of randomly arriving orders in time to meet regulatory standards and to avoid penalties or losses of interest when payments are not executed in time. With few exceptions it is fully digitalized and standardized through regulations and cross-company agreements. Nevertheless some

manual interventions are necessary, e. g. digitalized documents have to be checked or files and reports have to be completed.

As we want to evaluate the *correlation of peak demand* as one representative influencing factor on the ECM's economic benefit, we designed two sets of input parameters which differ only with regard to this correlation. Within the model, a correlation of peak demand means that a high arrival rates of orders (λ) occur along with high waiting times a for excess capacity as the different third-party providers face high demand for their services, too. Table D-1 and D-2 summarize the corresponding input data for λ and a for a bank working day between 8 a. m. and 6 p. m. In scenario 1, the third-party providers face peak demand in the morning and in the mid of the day while in scenario 2 demand is nearly balanced throughout the day with a minor peak in the morning. As the service provider faces peak demand in the morning and in the mid of the day a *strong correlation of peak demand* is therefore given within scenario 1.

Table D-1 λ : Mean of an Exponential Distribution Representing the Number of Orders Per Minute

8:00 a.m. – 9:30 a.m.	9:30 a.m. – 11:30 a.m.	11:30 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 1:30 p.m.	1:30 p.m. – 4:00 p.m.	4:00 p.m. – 6:00 p.m.
60	3	80	7	15	4

Table D-2 a : Mean and Standard Deviation of a Normal Distribution Representing the Waiting Time for Excess Capacity in Minutes

Scenario 1	8:00 a.m. – 11:00 a.m.	11:00 a.m. – 3:00 p.m.	after 3:00 p.m.
	$\mu = 51:00; \sigma = 3:00$	$\mu = 62:00; \sigma = 4:15$	$\mu = 7:00; \sigma = 3:00$
Scenario 2	8:00 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 2:00 p.m.	after 2:00 p.m.
	$\mu = 25:00; \sigma = 8:00$	$\mu = 12:00; \sigma = 2:10$	$\mu = 10:00; \sigma = 7:00$

Further input data reads as follows: The execution time t take 16 minutes. Idle capacity cannot be used to accelerate the execution of orders as only one employee can work on one order. One unit of capacity y causes fixed costs c_f amounting to EUR 330 a working day. The variable costs c_e for each order executed on the ECM are fixed to EUR

8.90. The SLA consists of two deadlines: Each order has to be processed within 30 minutes. For each minute an order exceeds this time frame, a compensation following $\text{EUR } 0.02 * (\text{minutes exceeded})^3$ is due. Additionally, there is a final processing deadline at 8 p. m. for each working day. For each order which is not processed within this deadline the compensation rises to a penalty of EUR 100.

With this input data, the simulation was executed to determine the economic benefit of the ECM as described in the previous subsection. Table D-3 summarizes the numerical results of the simulation study which were determined as outlined above.

6.4 Key Findings and Limitations of the Simulation Study

The numerical results of the simulation study indicate remarkable cost reductions for the financial service provider. Using the ECM, the total execution costs could be reduced by 12.4% compared to the optimum achievable without using excess capacity. This is a significant competitive advantage within a cost-driven supply chain, where costs are the central competitive factor and cost structures of competitors have to be considered as nearly identical due to highly standardized services. Moreover, the results confirm the findings from the qualitative discussion of the correlation of peak demand as an influencing factor on the economic benefit of the ECM: With strong correlation of peak demand, it loses its economic benefit.

Table D-3 Numerical Results of the Simulation Study

Scenario 1 with strong correlation of peak demand	in-house unit only	in-house unit and ECM	delta (economic benefit)
optimal amount of in-house capacity	261	261	0
total execution costs	118,600.85	118,600.85	0.00
Scenario 2 without strong correlation of peak demand	in-house unit only	in-house unit and ECM	delta (economic benefit)
optimal amount of in-house capacity	261	61	200
total execution costs	118,600.85	103,870.46	14,730.39 (12.4%)

However, one major limitation regarding the model setting has to be mentioned. Currently, the supply of excess capacity on the market is assumed to be exogenous. The opportunity of the service provider to sell excess capacity on its own as well as the possibility of all third-party providers offering excess capacity to use the ECM is not yet considered. Both would have effects on the availability of excess capacity influencing the optimization result for the provider. In particular, this is the case if all providers would apply the same unbalanced strategy (keeping very little/much in-house capacity relying mainly on excess capacity supply/demand) without carefully observing the availability of excess capacity on the whole market. As the positive economic benefit then could be undermined, this limitation should be removed by extending the model at hand in the future.

7 Conclusion and Directions for Subsequent Research and Validation

Considering the model setting of a three-stage IT-driven service supply chain, we identified and evaluated factors with an influence on the economic benefit, an ECM can offer to the capacity optimization problem of a service provider facing volatile demand. Based on the first results from Dorsch and Häckel (2012) we gained further insights about how the economic benefit of the service provider depends on its surrounding conditions. Although, the presented results are a first attempt to a deeper understanding, the results can already be a guide for practitioners as they demonstrate the applicability and usefulness of ECM for capacity optimization in different settings and scenarios. Hence, they are e.g. useful in supporting the evaluation whether an IT-investment for the necessary integration and information capabilities enabling access to an ECM is indicated for a certain service supply chain setting or not. The quantitative results thereby provide evidence about the realizable value of the investment and therefore determine acceptable costs. The qualitative discussion of the influencing factors furthermore demonstrates the various characteristics which have to be considered carefully, as they may affect and limit the economic potential.

An obvious next step for a subsequent full-length paper would be the broader presentation (more influencing factors with proper sensitivity analyses etc.) of results from the quantitative evaluation of influencing factors. Based on these results, research regarding an empirical evaluation in a given organizational context might be insightful, especially to contribute to the complementary research cycle between design-science and behavioral-science (Hevner et al. 2004, McKay et al. 2012): With e. g. detailed field experiments, influencing factors not discovered so far could be identified, the analytical results could be substantiated with empirical data and the model robustness could be validated.

8 References for Chapter D

- Adenso-Diaz B, Gonzalez-Torre P, Garcia V (2002) A capacity management model in service industries. *International J Serv Manag* 13(3):286-302
- Aksin Z, de Vericourt F, Karaesmen F (2008) Call Center Outsourcing Contract Analysis and Choice. *Manag Sci* 54(2):354-368
- Allon G, Federgruen A (2006) Outsourcing Service Processes to a Common Service Provider under Price and Time Competition. Working Paper, Kellogg School of Management, Northwestern University, Evanston, IL, S 1-50
- Bassamboo A, Ramandeep SR, van Mieghem JA (2010) Optimal Flexibility Configurations in Newsvendor Networks: Going Beyond Chaining and Pairing. *Manag Sci* 56(8):1285-1303
- Cachon GP, Harker PT (2002) Competition and Outsourcing with Scale Economies. *Manag Sci* 48(10):1314-1334
- Chesbrough H, Spohrer J (2006) A Research Manifesto for Service Science. *Communications ACM* 49(7):35-40
- Dong L, Durbin E (2005) Markets for Surplus Components with a Strategic Supplier. *Naval Res Logist* 52(8):734-753
- Dorsch C, Häckel B (2012) Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes, *Proc 45th Hawaii International Conference on System Science*, Maui, Hawaii, S 4796-4805
- Gans N, Zhou YP (2007) Call-Routing Schemes for Call-Center Outsourcing. *Manufacturing Serv Operations Manag* 9(1):30-50

- Grefen P, Ludwig H, Dan A, Angelov S (2006) An Analysis of Web Services Support for Dynamic Business Process Outsourcing. *Inf Softw Technol* 48(11):1115-1134
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Q* 28(1):75-105
- Lee H, Whang S (2002) The Impact of a Secondary Market on the Supply Chain. *Manag Sci* 48(6):719-731
- Liu T, Methapatara C, Wynter L (2010) Revenue Management model for on-demand IT services. *Eur J Operational Res* 207(1):401-408
- McKay J, Marshall P, Hirschheim R (2012) The design construct information systems design science. *J Inf Technol* 27:125-139
- Moitra D, Ganesh J (2005) Web Services and Flexible Business Processes: Towards the Adaptive Enterprise. *Inf Manag* 42(7):921-933
- Peffer K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S (2007) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J Manag Inf Syst* 24(3):45-77
- Wacker JG (1998) A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *J Operations Manag* 16(4):361-385

E An EA-Based Approach to Valuate Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration of Service Providers

Autoren: Christoph Sebastian Dorsch
Björn Häckel

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement
Universität Augsburg, Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
christoph.dorsch@fim-rc.de
bjoern.haeckel@fim-rc.de

Erschienen in: Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems, Barcelona (2012)

DOI: nicht vergeben

Abstract

Determining the value contribution of IS investments is a crucial task to support conscious decisions, e. g. about the scope or for or against the implementation of these investments. IS investments transform an enterprise not only in its IS related architecture, but often enable enhancements within the business related architecture. Valuating IS investments from an integral point of view therefore means to measure the value contribution to all affected artifacts of an enterprise. Enterprise architecture (EA) used as a coordinative framework to valuate enterprise transformation may help to support this goal. We propose a valuation approach for IS investments based on EA offering two advantages: As through EA all artifacts of and their relationships within an enterprise are known, the impact of IS investments on all architectural layers can be identified and attributed to the IS investments as an integral value. Furthermore EA provides (detailed) models of all artifacts changed. These models can be used to support the valuation of the IS investments' impact on all affected artifacts. To demonstrate how this valuation approach can be tailored for valuating a concrete IS investment, we apply it to the exemplary case of valuating an IS investment enabling the on demand in-

tegration of service providers. Therefore we model the enabled enhancements of this IS investment on the business and business process architecture, relating on the basic optimization problem of capacity planning within a certain business process. A case study of the payment transaction process of a banking transactions provider finally shows the applicability of the valuation approach.

1 Introduction

The concept of a value-based management claims the alignment of all business activities on all hierarchy levels with the objective of maximizing the enterprise value (Rappaport 1986). Therefore, an enterprise must be able to quantify the value contribution of individual business activities and assets as well as of their interactions (Buhl et al. 2011). This holds true for IS investments, as research within the last decade agreed on the value-adding characteristic of IS investments (Brynjolfsson and Hitt 2003; Melville et al. 2004). Especially IS investments gaining competitive advantages and so-called rule changing IS innovation investments are often accompanied by a radical transformation of the enterprise (Craig and Tinaikar 2006). This implies not only fundamental changes in an enterprise's IS architecture but also a transformation of an enterprise's business and business process architecture. As such IS investments usually come along with high initial investment costs, an enterprise has to implement adequate methods for the a priori valuation of IS investments in order to ensure conscious decisions with respect to a value-based management. According to the concept of a value-based management the value contribution of an IS investment should be defined as its quantitative, financial impact on the enterprise measured on the basis of net cash flows (Walter and Spitta 2004). However, this is far from trivial. In particular, anticipating the economic benefits coming along with a new IS investment is a tremendous challenge (Bannister and Remenyi 2000; Chan 2000). This holds true even more for IS investments transforming the whole enterprise, not only its IS related, but also its business related architecture. For determining the value contribution of such IS investments, their impact on all layers of the enterprise architecture (EA) have to be taken into account (Kohli and Grover 2008). In particular, the cash flow effects arising on the business and business process

layers have to be considered and attributed to the inducing IS investment to determine its integral value.

Against this background we propose a valuation approach for IS investments considering the impacts on the business and business process architecture. Our valuation approach thereby is closely linked to the concept of EA models which describe different layers of IS and business related artifacts as well as their interplay (e. g. Aier et al. 2009; Winter and Fischer 2007). Considering all layers of EA, the basic idea of the valuation approach is to measure the cash flow delta induced by an IS investment on the business related layers. Based on that we can determine the value contribution of an IS investment by attributing this cash flow delta to the respective IS investment.

To be applicable to a specific IS investment valuation problem this valuation approach furthermore has to be substantiated. In particular, it has to be tailored based on the characteristics of the IS investment considered, the economic impacts of this IS investment on the different layers of EA as well as all artifacts affected. For a demonstration how this can be done, we introduce the case of IS investments enabling the on demand integration of external service providers. These investments are typical examples for IS investments transforming not only IS related architectural layers of EA but furthermore enabling enhancements within the business architecture (e. g. through expanded value networks) and the business process architecture (e. g. through loosely coupled inter-organizational processes) and therefore transforming the whole enterprise.

On demand integration thereby is enabled by new technologies and concepts (e. g. the service-oriented design of IS suitable for the integration of web-services as well as corresponding description languages (WSDL) or sophisticated standards for data description and exchange like XML or EDIFACT) that lead to faster and less expensive integration projects. Even an on demand integration of external service providers meanwhile is a feasible alternative, meaning that new business relations can be established (nearly) without any loss of time by building up links fast and cheap. Following previous publications examining the effects of on demand integration of service providers on a corresponding business process (Braunwarth and Ullrich 2010; Dorsch and Häckel 2012), the enhancement of this IS investment on business process architecture arises, as

on demand integration may allow routing of excessive demand to external service providers. Regarding the capacity planning problem associated with this business process, the on demand integration capability mitigates the risk of choosing an inappropriate level of capacity (e.g. IT capacity, personnel capacity) and with that reduces the costs going along with an inappropriate level of assigned capacity (e.g. idle costs, waiting costs due to the violation of service level agreements) significantly.

Such IS investments in on demand capability reflect a typical case addressed with our valuation approach: Coming along with high initial costs they usually lead to considerable changes on business and business process layers. As the resulting future cash flows are not traceable within the IS related layers, one has to take all affected layers of the EA into account within IS investment valuation.

Summarizing, our research questions structuring the remainder of this paper are the following:

- *How can IS investments transforming the enterprise as a whole be valuated properly?*
- *How can the valuation approach be tailored for the case of IS investments enabling on demand integration of service providers?*

2 EA-based Approach to Valuate Enterprise Transformation

Before answering the first research question by presenting the valuation approach, we are discussing the related work to point out the research gap addressed with our paper.

2.1 Related Work

The existing theoretical literature on IS investment valuation usually starts from the premise that the financial impact of IS investments is clearly measureable and attributable. Thus, the questions on which layer of the EA model cash flows induced by a new IS investment arise and how to attribute them to the respective IS investment is not

addressed. Instead the cash flows (or at least their stochastic distribution) resulting from a new IS investment are assumed to be already “known”. To name but a few Renkema and Berghout (1997), Sylla and Wen (2002) or Walter and Spitta (2004) address approaches to valuate a single IT investment and their suitability to determine the value of a single IT investment, but do not explicitly consider the impacts of IS investments on the different layers of the EA model. Furthermore there exist numerous articles like Benaroch et al. (2007), Dewan and Ren (2007), Dewan et al. (2007) and Verhoef (2005) that focus on the consideration of risk within IS investment valuation. However, these papers mostly abstract from interdependencies between the layers of the EA model concentrating instead on specific risks associated with IS investments (e. g. highly volatile cash flows), too. The same holds true for papers addressing stochastic interdependencies between various IS investments or within the IS investment portfolio like e. g. Fogelström et al. (2010), Jeffery and Leliveld (2004), Oh et al. (2007) or Reyck et al. (2005).

Therefore, despite the considerable amount of IS investment literature one can state that quantitative valuation approaches explicitly considering the impacts of IS investments on different EA layers necessary to gain an integral view, are still missing. Introducing our EA-based valuation approach we are aiming to contribute to the closure of this research gap.

2.2 Valuation Approach

There are two main challenges connected to the valuation of IS investments: They often affect not only the IS related architecture, but also the business related architecture of an enterprise. Because of this, all changes on all architectural layers have to be considered when determining an appropriate value for an IS investment. Furthermore, the economic benefits of these changes are difficult to capture and have to be attributed to the specific IS investment inducing this particular changes.

This is where EA can help as it connects IS related with business related artifacts (Bradley et al. 2011). Organized on different layers (see upper part of Figure E-1), these artifacts and their interplay are defined. As a whole, EA is used to align IS investments

with business goals. More generally, it can be used as a coordinative framework for enterprise transformation: as every change within an enterprise implies changes in different artifacts on different layers, an integral view on enterprise transformation requires the consideration of all layers involved. (Aier et al. 2009, Winter and Fischer 2007)

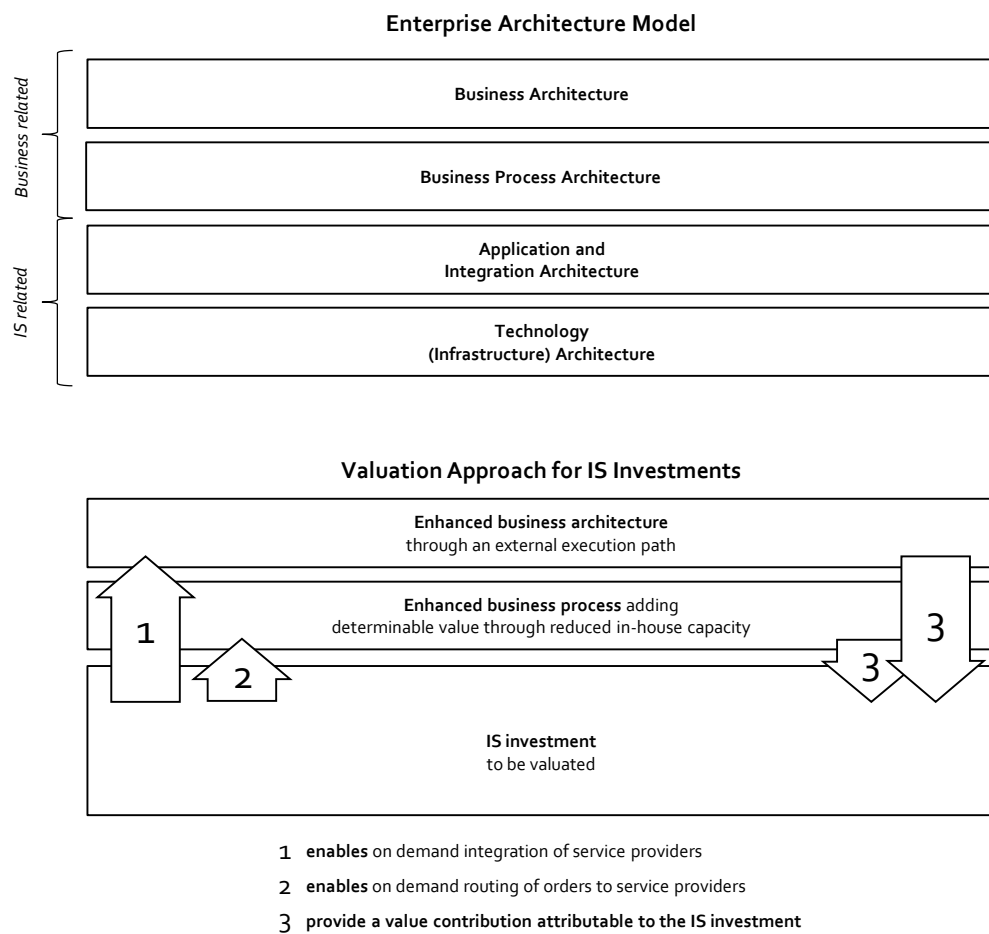


Figure E-1 Valuation Approach and Its Connection to EA (Adapted EA Model Based on Different Publications, e. g. Winter and Fischer (2007) Or Meschke and Baumol (2010))

Therefore we propose EA as a blueprint for our valuation approach. The lower part of Figure E-1 (please note only the annotations printed in bold type for the time being) summarizes the basic idea of our valuation approach: All artifacts on all architectural layers changed and enhanced by a specific IS investment have to be identified. As indi-

cated by arrows number 1 and 2, an IS investment may lead to enhancements within the business architecture as well as within the business process architecture (“enhanced business architecture” and “enhanced business process architecture”). Then the value of these enhancements induced by the IS investment has to be determined. Following our definition in the introduction the value is measured as the delta of net cash flows resulting from affected artifacts before and after the IS investment is implemented. Based on these values we can determine the integral value of the IS investment by attributing this cash flow delta to the IS investment. This step is indicated with the arrows marked with number 3.

The integral view of EA contributes with two main advantages to both challenges outlined above: First, EA can be used to identify all artifacts and their interconnections on all layers of the enterprise which are affected by the IS investment considered. Thereby, the impact of the IS investment on all architectural layers (not only the IS related) can be analyzed and considered in an integral value. Second, EA provides (detailed) models of all artifacts changed. These models can be used to support the valuation of the IS investments’ impact on the specific artifacts. Summarizing, taking into account the economic impacts of an IS investment on the different layers of a company’s EA and their artifacts, our valuation approach complements the literature referenced in the previous section and contributes to the closure of the identified research gap.

However, as the proposed valuation approach in a first step describes a rather general procedure for assessing the value of an IS investment, it has to be further tailored when applying it to a certain IS investment valuation problem. For tailoring the valuation approach, one particularly has to consider the characteristics of the IS investment regarded, the economic impacts of this IS investment on the different layers of EA as well as all artifacts affected. Depending on the peculiarities of these different aspects assumptions as well as methods for measuring the cash flow delta induced by an IS investment on the different EA layers might differ considerably. Valuating an IS investment that aims on improving the sales processes of a company and thereby leads to a potential increase in customer satisfaction requires the use of customer relationship management based methods that measure the effects on customer lifetime value. Based

on such methods the cash flow delta in terms of higher returns from customer business induced by an IS investment can be assessed. In contrast, valuating IS investments that lead to improvements in the production or capacity planning processes require methods from operations research like scheduling models or queuing theory. Using such methods, the cash flow delta in terms of cost reductions e. g. resulting from more efficient production processes can be measured. As the methods appropriate for measuring the cash flow delta strongly vary depending on the specific IS investment valuation problem, the (minimum) requirements on concepts describing the artifacts on each layer of the EA differ. Whereas e. g. measuring cost reductions in production processes requires process descriptions at a very detailed, activity based level, for other valuation purposes less granular process descriptions might be sufficient. But even if the minimum requirements differ depending on the specific valuation problem, a more detailed description of EA layer artifacts supports a more precisely measurement and attribution of cash flow effects and with that a more precisely IS investment valuation in general. Summarizing we can state, that the proposed valuation approach has to reflect and to be specified according to the respective IS investment problem as well as the characteristics of a company's EA and the artifacts on the different EA layers. Thus, our valuation approach cannot be used off the shelf, but always has to be tailored to the specific characteristics of the investment problem and the company considered.

To present how our valuation approach can be tailored to be applicable for a concrete IS investment valuation problem and with that answer our second research question, in the following we will focus on the exemplary case of IS investments enabling on demand integration. In particular, we will demonstrate how the basic idea of measuring a cash flow delta induced by an IS investment on different EA layers can be operationalized.

3 Tailoring the Valuation Approach: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration

The value added by an IS investment of this kind is connected to the following question: How much capacity should be assigned to a business process to meet uncertain demand, when capacity cannot be adjusted in short-term? For an answer, the following trade-off has to be considered: Assigning a wrong level of capacity either results in idle costs (too much capacity assigned) or in waiting costs, e. g. caused by the violation of service level agreements (too little capacity assigned). Therefore routing excessive demand to an external service provider enabled by the IS investment can result in a considerable economic benefit as we already demonstrated in Dorsch and Häckel (2012).

Applying the valuation approach on this IS investment we can state the following (illustrated by the lower part of Figure E-1 with all its annotations available): The IS investment enables the on demand integration of service providers changing the supplier network in the business architecture. Furthermore it enables the on demand routing of orders to these service providers resulting in reduced costs for capacity assigned to the corresponding business process. In this special case only the impact on the business process layer adds determinable value to the enterprise which can be attributed to the IS investment. Thus, following our valuation approach the cash flow delta in terms of cost reductions on the business process layer has to be measured.

To determine this cash flow delta on the business process layer, the optimization problem of capacity planning outlined above has to be modeled: The level of capacity assigned to a business process has to be determined a priori for a fixed planning horizon. Thereby, the capacity level should minimize the total operating costs. First only an in-house operating unit is available to execute the activities related to the business process. After implementing the IS investment, external service providers can be integrated “on demand” to execute the business process additionally.

3.1 Modeling the Business Process Layer Without IS Investment

To measure the cash flow delta induced by the IS investment on the business process layer, an adequate method for modeling the business process as well as the trade-off within capacity planning has to be chosen. In doing so, we relate to Davenport (1993) and Hammer and Champy (1993), who define a business process as “a structured, measured set of activities designed to produce a specific output for a particular customer or market”. In our case, we consider operational business processes that are in particular characterized by a random arrival rate of customer orders that trigger the execution of the respective business process and an a priori assigned level of internal capacity that cannot be adjusted in short term. Furthermore, delays in the execution of a customer order go along with waiting costs (e. g. due to the violation of service level agreements). Concerning these characteristics of the operational business processes considered and the resulting economic trade-off in terms of capacity planning, we will regard business processes as a queuing system. This is reasoned by the fact that with help of queuing theory the waiting time of customers and thus the resulting waiting costs as well as the numbers of customers in the waiting queue can be quantified at any point of time. Therefore, queuing theory is very helpful by answering the question, how much internal capacity should be provided to minimize the total operating costs of the queuing system given a highly volatile customer demand over time. However, it should be underlined, that although modeling business processes as a queuing system is very appropriate for the case considered, it might not be suitable for other types like management processes for corporate governance or strategic decision making.

For modeling the described capacity optimization problem, we extend the basic assumptions of queuing theory by parameters and functions necessary to specify the relevant trade-offs:

(A1) *Capacity optimization problem*: An IT driven business process offers a service to our business partners. Thereby, we understand service in a management-oriented meaning as an interaction between a service provider and a service consumer that is described by the constituting characteristics of immateriality and the simultaneity of production and consumption (Chesbrough and Sporer 2006; Rai and Sambamurthy 2006). All ac-

tivities requiring manual interventions are operated by an in-house unit. The execution of this business process is triggered following the arrival of corresponding orders. The arrival rate (λ), i. e. the number of arriving orders per unit time is random. Based on historical data and contractual agreements respectively the statistical distribution of λ is approximated. The planning horizon considered is finite and divided into equidistant time units. We have to decide a priori about the number of orders (y), the in-house operating unit can execute simultaneously (“capacity”), which minimizes the total operating costs (c) for the business process:

$$\min_y c(\lambda, y)$$

(A2) *Execution time and idle capacity*: The execution time of one order is the time between the beginning of the first activity and the end of the last activity of the business process. One order uses at least one unit of capacity for this time frame. Free units of capacity are idle or can be used to accelerate the execution of orders by assigning more than one unit of capacity to an order.

(A3) *Order queuing*: The execution of an order starts with the arrival of an order unless all units of capacity within the in-house operating unit are busy. Otherwise each incoming order lines up in an infinite waiting queue. The queued orders will be executed immediately after free capacity is available according to the first in/first out principle. The time frame the order stays in this queue is called waiting time. Waiting and execution time in total are called processing time.

(A4) *Service Level*: A service level s is guaranteed to our business partners regarding the processing time. Any order which does not keep up to the service level agreed causes costs c_g per order.

Service level agreements define performance metrics as well as the compensatory payments due to broken service levels. For the optimization problem regarded a possible service level is a maximum processing time with monetary compensation for each time unit the order exceeds this limit. Another one is a fixed penalty for orders which are not executed ahead of a final deadline.

(A5) *Order execution*: The execution time t_i of the in-house operating unit for one order depends on its individual characteristics. Based on historical data the statistical distribution of t_i is stated. There are fixed costs c_f per unit capacity. The execution itself might cause additional variable costs c_v per order. The total number of internally executed orders is denoted with o_i .

These assumptions model the trade-off mentioned above: Providing too much capacity causes excessive costs of (idle) capacity. Providing too little causes excessive follow-up costs regarding the service level guaranteed. The objective function minimizing the total operating costs without implementing the IS investment ($c_{without}$) can now be stated as follows:

$$\min_y c_{without} = c_f y + c_v o_i + c_g(\lambda, y, s, t_i)$$

3.2 Modeling the IS Investment and Valuating Its Impact

(A6) *IS Investment*: With an IS investment (e. g. the change to a service oriented design enabling the integration of web-services automatically) external service providers can be evaluated and integrated on demand to execute all activities requiring manual interventions for an specific order instead of the in-house operating unit.

(A7) *Service market*: All activities the in-house operating unit executes on arriving orders are offered by the market as standardized services. The necessary technologies (e. g. service repositories and well described services based on standardized description languages) for a quick and mostly automated on demand evaluation and integration of service providers are established.

The IS investment along with the corresponding service market supplements the in-house operating unit (internal execution path) by an external execution path. Furthermore, due to the flexibility of on demand evaluation and integration of external service providers each incoming order can be routed to the execution path which offers “best execution” at the relevant time.

(A8) *Order routing decision*: For each incoming order the execution path has to be selected. An order is routed to the in-house operating unit or to the external execution path.

The routing decision is made based on the expected processing costs which have to be evaluated for each external service provider. The execution path with lower processing costs is chosen.

Depending on the cost-based optimization problem outlined in (A1) “best execution” is determined by processing costs. These costs subsume all characteristics of an execution path which have to be taken into account for a specific setting, e. g. processing time, fixed and variable costs, quantity discounts or minimum purchasing quantity. The processing costs for the in-house operating unit are stated above. For the external service providers the following characteristics have to be considered:

(A9) *Evaluation and integration of external service providers:* A set of external service providers which are basically qualified to execute the activities requiring manual interventions is identified in advance. All relevant information to evaluate this set of external service providers with regard to current processing costs is provided constantly by the market.

The external execution path is used in addition to the in-house operating unit. It is established to execute peaks otherwise would have to be balanced with additional capacities for the in-house operating unit. Therefore we do not book capacities on the external service providers market in advance as therefore usually fixed costs arise analogous to additional capacity for the in-house operating unit. In fact we are going to route orders on demand to external service providers market:

(A10) *Availability of external service providers:* Regarding their availability to execute orders no service level is agreed with the set of external service providers. Orders can be executed externally only if capacities of one or more external service providers are (temporarily) underutilized. Therefore the time frame a until external capacity is available is exogenous but can be determined using the information constantly provided by the market (see A9).

This leads to an analogue setting as for the in-house operating unit: With $a > 0$ externally routed orders cannot be executed immediately and have to queue up until free capacity is available. As the waiting time in the queue in front of the external service

provider's market (a) is exogenous and therefore cannot be calculated, the necessary data has to be provided as one of the necessary information mentioned in (A8). This exogenous waiting time furthermore carries risks as it might be too long to support the in-house operating unit in executing orders within the service level agreed. These risks have to be considered within the processing costs for the external execution path to make an appropriate order routing decision.

(A11) *Order execution within the external execution path:* The execution time t_e on the external service provider's market for one order depends on its individual characteristics. Based on historical data the statistical distribution of t_i is stated. There are no fixed costs but variable costs c_e which come up with the external execution of an order. These include not only the price for order execution to be paid to an external service provider but also the costs related with the evaluation and integration of the service provider. As prices may differ between different external service providers or even within one external service provider depending on its utilization, the respective price has to be provided along with the information about availability mentioned in (A9). The total number of externally routed orders is denoted with o_e .

Assumptions (A6) to (A11) model the additional trade-off between the waiting cost resulting from the queue in front of the in-house operating unit and the time until an appropriate service provider can be identified and integrated. The objective function minimizing the total operating costs with the IS investment (c_{with}) can be stated as follows:

$$\min_y c_{with} = c_f y + c_v o_i + c_e o_e + c_g(\lambda, y, o_i, o_e, s, t_i, t_e, a)$$

Knowing the cost-functions connected to the business process, the cash flow delta within the respective minimum can be calculated with

$$\Delta CF = \min_y c_{without} - \min_y c_{with}$$

Adjusting the planning horizon considered for the optimization problem to the planning horizon of the IS investment, the value then can be attributed to the IS investment.

3.3 Characteristics of the Case Study

The following case study is based on data available from a large provider for banking transaction services (“banking factory”) who has to decide about an IS investment enabling the on demand integration of external service providers supporting the payment transaction process. This process includes all activities to execute payment orders like bank transfers, direct debits, checks, drafts and returns as well as debit and credit card payments. The impact of the IS investment is linked to one of the rare manual activities within this process: After all forms and media is scanned and the data is extracted to the processing IT system, the orders are checked automatically and all orders which need manual rework (e. g. correction of incorrect scans or completion of missing details) are selected. This rework is done within an in-house operating unit before all subsequent activities take place.

Staffing the in-house operating unit is an important optimization problem for the banking factory. As a cost-driven support process the margins for processing payment orders are small. Therefore the capacity of the in-house operating unit should be kept as small as possible to reduce the corresponding costs to a minimum. However, there is only limited time for executing the payment orders as the clients of the banking factory agreed detailed service levels concerning the time frame for execution, e. g. to meet regulatory standards. Along with the large amount¹⁰ and the volatile arrival rates of incoming orders there is a trade-off between idle times or delayed execution respectively. This is where the IS investment can help: With implementation of this IS investment it is possible to route orders for manual rework to external service providers. This can be done on demand whenever this path is expected to cause lower processing costs than the rework in the in-house operating unit.

The (simplified) characteristics of the payment transaction process necessary to apply our model are identified as follows: Orders are accepted every bank working day between 7 a. m. and 10 p. m. Analyzing historical data reveals different peaks concerning the arrival rate of the incoming orders depending on exogenous factors like billing cy-

¹⁰ One of Germany’s market leaders in payment transaction processing with a market share of about 20 % processes an average of 30 million transactions a day. The corresponding volume of money transferred is about EUR 120 billion.

cles of the central bank or closing times. Dividing the 15 hours of order acceptance in seven time-frames, the arrival rate within each time-frame can be approximated by an exponential distribution with different means as summarized in Table E-1.

Table E-1 Arrival Rates Within a Bank Working Day (Mean Number of Orders Per Minute Following an Exponential Distribution)

7:00 a.m. – 8:30 a.m.	8:30 a.m. – 2:00 p.m.	2:00 p.m. – 3:00 p.m.	3:00 p.m. – 6:30 p.m.	6:30 p.m. – 8:00 p.m.	8:00 p.m. – 9:30 p.m.	9:30 p.m. – 10:00 p.m.
120,000	6,000	60,000	40,000	8,000	100,000	6,000

About 0.05% of the incoming orders need manual rework. The rework of an order takes 4 minutes in average not dependent of the execution path. Idle capacity cannot be used to accelerate the execution of orders as within this single activity only one employee can work on one order. Cost accounting reveals that one unit of capacity within the in-house operating unit causes fixed costs amounting to EUR 240 a bank working day. There are no additional variable costs.

The service level agreement between the financial service provider and the banking factory consists of two deadlines: First, each order has to be processed within 60 minutes after arrival. For each minute an order exceeds this time frame, a compensation amounting to EUR 0,033 per minute is due. As this time frame applies to the whole business process, it has to be apportioned to the single activity of manual rework considered within the optimization problem. This reveals a maximum of 12 minutes for this single activity to ensure an order is processed within 60 minutes after arrival. Second, there is a final processing deadline each day: All incoming orders have to be processed until 12 a. m. For each order not processed within this deadline the compensation payment rises to a penalty of EUR 51.

The planning horizon for the IS investment is determined with five years (with 250 bank working days each). A set of external service providers qualified for manual rework is identified and a fixed price for an order was agreed. Hence the variable costs for one order sum up to EUR 1.96. Based on historical data provided from these exter-

nal service providers the waiting time in the queue in front of the external service provider's market can be approximated. During a bank working day three time frames with different utilization of the market's capacities are identified. Each time frame shows different waiting times for free capacity which can be approximated by a normal distribution as outlined in Table E-2. Orders which have to be executed externally have to wait according to the time frame valid at the time the order is routed to the external service provider's market.

Table E-2 Distribution Parameters of the Waiting Time in Queue in Front of the External Service Provider's Market (Mean μ and Standard Deviation σ in Minutes)

7:00 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 6:00 p.m.	after 6:00 p.m.
$\mu = 16:40; \sigma = 4:00$	$\mu = 12:00; \sigma = 2:10$	$\mu = 10:00; \sigma = 4:00$

3.4 Setting Up the Discrete Event Simulation

As there is no mathematical model available considering all necessary characteristics of our model, we have to perform a discrete event simulation to solve the optimization problem. To determine the cash flow delta induced by the IS investment, the simulation has to be performed with and without the external execution path. For both cases we proceed as follows: To determine the optimal in-house capacity we perform multiple simulation experiments with increasing values for the capacity of the in-house operating unit. Each experiment consists of 1,000 simulation runs. For each run the total operating costs are determined. Starting the experiments with one unit of in-house capacity, we increase the value by one unit before the next experiment is started. This is done until the results of an experiment show that no waiting costs occur in front of the in-house operating unit for all runs. From this it follows a further increase of capacity does not have any positive effect concerning the total operating costs. Finally, comparing the average total operating costs for each experiment and choosing the one with the lowest costs then leads to the optimal in-house capacity.

With regard to the simulation time it is convenient that all bank working days of our case study are independently of each other (e. g. no unexecuted orders left due to the

processing deadline at 12 a. m.) and the relevant events which determine the optimal in-house capacity are recurrent each bank working day. Therefore we do not have to simulate the whole planning horizon of the IS investment. In fact it is sufficient to determine the optimal in-house capacity along with the corresponding value of the IS investment for a single day. The results then can be projected.

For each simulation run incoming orders are generated randomly following their statistical distributions. Whenever a new time frame is reached, the arrival rate is adapted. Concerning the external service provider's availability a random value is generated from the corresponding statistical distribution at the beginning of each time frame outlined in Table D-2. This value applies as the approximated waiting time for free capacity for the whole time-frame. Repeating a simulation run 1,000 times the risks connected to the waiting times for free capacity at the external service provider's market are considered when using the simulation results to determine the optimal capacity.

Furthermore a routing algorithm is developed. It determines the processing costs for each incoming order and chooses the execution path with lower processing costs: The processing costs of the internal execution path result from the service level agreement with the financial service provider only. There are no variable costs and all fixed costs are sunk costs which must not be taken into account. From the service level agreement costs can occur in two different ways as described above. For the external execution path the processing costs consist of the variable cost per order and the costs resulting from the service level agreement determined analogous.

3.5 Valuating the IS Investment

The simulation reveals the influence of the cost associated with the service level agreement on the total operating costs: Very small in-house capacity results in a high amount of unexecuted orders and the total operating costs are very high due to the corresponding penalties. With increasing capacity, more orders are executed during a bank working day ahead of the final processing deadline and the total operating costs decrease accordingly. These costs along with the fixed costs of capacity shape the total operating costs to a convex graph with a global minimum.

The advantage gained with the IS investment can be determined by comparing the graphs of the total operating costs as outlined in Figure E-2. The optimal in-house capacity as well as the corresponding total operating costs can be reduced when the external execution path is available. Identifying the capacity level with lowest total operating costs leads to the optimum.

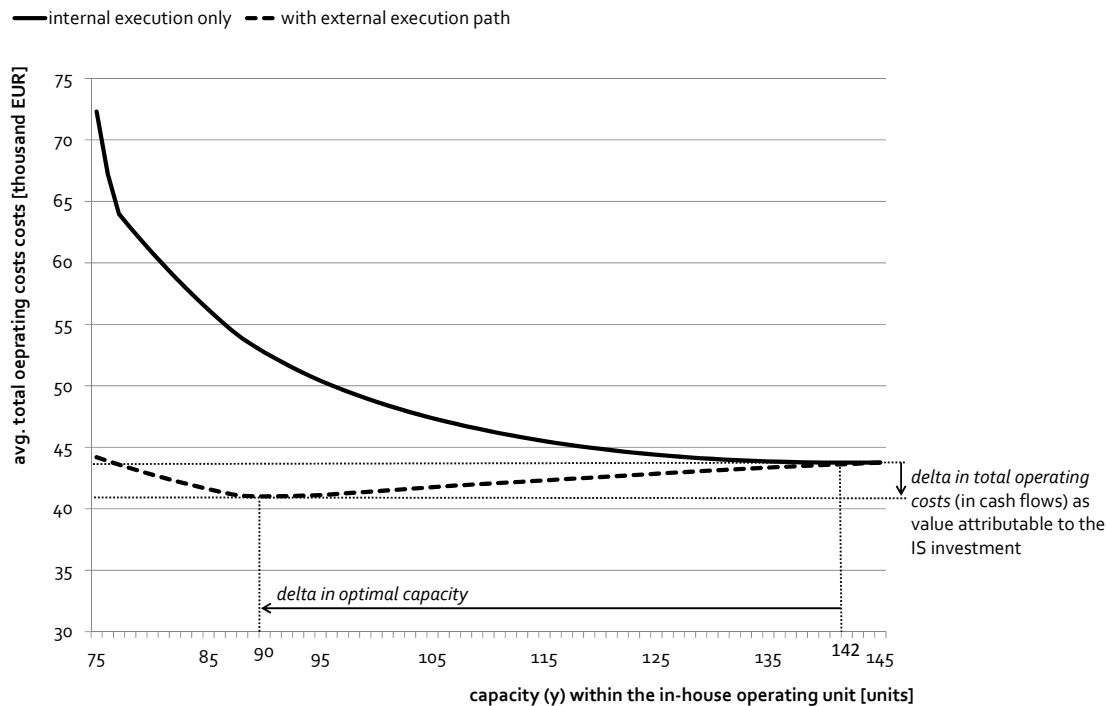


Figure E-2 Total Operating Costs and Its Minima With and Without the IS Investment

The value of the IS investment for one bank working day then is determined by calculating the cash flow delta (ΔCF) induced by the IS investment:

$$\Delta CF = EUR\ 43,747.96 - EUR\ 41,011.92 = EUR\ 2,736.04$$

For the planning horizon of the IS investment (five years with 250 working days each), the attributable value adds up to EUR 3,420,050 million equivalent to 6.3 % of the total operating costs.

4 Summary and Future Work

IS investments transform the enterprise as a whole by changing both, the IS and the business related architecture. To make conscious decisions with regard to these investments, the value added on all architectural layers of an enterprise has to be considered in an integral view.

As through EA all artifacts of an enterprise and their relationships which are affected by IS investments are known, the proposed approach offers two main advantages: First, the impact of IS investments on all architectural layers can be identified and attributed to the IS investments within an integral value. Second, EA provides (detailed) models of all artifacts changed. These models can be used to support the valuation of the IS investments' impact on the specific artifacts.

The case presented was used to demonstrate the general applicability of the valuation approach. Of course, IS investments transforming the enterprise to the extent that on demand integration is possible, not only affect a single business process. Rather all affected business processes and their interrelation have to be considered as well as the interrelation between artifacts on different layers affected by the IS investment. Thereby a higher or lower value of the IS investment may result.

Further work is necessary to elaborate the proposed valuation approach to a *valuation framework* serving as a guideline for practitioners. Within this paper, the proposed valuation approach in general remained highly abstracted being detailed with one case specific valuation model and a corresponding case study. In accordance to artifacts specified within the different domains of EA the aimed valuation framework i.e. should be detailed with general valuation models addressing (domain) specific artifacts and their change through generalized but corresponding IS investments. Similar to EA, providing blueprints for modeling and other well-known purposes, this detailed valuation framework then provides blueprints supporting the valuation of enterprise transformation from an integral view.

5 References for Chapter E

- Aier S, Kurpjuweit S, Saat J, Winter R (2009) Enterprise Architecture Design as an Engineering Discipline. *AIS Transactions on Enterp Syst* 1(1):36-43
- Bannister F, Remenyi D (2000) Acts of faith: instinct, value and IT investment decisions. *J Inf Technol* 15(3):231-241
- Benaroch M, Jeffery M, Kauffman R, Shah S (2007) Option-Based Risk Management: A Field Study of Sequential Information Technology Investment Decisions. *J Manag Inf Syst* 24(2):103-140
- Bradley R, Pratt R, Byrd T, Simmons L (2011) The Role of Enterprise Architecture in the Quest for IT Value. *MIS Quart Executive* 10(2):73-80
- Braunwarth K, Ullrich C (2010) Valuating Business Process Flexibility achieved through an alternative Execution Path. *Proc European Conference on Information Systems, Pretoria*
- Brynjolfsson E, Hitt LM (2003) Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *Rev Economics Statistics* 85(4):793-808
- Buhl HU, Röglinger M, Stöckl S, Braunwarth K (2011) Value orientation in process management – Research gap and contribution to economically well-founded decisions in process management. *Bus Inf Syst Engineering* 3(3):163-172
- Chan Y (2000) IT Value: The Great Divide Between Qualitative and Quantitative and Individual and Organizational Measures. *J Manag Inf Syst* 16(4):225-262
- Chesbrough H, Spohrer J (2006) A Research Manifesto for Service Science. *Commun ACM* 49(7):35-40
- Craig D, Tinaikar R (2006) Divide and conquer: Rethinking IT strategy. *McKinsey Quart*, Fall 2006, p. 4-13
- Davenport T (1993) *Process innovation – reengineering work through information technology*. Harvard Business School Press, Boston
- Dewan S, Ren F (2007) Risk and Return of Information Technology Initiatives: Evidence from Electronic Commerce Announcements. *Inf Syst Res* 18(4):370-394
- Dewan S, Shi C, Gurbaxani V (2007) Investigating the Risk-Return Relationship of Information Technology Investment: Firm-Level Empirical Analysis. *Manag Sci* 53(12):1829-1842
- Dorsch C, Häckel B (2012) Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes. *Proc Hawaii International Conference on System Sciences, Maui*, p. 4796-4805

- Fogelstrom N, Numminen E, Barney S (2010) Using portfolio theory to support requirements selection decisions. *Proc IEEE 4th International Workshop on Software Product Management*, Sydney, p. 49-52
- Hammer M, Champy J (1993) *Reengineering the corporation – a manifesto for business revolution*. Bealey, London
- Jeffery M, Leliveld I (2004) Best Practice in IT Portfolio Management. *MIT Sloan Manag Rev* 45(3):41-49
- Kohli R, Grover V (2008) Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep up with the Times. *J Association Inf Syst* 1(9):23-39
- Melville N, Kraemer K, Gurbaxani V (2004) Review: Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value. *MIS Quart* 28(2): 283-322
- Meschke M, Baumoel U (2010) Architecture Concepts for Value Networks in the Service Industry. *Proc International Conference on Information Systems*, Saint Louis
- Oh L, Ng B, Teo H (2007) IT Portfolio Management: A Framework for making Strategic IT Investment Decisions. *Proc European Conference on Information Systems*, St. Gallen
- Rai A, Sambamurthy V (2006) Editorial Notes – The Growth of Interest in Service Management: Opportunities for Information Systems Scholars. *Inf Syst Res* 17(4):327-331
- Rappaport A (1986) *Creating shareholder value: the new standard for business performance*. Free Press, New York
- Renkema T, Berghout E (1997) Methodologies for information systems investment evaluation at the proposal stage: a comparative review. *Inf Softw Technol* 39(1):1-13
- Reyck B, Grushka-Cockayne Y, Lockett M, Calderini S, Moura M, Sloper A (2005) The impact of project portfolio management on information technology projects. *International J Proj Manag* 23(7):524-537
- Sylla C, Wen H (2002) A conceptual framework for evaluation of information technology investments. *International J Technol Manag* 24(2):236-261
- Verhoef C (2005) Quantifying the value of IT-investments. *Sci Compr Program* 56(3):315-342
- Winter R, Fischer R (2007) Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. *J Enterp Architecture* 3(2):7-18
- Walter S, Spitta T (2004) Approaches to the Ex-ante Evaluation of Investments into Information Systems. *Wirtschaftsinformatik* 46(3):171-180

F Combining Models of Capacity Supply to Handle Volatile Demand: The Economic Impact of Surplus Capacity in Cloud Service Environments

Autoren: Christoph Sebastian Dorsch
Björn Häckel

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement
Universität Augsburg, Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
christoph.dorsch@fim-rc.de
bjoern.haeckel@fim-rc.de

Erscheint in: Decision Support Systems

DOI: 10.1016/j.dss.2013.01.011

Abstract

In the paper at hand we analyze the capacity planning problem of a service vendor providing a business process characterized by volatile demand to his customers. Thereby, we consider the situation that the service vendor executes certain activities by himself whereas specific parts of the business process are outsourced to external providers. For the outsourced parts, the vendor can choose between different models of capacity supply (MCS) that are offered by external providers differentiating with respect to elasticity of provided capacity and the underlying pricing model. Thereby, in addition to the two “traditional” MCS dedicated capacity and elastic capacity, recent developments in information technology enable the on-demand use of surplus capacity from an external providers’ market. Since an integrated analysis of these three MCS is still missing in common literature, we develop an optimization model allowing for the simultaneous consideration of the three different MCS within an integrated queuing system. By analyzing the optimization model with help of a discrete event simulation, we study the question of how these different MCS may be combined to minimize the total operating costs of the service vendor considering volatile demand. The simulation results show that combining different MCS tends to be favorable in contrast to the stand-alone usage of a certain MCS. In particular, combining the additional option of

using surplus capacity with “traditional” MCS promises cost advantages. Our optimization model therewith provides first insights in the potential economic benefits of IT-enabled MCS.

1 Introduction

In recent years sourcing business processes from service vendors has established as a common practice for enterprises. Thereby, service vendors in many cases do not execute the whole business process they provide by themselves, but instead draw on specialized external providers for handling specific parts of the respective business process. This in consequence leads to the development of business process outsourcing relationships, where various companies collaborate in providing a business process for customers. For the execution of specific parts of a business process, capacity, e. g. in terms of personnel or IT-capacity is needed. Therefore external providers offer different models of capacity supply (MCS), a service vendor for one and the same part can choose between. These MCS are described by specific contractual agreements that in particular determine elasticity of the provided capacity as well as the underlying pricing model (Askin et al. 2008; Gans and Zhou 2007). Thus, within capacity planning for the respective business process a vendor is confronted with the question of how to combine the offered MCS. Combining the MCS thereby means that the vendor has the choice of which MCS to use for the execution of an incoming customer order (or bundles of incoming customer orders). Considering the case of standardized, cost-driven business processes where costs and thus achievable margins are a central competitive factor, the vendor will seek to combine the MCS such that he minimizes the total operating costs for providing the whole business process (Adenso-Diaz et al. 2002). This is especially a challenge for business processes that are characterized by a volatile demand over time and a time critical execution due to the needs of the customer that requires the vendor to commit a service level, (e. g. a maximum execution time for the respective business process (Bassamboo et al. 2010a; Braunwarth and Ullrich 2010; Ren and Zhou 2008). Given the goal of minimizing total operating costs, in such cases the vendor’s capacity planning has to be flexible in a way that it allows a preferably easy

alignment to volatile customer demand: On the one hand the vendor should be able to cover peak demand to avoid high waiting costs (e. g. contractual payments due to the violation of committed service levels) and on the other hand he has to ensure acceptable execution costs with respect to the average load of demand.

Concerning this challenge in common literature the use of “traditional” volume or capacity based models as well as their combination has been widely discussed. However, recent developments in information technology (like e. g. the broad market penetration of cloud computing) enable new MCS, as they are in particular accompanied by strongly increasing on-demand integration capabilities. Due to on-demand integration capabilities external providers can be integrated much easier and faster and thus MCS that are characterized by a much more flexible usage of available capacity from external providers can emerge. To investigate the economic potentials of combining MCS that are based on on-demand integration capabilities with “traditional” MCS, in the paper at hand we analyze the optimization problem of a vendor who is part of a typical business process outsourcing relationship as outlined in Figure F-1.

Within the considered business process relationship the vendor can choose between two “traditional” MCS (namely *dedicated capacity* and *elastic capacity*) and the IT-enabled MCS of *surplus capacity* for the execution of the outsourced parts of the business process. Taking a closer look at these different MCS alternatives, firstly the vendor can decide to use dedicated capacity. Thereby dedicated capacity means, that the vendor reserves ex ante a certain level of capacity at an external provider and pays a fixed fee for the reserved capacity regardless of whether it is used or not (“pay-per-capacity” pricing model). If the vendor decides to assign only dedicated capacity ex ante to the respective business process he gets confronted with a trade-off (Bassamboo et al. 2010a; van Mieghem and Rudi 2002): Assigning a high level of capacity allows the buffering of temporarily peaks in customer demand but results in idle costs in time frames of low demand. Assigning less capacity avoids idle costs but results in lost revenues or rising contractual penalties due to the violation of service level agreements (SLA) in time frames of high demand (Bassamboo et al. 2010b).

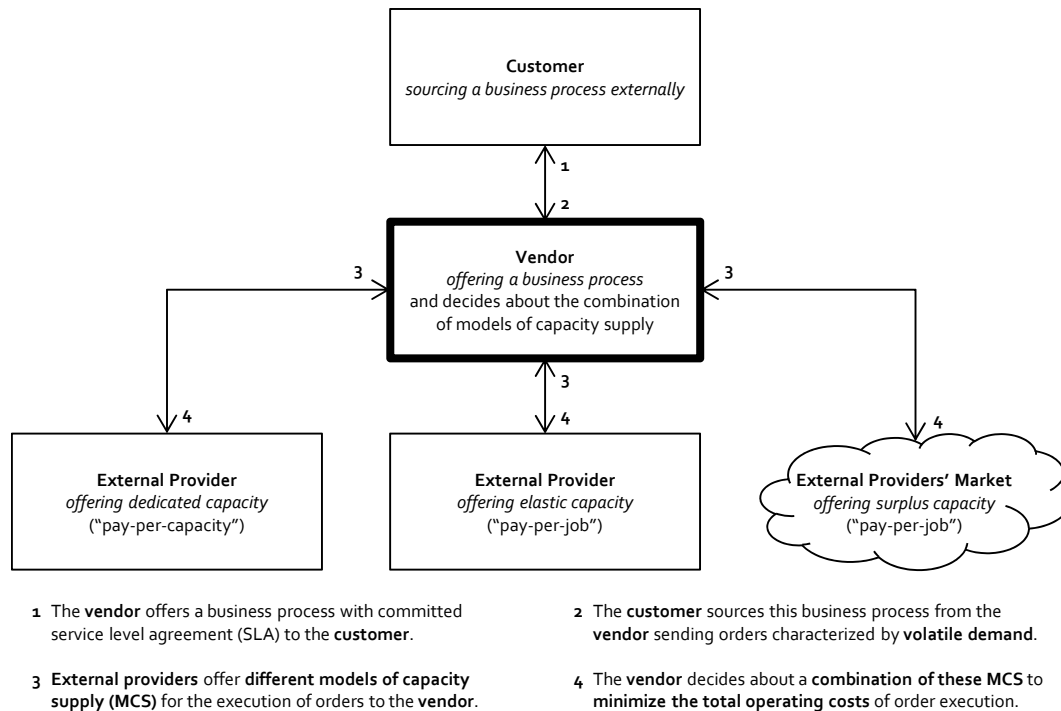


Figure F-1 General Setting of the Three-Stage Business Process Outsourcing Relationship

A common MCS to mitigate the described trade-off involved with dedicated capacity is the use of so called elastic capacity (Aksin et al. 2008). Within this MCS the external provider charges a certain fee per customer request treated ("pay-per-job" pricing model) meaning that this MCS involves payment only for capacity that is utilized. Furthermore, such MCS commonly involve committed service levels (Cachon and Harker 2002). Based on the guaranteed SLA, capacity can be elastically aligned to fluctuations in customer demand, so that this MCS represents a very flexible alternative. However, these potential advantages come at a price: As this MCS means sourcing out part of the uncertainty, the external provider is now in charge to allocate capacity ex ante in such a way that he is able to fulfill the committed SLA. This means that the external provider has to schedule reserve capacities causing significant fixed costs (Liu 2010). Therefore, committed service levels most often are reflected in a higher price per customer request treated which might limit the attractiveness of this MCS for cost-driven business processes.

In addition to these two “traditional” MCS, coming along with technology-enabled on-demand integration capabilities a new possible MCS emerges: The on-demand use of surplus capacity from the external providers’ market (“pay-per-job” pricing model). Based on developments like the growing diffusion of service-oriented infrastructures suitable for the integration of web services as well as corresponding description languages (e. g. WSDL) or standards for data exchange (e. g. XML, EDIFACT), new business relations can be established (nearly) without any loss of time by building up links fast and cheap (Grefen et al. 2006; Moitra and Ganesh 2005). With respect to capacity planning such on-demand integration capabilities may offer substantial economic benefits for vendors, as the vendor is able to switch dynamically between various external providers depending on which service provider currently has sufficient surplus capacity available to handle the vendor’s peak demand. Furthermore, such a MCS promises cost advantages, as surplus capacities normally are offered at a lower price to avoid idle costs. A first approach to capture the economic potentials of this new MCS was already discussed within a former version of this paper (Dorsch and Häckel 2012). However, the combination of surplus capacity with the two “traditional” MCS was not addressed there. In addition to its potential benefits surplus capacity involves the risk that the vendor only gets served as soon as capacity is available at the external providers’ market. That might cause delays for external routed demand and thus waiting costs (e. g. due to violation of committed SLA towards customer) making this MCS riskier in contrast to (SLA backed) elastic capacity.

Due to the different characteristics of the three MCS discussed, the question of how a vendor may combine these MCS to minimize his total operating costs arises. While sourcing models based on dedicated capacity as well as elastic capacity have been widely addressed in literature in the context of capacity planning and sourcing problems for non-storable services, e. g. in Aksin et al. (2008) or Gans and Zhou (2007), an integrated analysis that also considers the use of surplus capacity to our best knowledge is still missing. Thus, in this paper we aim on contributing to the closure of this research gap by developing an optimization model based on queuing theory that takes into account the three MCS discussed simultaneously. In particular, we focus on the two following research questions:

- *What are the preconditions for the use of surplus capacity? What are the characteristics of surplus capacity especially compared to “traditional” MCS? In which cases does combining different MCS promise economic benefits?*
- *How can the different MCS – dedicated capacity, elastic capacity and surplus capacity – be combined to minimize the total operating costs of the vendor?*

The remainder of the paper is organized as follows: In Section F-2 we provide a brief literature review. In Section F-3 we address research question 1 by outlining preconditions for the use of surplus capacity and discussing economic potentials of combining different MCS. Section F-4 addresses research question 2 by presenting the optimization model based on queuing systems. For analyzing the optimization model a simulation study is performed in Section F-5 within a case study of the securities trading and settlement process. Finally, we summarize the key findings of the paper and give an outlook on prospective further research.

2 Related Work

Approaches for capacity planning to deal preferably flexible with uncertainty in customer demand have been widely discussed in the economics literature in the context of supply chain management (SCM) and production management. Focused only on dedicated capacity among others Bassamboo et al. (2010a), Tomlin and Wang (2005) and Netessine et al. (2002) analyze the problem of optimal mixing dedicated and flexible manufacturing capacities. For this purpose the paper of Bassamboo et al. (2010a) studies the basic problem of capacity and flexible technology with a newsvendor network model. The authors consider a multiproduct firm and deal with the question of whether different products should share resources or if the firm should establish dedicated resources for some of them. Tomlin and Wang (2005) study unreliable supply chains that produce multiple products and like Bassamboo et al. (2010a) consider a firm that can invest in product-dedicated resources and totally flexible resources. Netessine et al. (2002) determine the optimal mix of different types of capacity considering the effects of increasing demand correlation. Analyzing the optimal mix of different kinds of ca-

capacity, however, these papers do not consider sourcing from external business partners.

Kamien et al. (1989) and Kamien and Li (1990) are one of the first publications that analyze capacity constraints in the context of subcontracting production in supply chains. Thereby, their most important result is that the optimal levels of production and inventory quantities are less variable if the option to subcontract exists. In our setting we will analyze how the usage of surplus capacity as a special kind of subcontracting will affect the usage of other MCS. Furthermore, there are several papers analyzing the impacts of flexibility in external supplier markets on capacity planning. In this context Tomlin (2006) studies the effect of volume flexibility of suppliers on the sourcing strategy of a firm. For this, the paper studies a single-product setting in which a firm can source either from an unreliable but cheaper or from a reliable but more expensive supplier. Furthermore the reliable supplier may possess volume flexibility. The author shows, that contingent rerouting may constitute a possible tactic if a supplier can ramp up its processing capacity, that is, if it has volume flexibility. Dong and Durbin (2005) study markets for surplus components, which allow manufacturers with excess component inventory to sell to firms with a shortage. The paper is motivated by recent developments in internet commerce, which have the potential to greatly increase the efficiency of such markets. Dong and Durbin (2005) derive conditions on-demand uncertainty that determine whether a surplus market will increase or decrease supplier profits. Another paper dealing with flexibility of supplier markets is that of Lee and Whang (2002). Within this paper the authors investigate the impacts of a secondary market, where resellers can buy and sell excess inventories. For this, the authors develop a two-period model with a single manufacturer and many resellers. The authors derive optimal decisions for the resellers regarding their ordering policies and analyze the effects of the secondary market both on the sales of the manufacturer and the supply chain performance. The last-named papers are closely related to our approach regarding the basic idea of a surplus market, where firms with a shortage of capacity or inventory can buy available overcapacities or excess inventories from other firms. In our context we consider an external providers' market, were, enabled by new developments in information technology, surplus capacities can be bought on-demand.

As a fundamental difference to our approach, the papers mentioned so far are concerned with physical products. Hence, the named papers are more concerned with the possible trading of (physical) excess inventories and its implications on capacity planning. However, in our approach we focus on the capacity planning problem of vendor, who does not produce and sell physical goods but provides a service (namely providing a business process) to customers. Thereby, we understand service in a management-oriented meaning as an interaction between a service provider and a service consumer that is described by the constituting characteristics of immateriality and the simultaneity of production and consumption (Chesbrough and Spohrer 2006; Rai and Sambamurthy 2006). According to this definition services are in general not storable, meaning that producing on stock and thus the building of excess inventories is not a possible strategy in this case.

The problem of capacity planning under uncertain demand for non-storable goods and in particular services has already been addressed in several papers. Especially the broad literature on call center outsourcing and the capacity planning problems considered therein are closely related to our case. The two “traditional” MCS considered in our paper, namely dedicated capacity and elastic capacity are e. g. discussed in detail in Aksin et al. (2008). In their paper the authors consider a call center outsourcing analysis and choice problem faced by a contractor and a service provider. Thereby, the service provider is faced with the choice between a volume-based and a capacity-based contract offered by a contractor and based on that aims at determining the optimal capacity levels. The paper determines optimal capacity levels and partially characterizes optimal pricing conditions under each contract. In terms of our paper thereby the pay-per-capacity contract corresponds to the MCS of using dedicated capacity whereas the pay-per-job contract corresponds to using elastic capacity (Aksin et al. 2008). The paper of Gans and Zhou (2007) also considers a client who can outsource some fractions of service calls to a vendor. Within their paper the authors also distinguish between volume or capacity based outsourcing contracts and analyze the centralized capacity and queuing control problem. Further papers dealing with outsourcing decisions in a service setting are e. g. Cachon and Harker (2002), Allon and Federgruen (2006) and Ren and Zhou (2008). Cachon and Harker (2002) study the competition between two service

providers with price- and time-sensitive demand by modeling this setting as a queuing game. One of their core results is that scale economies provide a strong motivation for outsourcing. In the outsourcing contract considered, the contractor charges a price per customer treated while committing a service level. This corresponds to our second MCS, namely the usage of elastic capacity. The work of Allon and Federgruen (2006) is also dealing with the competition between service providers. Within their paper they analyze the situation of retailers who are locked in price and waiting-time competition and have the option to outsource their call center service to a vendor. Thereby, among others volume-based contracts and their effects on supply chain coordination are analyzed. Ren and Zhou (2008) study contracting issues in an outsourcing supply chain that consists of a client and a vendor (call center), whereas the call center does outsourcing work for the client. In the model presented the call center decides on the staffing level as well as the effort to achieve a certain level of service quality. Within their paper Ren and Zhou (2008) analyze contracts the client can use to induce the call center to choose staffing and effort levels that are optimal for the supply chain.

Our approach differs from the papers outlined above as we explicitly take into account a possible on-demand usage of surplus capacity from an external providers' market. Whereas the MCS of using dedicated and elastic capacity as well as their combined usage have been widely addressed in literature, e. g. in Aksin et al. (2008) or Gans and Zhou (2007), their combination with the mainly IT-enabled option of using surplus capacity to our best knowledge has not gained attention in literature so far. Hence, in what follows we will study whether a combination of these three MCS can provide substantial economic benefit. For that, we develop an optimization model based on queuing systems considering the three MCS simultaneously. In doing so, the optimization model presented is a substantial extension to Dorsch and Häckel (2012). Before presenting our optimization model, in the next section we will now address research question 1.

3 Combining Traditional MCS with Surplus Capacity

As outlined in Figure F-1 (see introduction) we consider the situation of a service vendor that sources specific parts of a business process from external providers and thereby can choose between different MCS. Since the two “classical” MCS, dedicated capacity and elastic capacity are well known from literature, in this chapter we will focus on the IT-enabled MCS of surplus capacity in more detail. In particular, we will discuss preconditions for the use of surplus capacity as well as the economic potential of combining different MCS.

3.1 Preconditions for the Use of Surplus Capacity

The basic idea of surplus capacity is to buy available overcapacities from external service providers on short-notice which especially might be an additional strategy to cover peak demand. In contrast to elastic capacity that is usually based on rather long-term contractual relationships, surplus capacity represents a very temporary outsourcing-relationship: the vendor can switch dynamically between various external providers depending on which provider currently has sufficient surplus capacity available to handle the vendor’s peak demand. Therefore, an essential precondition for the use of surplus capacity is the existence of strong on-demand integration capabilities, meaning that business partner relationships can be established on-the-fly and thus can change frequently. Due to that, surplus capacity is gaining increasing importance in line with the strong market penetration of concepts like dynamic business process outsourcing and “Business Process as a Service (BPaaS)”, as these concepts are mainly based on dynamic integration capabilities. BPaaS recently has gained high attention going along with innovations in IT like Cloud Computing: In a survey of Vehlow and Golkowsy (2010) already 27 % of the providers of cloud computing services stated to offer BPaaS. Cloud platforms that are focused on the offering of BPaaS are e. g. IBM Business Process Manager, Appian Anywhere or Process Maker Live to name but a few. The increasing market penetration of BPaaS is also substantiated by a recent study of Gartner (2012) which predicts that BPaaS will grow from \$ 84.1 billion in 2012 to \$ 144.7 billion in 2016, generating a global compound annual growth rate of 15 %. Within the concept

of BPaaS services for standardized business activities such as e. g. importing high data volumes out of databases are also offered as services tailored to specific industries as e. g. life insurance origination fulfillment services. In contrast to the classical “IT Cloud” the concept of BPaaS is part of the so called “Service Cloud” as it also comprises the human part of processing work and service delivery.

As the dynamic switching between various external service providers is a basic element of the BPaaS concept, it is a rather straight-forward idea to draw on external providers with available surplus capacity on short notice in times of peak demand. However, to operationalize this approach especially some preconditions regarding the supply of information have to be fulfilled. In particular, a vendor that intends to use surplus capacity has to determine which external providers offering the required BPaaS have sufficient overcapacities at the moment respectively by when capacity will be available. Thus, the vendor’s IT-platform has to allow a continuous, mostly automated evaluation of external providers and on the other hand all relevant information has to be provided by the external providers’ market. To provide this information necessary technologies are established to a large extent. Widely recognized approaches for the support of information exchange between business partners are ebXML and RosettaNet which represent high-level frameworks. Furthermore, various product vendors focused on B2B integration like e. g. Oracle and IBM offer B2B gateways that integrate B2B protocols with internal processes. In recent years, in particular the web service paradigm coming along with service repositories and well described services based on standardized description languages has evolved as one of the primary standards for a quick and mostly automated evaluation and integration of service providers (Grefen et al. 2006). Furthermore, in the field of on-demand services so called service marketplaces like e. g. SAP Service Marketplace, HubSpot or Zimory have developed where firms that offer or/and demand certain services can interact in a highly dynamic manner (Grefen et al. 2006; Weinhardt et al. 2009). The basic idea of these service marketplaces is to provide an information platform that enables a coordinated interplay of customers and providers. In this way, such service marketplaces can also be used to foster an efficient usage of capacity on the external providers’ market by matching excess demand of customers with available surplus capacity of providers. A dynamic matching of ca-

capacity demand and supply can be supported by dynamic pricing mechanisms like e. g. auctions that are widely discussed in literature (Anandasivam and Premm 2009; Weinhardt et al. 2009; Wurman 2001).

To summarize, we can state that preconditions for the use of surplus capacity especially exist with respect to on-demand integration capabilities and an adequate supply of information regarding the external providers' market. However, the necessary technologies are already established to a large extent and surplus capacity is supposed to gain increasing relevance in line with the broad establishment of business models based on concepts like BPaaS. Thus, in the following chapter we will take a closer look on the potential economic benefits of combining surplus capacity with "traditional" MCS.

3.2 Economic Potential of Combining Different MCS

Before introducing our optimization model, in this section we will discuss in more detail, in which cases does combining the considered MCS promise economic benefits in general. Thereby, especially the specific characteristics of the different MCS have to be taken into account. In a quick overview the considered MCS can be described by the following characteristics as outlined in Table F-1.

As this characterization shows, each of the considered MCS involves specific strength and weaknesses: Dedicated capacity carries the advantage of high availability, as a fixed amount of capacity is exclusively reserved for the vendor. However, it represents a non-elastic MCS, meaning that capacity cannot be aligned to peaks or drops in customer demand. In contrast, elastic capacity allows a (fully) elastic alignment to volatile customer demand and can be regarded as mainly riskless due to the committed SLA. On the other hand, it might come along with high variable costs per job treated. Surplus capacity may allow the on-demand use of cheap overcapacities, but involves the risk that overcapacities are not available to a sufficient extent at the external providers' market. However, only based on these general strength and weaknesses, it is not yet possible to draw a valid conclusion about the general advantageousness of a certain MCS or the combination of different MCS. To be able to do so, the concrete peculiari-

ties of each MCS (e. g. concrete level of variable or fixed costs within the different MCS) as well as the actual service level the vendor commits toward the customer have to be taken into account. Thus, in the following we will briefly discuss exemplarily constellations in which either the usage of only one MCS or else the combination of two or more MCS tends to be dominant strategy regarding the goal to minimize total operating costs.

Table F-1 Overview of the Characteristics of MCS Under Review

Criterion	Dedicated capacity	Elastic capacity	Surplus capacity
General Description	Ex ante reserved capacity of external service providers	Capacity of external service providers	Capacity of external service providers
Falls due for payment	in advance for a certain time period	when used	when used
Fixed costs	for every unit of capacity	negligible	negligible
Variable costs	negligible	for every order	for every order
Availability	Fixed maximum capacity exclusively assigned (SLA backed)	Elastic amount of capacity available on short notice (SLA backed)	Capacity available only when resources of the market are underutilized (not SLA backed).
Elasticity	none	maximal (possibly restricted to given limits)	exogenous
Specifics	volume discounts (concave fixed costs)	bounds, penalties (e. g. convex costs) or reduced service level for excess usage	Variable costs expected to be lower than classic pay-per-job
Risk with regard to availability and elasticity	idle-costs of underutilization and waiting costs due to capacity shortage	waiting costs due to reduced service level or rising variable costs resp. for excess usage	waiting costs due to a lack of available capacity
Generally useful for	Average Load	Average and Peak Load	Peak Load

The use of only dedicated capacity in particular might be a dominant strategy, if a high service level is committed towards the customer, variable costs for elastic capacity are very high compared to the fixed costs of dedicated capacity and surplus capacity is regarded as very risky due to availability concerns. In such cases the use (of a rather high level) of dedicated capacity can be beneficial, as the vendor can avoid the use of either costly elastic capacity or risky surplus capacity to fulfill the committed high service level in times of peak demand. In contrast, elastic capacity can be a dominant MCS, if its variable costs are lower than the comparable fixed costs of dedicated capaci-

ty and surplus capacity is regarded as very risky. In this case it might be favorable to cover not only peak demand but also the average load with elastic capacity. And finally, surplus capacity may be the dominant MCS for the vendor, if the committed service level toward the customer is rather low, surplus capacity is “known” to be available to a sufficient extent and at the same time is comparably cheaper than dedicated and elastic capacity. As in such cases waiting times are acceptable to the greatest extent due to the low service level committed, it might be favorable to cover the whole demand with cheap surplus capacity.

However, even if there might be situations where one of the considered MCS is a dominant solution, one has to bear in mind that this is usually only the case in very specific constellations regarding peculiarities of the different MCS and the SLA toward the customer. In many cases no dominant MCS will exist and consequently a combination of different MCS might offer economic benefits. As a first possibility, dedicated and elastic capacity could be combined in such a way that dedicated capacity is used for covering the average load of demand, whereas the elastic capacity covers peak demand that exceeds dedicated capacity. The main advantage of such a combination is a significantly improved flexibility to react on temporary peaks in demand. In particular, the vendor is not forced to pay in advance for a high level of dedicated capacity to cope with potential peak demand and thus reversely reduces the risk of high idle costs in times of low demand significantly. On the other hand, the more expensive elastic capacity is only used for processing peak demand and thus to avoid costly violations of the committed SLA, while the average load is still processed with the usually cheaper dedicated capacity. To summarize, combining these two MCS is supposed to provide economic benefits compared to their stand-alone usage (Aksin et al. 2008). Analogously the combination of dedicated capacity and surplus capacity may offer economic benefits. Once again, dedicated capacity could be used to cover the average load, while surplus capacity is used for handling peak demand. Due to the possible advantage of surplus capacity in terms of a lower price per job and its associated risk in terms of higher waiting costs compared to elastic capacity, no simple assessment is possible on whether it is more advantageous to combine dedicated capacity with elastic capacity or surplus capacity. According to these characteristics combining all three MCS can turn out to be a

dominant strategy. Within such a strategy, the vendor might use dedicated capacity to cover average load. In case the peak demand exceeds dedicated capacity the vendor in a first step could try to cover capacity shortage by buying surplus capacity from the external providers' market to benefit from the more favorable prices. If capacities on the externals providers market are highly utilized and thus waiting times tend to be high, the vendor could in a second step fall back on the more expensive elastic capacity. Finally, it should be mentioned that combining elastic capacity and surplus capacity without using dedicated capacity in general is not expected to be beneficial, as this means combining an expensive with a risky MCS. So, in this case even the average load either has to be covered by usually expensive elastic capacity or by risky surplus capacity.

Having defined the different MCS as well as their basic suitability in trivial cases, we are now prepared to answer the second research question regarding a quantitative analysis of a combination of these models. For this purpose we consider all relevant characteristics of the three-stage business process outsourcing relationship outlined in the introduction along with the different MCS within a quantitative model in the following section. By analyzing this model in a subsequent step we are then able to examine different combinations of capacity supply concerning the related effects and possible economic benefits.

4 Modeling the Three-Stage Business Process Outsourcing Relationship

There are two essential decisions, the service vendor has to make when combining different MCS. These decisions as well as the underlying trade-offs have a significant influence on the modeling approach. So we start this section with a brief explanation of both decisions and the corresponding modeling approach before we introduce the required assumptions and cost functions of the model.

4.1 Decisions of the Service Vendor and Modeling Approach

By combining different MCS, the vendor uses the specific strength and weaknesses of each model to minimize the total operating costs arising from the execution of orders. Combining MCS thereby means that the vendor has the choice about the MCS he uses to execute an incoming order. Consequently, he decides by considering the trade-off between the specific execution costs and waiting costs associated with the different models and choosing the model with lowest costs. Facing volatile demand, this decision has to take place for every single order at the very moment it arrives as the waiting times for dedicated and surplus capacity depend on its current utilization and availability respectively.

Furthermore, when using dedicated capacity as one of the MCS an upstream decision has to be made about the amount of dedicated capacity to be reserved to execute orders. Due to the specific characteristics of this MCS, this decision has to take place *ex ante* and cannot be adjusted in short-term following the volatile demand. Thus, the vendor has to decide by considering the trade-off between too much capacity and excessive costs of (idle) capacity and too little capacity and excessive waiting costs.

Understandably, both decisions interact as waiting times for dedicated capacity depend on the amount of *ex ante* reserved capacity as well as the number of orders allocated. Consequently, along with an optimal allocation of orders, the optimal amount of dedicated capacity has to be determined within the model.

Looking at the decision about the amount of dedicated capacity first, its relevant characteristics and the resulting economic trade-off indicate the use of queuing theory as the basis for our modeling approach. Being an operation research method, queuing theory provides models to represent and analyze queuing systems handling volatile demand using a limited amount of capacity. These models enable e. g. the quantification of waiting times or the number of orders in the queuing system at any point of time and help to enhance the performance of queuing systems. A central issue addressed with queuing theory is the optimization of queuing systems, e. g. of the amount of capacity with its associated costs or the maximum time an order has to wait for execution after arrival. Thus, the described trade-off related with dedicated capacity

can be easily modeled relying on the basic assumptions of queuing theory as e. g. described in Gross et al. (2008).

Dedicated capacity then is represented by a queuing system which has to be complemented with the two other MCS to allow the evaluation of all three models in combination. Modeled as separate queues, where all relevant parameters like waiting times etc. are exogenous, the final model results in the integrated queuing system illustrated in Figure F-2 ready to be evaluated regarding the allocation of incoming orders.

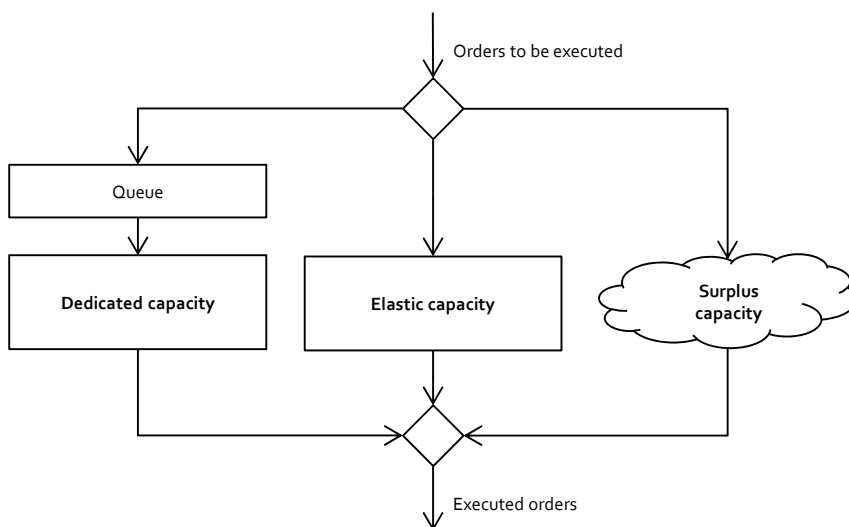


Figure F-2 Integrated Queuing System Representing All MCS

Regarding to the decision problems we choose this modeling approach in accordance to a wide base of literature (Bondareva and Seidmann 2012; Gans et al. 2003; Gans and Zhou 2007; Hühn et al. 2009; Milner and Olsen 2008) using queuing systems to model similar problems and decisions (e. g. call center or web service optimization problems). Especially when it becomes necessary to analyze detailed implementations of different MCS, queuing models are a usual approach (Aksin et al. 2008; Gans et al. 2003).

Having explained the basis for our modeling approach, we now proceed with the required assumptions to describe the model of the three-stage business outsourcing relationship in a structured way. These assumptions determine the different supply-chain-units along with their interaction, the characteristics of the different MCS and the deci-

sions and trade-offs the vendor faces when combining MCS as described in Section F-3. Together they build a framework for the quantitative analysis required to answer the second research question which will be carried out with the simulation study in Section F-5.

4.2 Supply-Chain-Units and Their Interaction in the Business Process Outsourcing Relationship

The vendor offers a business process containing several process activities to his customer. Each order sent from the customer triggers this business process. Immediately after arrival of an order, the vendor starts to execute all necessary activities sequentially. After finishing the last activity, the processed order is sent back to the customer. The time between the beginning of the first activity and the end of the last activity of the business process is called processing time. Some process activities which are offered by external providers as standardized services are not executed by the vendor himself. For these activities the vendor uses external capacity with different contractual agreements and combines these MCS to minimize his total operating costs c for the business process as a whole. Figure F-3 illustrates this three-stage business process outsourcing relationship in an exemplary business process view.

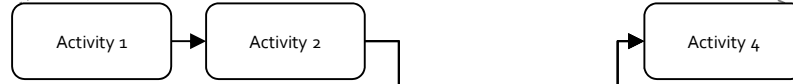
The arrival rate λ , i. e. the number of time-critical orders sent from the customer per unit time is random. Based on historical data and contractual agreements respectively the statistical distribution of λ can be approximated. The planning horizon is assumed to be finite and divided into equidistant time units.

A service level s is guaranteed to the customer regarding the processing time. Any order which does not keep up to this commitment causes costs c_g per order. A possible service level thereby might be a maximum processing time with monetary compensation for each time unit the order exceeds this limit or a fixed penalty for all orders of a given time frame which are not executed ahead of a final deadline.

General business process outsourcing relationship:



Business Process offered by the vendor (single activities):



Activity executed using *dedicated capacity*:

Activity executed using *elastic capacity*:

Activity executed using *surplus capacity*:

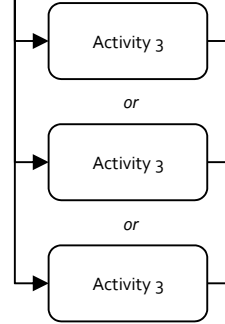


Figure F-3 The Three-Stage Business Process Outsourcing Relationship in an Exemplary Business Process View

4.3 Execution of Orders With Dedicated Capacity and Basic Optimization Problem of the vendor

Using dedicated capacity, the vendor has to decide ex ante about the number of orders y which can be handled simultaneously, which minimizes the total operating costs:

$$\min_y c(\lambda, y, s)$$

Thereby the dedicated capacity works as a queuing system with the following characteristics: Unless all units of dedicated capacity are busy, the execution of orders starts immediately with the arrival of an order. Otherwise each order lines up in an infinite waiting queue. The queued orders will be executed immediately after dedicated capacity is available according to the first in/first out principle. The time frame the order stays in the queue is called waiting time and extends the processing time. One order uses at least one unit of capacity. Free units of capacity are idle.

The execution time t_d for one order depends on the individual characteristics of the order. Based on historical data the statistical distribution of t_d can be estimated. The total number of orders executed with dedicated capacity is denoted with o_d . There are

fixed costs c_f per unit capacity. The execution itself might cause additional variable costs c_d per order.

4.4 Execution of Orders With Elastic Capacity

Elastic capacity is available with infinite amount on a pay-per-job basis. With this MCS the provider commits to start with the execution of orders immediately after it arrives. Because this applies for any amount of orders sent to this external provider, there are no waiting times. The execution time t_e for one order depends on the individual characteristics of the order. Based on historical data the statistical distribution of t_e can be estimated. The total number of orders executed with elastic capacity is denoted with o_e . There are no fixed costs but variable costs c_v which come up with the execution of an order.

4.5 Execution of Orders With Surplus Capacity Offered by the External Providers' Market

In addition to dedicated and elastic capacity external providers which are able to execute orders offer surplus capacity building the external providers' market. Regarding the availability of this MCS no service level is agreed. An order therefore can be executed with surplus capacity only if one or more external providers are (temporarily) underutilized and surplus capacity is offered. As this might not be the case to that very moment an incoming order has to be executed, there may be an endogenous waiting time for an order sent to the external providers' market.

According to the real world situation, the relevant parameters of dedicated and elastic capacity are known in advance, can be approximated as a statistical distribution based on historical data or can be calculated evaluating the queues (e. g. the waiting time for dedicated capacity). This does not hold true for the waiting time of an order sent to the external providers' market and the corresponding execution costs c_s . These parameters are endogenous and depend on the point in time an order has to be executed. For this purpose, we pick up our discussion in Section F-3.1 and assume for the external providers' market:

The vendor's IT-platform allows a continuous evaluation and integration of the external providers' market where all relevant information is provided. The necessary technologies (e. g. service repositories and well described services based on standardized description languages) for a quick and mostly automated evaluation and integration of service providers operating at this market are established. For this reason, the endogenous time frame a until the next unit of surplus capacity is available on the external providers' market and the corresponding execution costs c_s can be determined at any point of time. The execution time t_s for one order depends on its individual characteristics. Based on historical data the statistical distribution of t_s can be estimated. The total number of externally routed orders is denoted with o_s . There are no additional fixed costs.

The absence of a service level agreement for surplus capacity therefore carries risk. With $a > 0$ orders cannot be executed immediately and this exogenous waiting time might be too long to meet up with the service level agreed to the customer. This risk has to be considered to make an appropriate decision about relying on this sourcing model.

4.6 Extended Optimization Problem and Detailed Objective Function

Having defined the characteristics of each MCS determining the trade-off to be considered when deciding about how incoming orders have to be allocated to minimize the total operating costs, we are now able to state the extended optimization problem. This extended optimization problem incorporates both decisions, the vendor has to make when combining MCS by considering all corresponding trade-offs within one objective function. This can be done by adding all costs of the MCS described above. The detailed objective function minimizing the total operating costs then reads (see Table F-2 for an overview of the notation used):

$$\min_y c = c_f y + c_d o_d + c_e o_e + c_s o_s + c_g(\lambda, y, o_d, o_e, o_s, s, t_d, t_e, t_s, a)$$

Table F-2 Notation Overview

Category	Notation	Description
Costs	c	Total operation costs
	c_f	Fixed costs of one unit of dedicated capacity
	c_d	Variable costs of one order executed with dedicated capacity
	c_e	Variable costs of one order executed with elastic capacity
	c_s	Variable costs of one order executed with surplus capacity
	c_g	Costs associated with the service level guaranteed to the customer
Orders	o	All orders sent from the customer to the vendor
	o_d	All orders executed with dedicated capacity
	o_e	All orders executed with elastic capacity
	o_s	All orders executed with surplus capacity
Execution time	t_d	Execution time of one order executed with dedicated capacity
	t_e	Execution time of one order executed with elastic capacity
	t_s	Execution time of one order executed with surplus capacity
Other	y	Amount of dedicated capacity (optimization variable)
	λ	Arrival rate of orders sent from the customer to the vendor
	a	Waiting time for an order sent to the external providers' market
	s	Service level guaranteed to the customer

The total operation costs including all three MCS consists of three major parts: the fixed costs of dedicated capacity, the different variable execution costs of each MCS and the costs associated with the service level guaranteed to the customer. Thus the detailed objective function represents the integrated queuing system outlined in Figure F-2, which has to be evaluated to answer the second research questions of this paper.

4.7 Evaluating the Extended Decision Problem: Introducing the Routing Algorithm

By integrating the MCS within the extended optimization problem, we are now able to determine the efficient combination of these MCS. Although queuing theory provides a strong mathematical foundation to evaluate queues and several queuing systems, the necessary evaluation for the queuing system presented cannot be done analytically.

However, to derive interpretable results, a discrete-event simulation is a typical approach to evaluate queuing systems (Gross et al. 2008) and moreover often used to

simulate business process related topics (Greasley 2003; Hlupic and de Vreede 2005; Melao and Pidd 2003; Nidumolu et al. 1998). Therefore we will also rely on a simulation based evaluation of the queuing system to derive results for different scenarios capturing the relevant influencing factors and to answer the second research questions. Using a simulation approach furthermore has the advantage that a wide range of possible settings of the three-stage business process outsourcing relationship (e. g. limited business hours, day and night operation, overtime work, alternating processing times) can be considered easier as in an analytical model, making the model applicable for many different scenarios found in practice.

The central component of the simulation model is an order routing algorithm. This algorithm decides for every incoming order which MCS should be used. As mentioned above this decision is made on the complete processing costs an order raises. These costs subsume all characteristics which have to be taken into account, e. g. the current processing time with regard to the service level agreed to our customer, fixed and variable costs, quantity discounts or minimum purchasing quantity as described in the previous sections.

The routing algorithm determines the processing costs and works as follows: With each arrival of an order the processing costs of the MCS are evaluated and the one with lower processing costs is chosen. Therefore, the algorithm first determines the execution time for each MCS. For dedicated capacity it is determinable as the state of the system is known: It depends on the capacity available, the arrival rate of orders and the execution time. For elastic capacity, the execution time is determined within the negotiated contract. And for surplus capacity, the time frame a until free capacity is available on the external providers' market, has to be retrieved to determine the execution time. Second, along with variable execution costs and the costs possibly incurring from the service level agreed, the execution costs can be calculated for each MCS.

Running the simulation for different amounts of dedicated capacity the corresponding total operation costs can be determined. The simulation run with lowest costs reveals the optimal amount of dedicated capacity as well as the efficient allocation of orders to MCS.

For further analysis and to derive interpretable results, we implemented a discrete-event simulation along with the routing algorithm and performed a simulation study presented in the following section.

5 Evaluating the Effect of Surplus Capacity

For the simulation study we rely on a real world example of the securities trading and settlement process. The business process outsourcing relationship of this real world example is described before introducing two scenarios analyzed to examine the effect of combining MCS and especially the usage of surplus capacity. Then we describe the set up for the discrete event simulation and present the results subsequently.

5.1 Real World Example: The Securities Trading and Settlement Process

The securities trading and settlement process contains all necessary activities to be executed when securities are sold or bought e. g. via the stock exchange. This process is a typical case addressed with our model. It is a business process most financial service providers source from a specialized business partner called “transaction bank”. A large number of orders have to be processed in time to meet regulatory standards and to avoid penalties or losses of interest when payments are not executed in time. Therefore detailed service levels are agreed. With few exceptions this process is fully digitalized and standardized through regulations and cross-company agreements. Nevertheless some manual interventions are necessary, especially after an order is placed and the corresponding transaction is closed. Within the settlement process for example, digitalized documents have to be checked, files and reports have to be completed or fees must be calculated. Figure F-4 illustrates the exemplary business process outsourcing relationship with the financial service provider as customer and the transaction bank as vendor for the securities trading and settlement process.

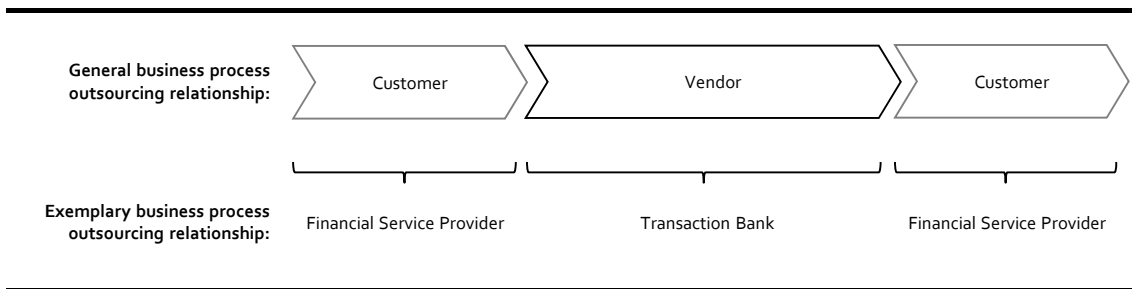


Figure F-4 Exemplary Business Process Outsourcing Relationship: The Securities Trading and Settlement Process

Optimizing capacity for manual interventions is usually an important problem for the transaction bank. The margins for this business process are small and therefore the total operating costs should be kept as small as possible. However the limited time for execution has to be taken into account. Along with the volatile arrival rates of incoming orders there is a trade-off between idle times or delayed execution respectively. Therefore these manual interventions performed on orders are the starting point for capacity optimization. They represent the parts of the business process, for which the vendor combines the different MCS offered by external service providers.

Based on this real world example we define two scenarios for the simulation study, useful to examine the economic impact of combining MCS and especially the role of using surplus capacity. The following sections describe the parameter settings used in these scenarios. Concerning the parameters used we designed scenarios which are not representing trivial cases with obvious dominant MCS as discussed in Section F-3 as a combination of MCS then never would lead to an economic benefit.

5.2 Scenario 1: Examining the Combination of MCS

The input data for our basic scenario is determined as follows: The vendor accepts orders every working day between 7 a. m. and 10 p. m. Analyzing historical data reveals different peaks concerning the arrival rate of orders depending on exogenous factors. Dividing the 15 hours of order acceptance in seven time frames, the arrival rate within each time frame is approximated by an exponential distribution as summarized in Table F-3.

Table F-3 Arrival Rates Within a Working Day (Mean Number of Orders Per Minute)

7:00 a.m. – 8:30 a.m.	8:30 a.m. – 2:00 p.m.	2:00 p.m. – 3:00 p.m.	3:00 p.m. – 6:30 p.m.	6:30 p.m. – 8:00 p.m.	8:00 p.m. – 9:30 p.m.	9:30 p.m. – 10:00 p.m.
60	3	30	20	4	50	3

The manual interventions performed on an order take 4 minutes in average, no matter what MCS is used. One unit of capacity y causes fixed costs amounting to EUR 240 a working day. There are no additional variable costs.

It is necessary to execute orders in time and it is necessary that no order is left unexecuted. The service level agreement between the transaction bank and the financial service provider therefore consists of two deadlines: First, each order has to be processed and sent back to the financial service provider within a fixed time frame. With regard to all other activities within the whole business process the execution time of all supporting activities on one order then must not exceed 12 minutes. For each minute an order exceeds this time frame, a compensational payment of EUR 0.033 is due. Second, there is a final processing deadline at 12 p. m. for each working day. For each order which is not processed within this deadline the compensation rises to a penalty of EUR 51.

For elastic capacity, the price of executing supporting activities on one order is fixed by EUR 2.60. The external providers' market was evaluated revealing an average price of EUR 2.40 for an order executed with surplus capacity. Based on historical data, the waiting time for surplus capacity of the external providers' market is approximated (being a single customer to a set of service providers we assume no substantial effects on this waiting times routing orders externally): During a working day three time frames with different utilization are identified. Each time frame shows different waiting times for surplus capacity which can be approximated by a normal distribution as outlined in Table F-4 (to avoid negative values we used a truncated normal distribution within the simulation).

Table F-4 Distribution Parameters of the Exogenous Waiting Time Until an Order Can Be Executed at the External Provider's Market in Scenario 1 (Mean and Standard Deviation in Minutes)

7:00 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 6:00 p.m.	after 6:00 p.m.
$\mu = 55:00; \sigma = 12:00$	$\mu = 12:00; \sigma = 2:10$	$\mu = 16:40; \sigma = 4:00$

Orders sent to the external provider's market have to wait for surplus capacity according to these time frames. The routing decision is made immediately after the orders arrived depending on the processing costs. Due to operational reasons subsequent changes to this decision are not possible.

5.3 Scenario 2: Examining the Role of Surplus Capacity When Combining MCS

To examine the role of surplus capacity when combining MCS a second scenario is defined picking up a characteristic of surplus capacity the vendor has to consider carefully: Using surplus capacity, the absence of a service level agreement carries risk. With waiting time $a > 0$ orders cannot be executed immediately and this exogenous waiting time might be too long to meet up with the service level agreed to the customer. On the external providers' market, waiting time is exogenous and cannot be affected by any of the vendors' decisions. Therefore it is interesting how a change in availability of surplus capacity affect the simulation results. To examine this influence, we define this scenario 2, where different distribution parameters apply to the waiting time as outlined in Table F-5.

Table F-5 Distribution Parameters of the Exogenous Waiting Time Until an Order Can Be Executed at the External Provider's Market in Scenario 2 (Mean and Standard Deviation in Minutes)

7:00 a.m. – 12:00 noon	12:00 noon – 6:00 p.m.	after 6:00 p.m.
$\mu = 16:40; \sigma = 7:00$	$\mu = 45:00; \sigma = 6:40$	$\mu = 5:00; \sigma = 4:00$

In scenario 1, the waiting times are high in the morning and in the evening while scenario 2 shows long waiting times occurring in the afternoon. This contrary behavior is chosen as it reflects two opposite settings compared to the arrival rate: In the scenario 1, waiting times are high when the arrival rate of orders sent to the vendor is high. In scenario 2, long waiting times occur mostly in correspondence with a low arrival rate.

5.4 Discrete Event Simulation Set Up

To evaluate the extended optimization problem, the following procedure is applied: We perform multiple simulation experiments with increasing integer values for dedicated capacity. Each experiment consists of 100 independent simulation runs (samples) to ensure the validity of simulation results. This number was chosen as several tests showed that an increasing number of samples did not affect the results significantly. For each run the total operating costs are determined. Starting the experiments with one unit of dedicated capacity, we increase the value by one unit before the next experiment is started, which ensures the solution to be an integer value. This is done until the results of an experiment show that no waiting occurs for dedicated capacity for all runs. From this it follows that a further increase of capacity does not have any positive effect concerning the total operating costs. Finally, comparing the average total operating costs for each experiment and choosing the one with the lowest costs then lead to the optimal amount of dedicated capacity and in combination with the recordings of the number of orders routed to the different MCS, the efficient combination is found.

With regard to the simulation time it is convenient that all working days of the real world example are independently of each other (e. g. no unexecuted orders left due to the processing deadline) and the relevant events which determine the optimal amount of dedicated capacity are recurrent each bank working day. Thereby it is sufficient to simulate a single working day to determine the optimum.

For each simulation run, incoming orders are generated randomly following their statistical distributions. Whenever a new time frame is reached, the arrival rate is adapted. Concerning the availability of surplus capacity a random value is generated from the corresponding statistical distribution each time an order arrives. This random value

represents the time frame the respective order has to wait until it can be executed on the external providers' market. It is used by the routing algorithm to determine the corresponding processing costs.

The routing algorithm determines the current execution costs of the different MCS each time an order arrives. Then it routes the order to the path with lowest expected costs. Thereby the execution costs of dedicated capacity result from the service level agreement with the customer only. There are no variable costs and all fixed costs are sunk costs which must not be taken into account. From the service level agreement with the customer costs can occur in two different ways: If an order cannot be processed ahead of the final processing deadline, the penalty has to be considered within the processing costs. Otherwise, if the agreed processing time per order is exceeded costs per minute are charged. For elastic capacity only the variable costs exists as no waiting time has to be concerned. For surplus capacity finally, the execution costs consist of the variable cost per order and the costs resulting from waiting.

5.5 Numerical Results and Analysis

For both scenarios, the simulation was performed for any combination of the three sourcing models under review. The numerical results are summarized in Table F-6. Analyzing the results leads to the following statements.

Concerning scenario 1, especially the combination of dedicated and elastic capacity leads to a reduction of total operating costs. This is due to the fact that all orders formerly causing very high waiting costs are now executed with elastic capacity reducing the waiting time for dedicated capacity. Compared to this combination, the combination of all three MCS does not lead to any changes within the total operating costs as the external providers' market apparently cannot provide surplus capacity which is cheapest regarding the execution costs for any order requiring supporting activities. Only in combination with elastic capacity several orders are routed to the market but without positive effects on the total operating costs.

F Combining models of capacity supply to handle volatile demand

Table F-6 Numerical Results of the Simulation Study

SCENARIO 1	dedicated capacity only	elastic capacity only	dedicated and elastic capacity	dedicated and surplus capacity	elastic and surplus capacity	dedicated and elastic and surplus capacity
optimal amount of dedicated capacity y [units]	120	0	93	120	0	93
number of orders executed with dedicated capacity	17,313	0	15,630	17,313	0	15,630
number of orders executed with elastic capacity	0	17,313	1,683	0	11,614	1,683
number of orders executed with surplus capacity	0	0	0	0	5,699	0
total number of orders executed	17,313	17,313	17,313	17,313	17,313	17,313
total operating costs [EUR]	39,041.30	45,013.80	38,690.75	39,041.30	44,549.37	38,690.75
costs of dedicated capacity [EUR]	28,800.00	0	22,320.00	28,800	0	22,320.00
costs of order execution with elastic capacity [EUR]	0	45,013.80	4,375.80	0	30,196.40	4,375.80
costs of order execution with surplus capacity [EUR]	0	0	0	0	13,677.60	0
costs associated with service level guaranteed to customer [EUR]	10,241.30	0	11,994.95	10,241.30	675.37	11,994.95
SCENARIO 2	dedicated capacity only	elastic capacity only	dedicated and elastic capacity	dedicated and surplus capacity	elastic and surplus capacity	dedicated and elastic and surplus capacity
optimal amount of dedicated capacity y [units]	120	0	93	92	0	93
number of orders executed with dedicated capacity	17,313	0	15,630	15,462	0	15,462
number of orders executed with elastic capacity	0	17,313	1,683	0	5,698	0
number of orders executed with surplus capacity	0	0	0	1,851	11,615	1,851
total number of orders executed	17,313	17,313	17,313	17,313	17,313	17,313
total operating costs [EUR]	39,041.30	45,013.80	38,690.75	38,462.11	44,288.11	38,650.23
costs of dedicated capacity [EUR]	28,800.00	0	22,320.00	22,080.00	0	22,320.00
costs of order execution with elastic capacity [EUR]	0	45,013.80	4,375.80	0	14,814.80	0
costs of order execution with surplus capacity [EUR]	0	0	0	4,442.40	27,876.00	4,044.00
costs associated with service level guaranteed to customer [EUR]	10,241.30	0	11,994.95	11,939.71	1,597.31	12,286.23

Scenario 2 leads to different findings regarding an efficient combination of MCS: As the change in availability of surplus capacity only affects the results of combinations which rely on surplus capacity, the first three columns do not change compared to scenario 1. From the following columns, however, the use of surplus capacity has to be evaluated more positively: In combination with elastic capacity, surplus capacity now executes the main part of orders. Within the combination of all three MCS, surplus capacity replaces the elastic capacity in support of dedicated capacity as the execution costs are constantly lower than within the elastic capacity. Furthermore, comparing both scenarios is interesting as it reveals that surplus capacity can be used particularly when the utilization of the external providers' market does not follow the peak loads of the vendor.

Summarizing, the simulation reveals, that there are positive effects by combining dedicated and elastic capacity, as even with high execution costs the latter one can support dedicated capacity in executing orders otherwise would have been causing excessive waiting costs. The external providers' market is valuable especially when utilization of capacity on the external providers' market does not follow the peak loads of the counterpart buying this capacity for his excess demand. This holds true particularly for different industry sectors, where peak demand might not occur simultaneously and the surplus capacity provided by other industries is suitable to work on the specific demanded tasks.

6 Summary and Further Research

Enabled by new developments in information technology, like e. g. the growing diffusion of service-oriented infrastructures suitable for the integration of web services as well as corresponding description languages, the dynamic integration of business partners has become considerably easier. This development is e. g. reflected in the rapidly increasing market penetration of business paradigms like dynamic business process outsourcing or the closely related BPaaS. The possibility to establish new business relationships simple and fast also enables new and more flexible MCS for service pro-

viders. Based on these developments in the paper at hand we focused on the capacity planning problem of a service vendor who can choose between three different MCS. Thereby, in addition to the two “traditional” MCS dedicated capacity and elastic capacity we took into account the option to use surplus capacity from the external providers’ market. While the two MCS dedicated capacity and elastic capacity have been widely addressed in literature in the context of capacity planning and sourcing problems for non-storable services; e. g. in Aksin et al. (2008) or Gans and Zhou (2007), an integrated analysis that also considers the use of surplus capacity is still missing. Thus, our paper contributes to literature in particular in the following ways: First, we provide an optimization model that allows for the simultaneous analysis of the three different MCS by modeling them as one integrated queuing system. Second, based on our optimization model we analyze how the different MCS can be combined to minimize the total operating costs of a service vendor. Third, we show the economic potentials of using the IT-enabled MCS surplus capacity and how it affects the usage of “traditional” MCS. Coming along with these contributions some managerial implications arise. First of all, the optimization model developed in our paper might serve as theoretical base for developing a decision support system that allows service vendor to optimize their capacity planning decisions. As the optimization model due to its flexibility allows the consideration of a wide range of different settings, a decision support systems based thereupon especially could be helpful to support management decisions in dynamically changing market environments. Furthermore, the results of our simulation study give rise to the assumption that the high upfront-investments in on-demand integration capabilities might pay off in the mid to long-run due to the economic potentials of using surplus capacity. Finally, service providers might consider to offer non SLA backed surplus capacity as a distinct business model, as it allows selling available overcapacities at least at a cheap price and thus helps to avoid high idle costs. This implies that service providers should consider joining service marketplaces where capacity demand and capacity supply can be matched dynamically.

Regarding the applicability of our model we would like to highlight the following: Within the case study only a small part of possible settings which can be evaluated using the model are considered. However, based on the optimization model and the

simulation approach various different settings can be analyzed. In fact, our approach can easily be customized to the characteristics of various business process outsourcing relationships that can be modeled as a queuing system and thus enables determining the optimal sourcing and capacity planning policy for a wide range of business process outsourcing relationships. On the other hand, the main challenges for the applicability of the model are: Various historical data is needed as input for the simulation. As internal data about incoming orders or execution times are traceable or can be derived from contractual agreements, gathering data from external service providers could be difficult. As buying surplus capacities from the external providers' market supports these companies to ensure their capacity utilization this might be an incentive to provide the relevant information. Furthermore, there has to be a market providing all necessary tasks which have to be outsourced. However, following recent developments e. g. discussed under the labels of "cloud computing" and "BPaaS" shows that a wide range of very different services is supplied already.

Regarding potential extensions of the optimization model presented, in particular the two following aspects promise further insights in the mechanisms of combining MCS in a cloud service environment: Firstly, the model presented leaves room for improvement as it currently applies only to scenarios where one activity or consecutive activities of a business process are executed by external service providers. Modeling more complex business processes would require a queuing network considering e. g. different arrival times, processing times and a more complex layout of activities suitable for external execution. Secondly, a more detailed modeling of external service providers and their behavior regarding price setting and capacity decisions would be a next logical step in analyzing the peculiarities of business process outsourcing relationships. Thus, e. g. the capacity and price setting decisions of an external service provider offering elastic capacity could be considered depending on his committed SLA. This would allow for modeling a set of different pay-per-job contracts that differ on their ratio of charged price and offered service quality. Consequently, the vendor now could decide – in addition to the two other MCS – on a set of different SLA backed pay-per-job contracts that may enables a more fine-grained capacity planning. Furthermore, the pricing processes on the market for surplus capacity could be model explicitly. In doing so,

e. g. the relationship between the general level of utilization of market capacity and the resulting (market) price for surplus capacity could be modeled. Therewith, e. g. the risk of price jumps due to a temporary high utilization of market capacity could be considered within the model. In addition, considering correlations between the volatile demand of the service vendor and the level of capacity utilization of the external providers' market could be a further step for analyzing the risks involved with using surplus capacity in more detail.

7 References for Chapter F

- Adenso-Diaz B, Gonzalez-Torre P, Garcia V (2002) A capacity management model in service industries. *International J Serv Manag* 13(3):286-302
- Allon G, Federgruen A (2006) Outsourcing Service Processes to a Common Service Provider under Price and Time Competition. Working Paper, Kellogg School of Management, Northwestern University, Evanston, IL
- Aksin Z, de Vericourt F, Karaesmen F (2008) Call Center Outsourcing Contract Analysis and Choice. *Manag Sci* 54(2):354-368
- Anandasivam A, Premm M (2009) Bid Price Control and Dynamic Pricing in Clouds. *Proc 17th European Conference on Information Systems, ECIS, Verona.*
- Bassamboo A, Ramandeep SR, van Mieghem JA (2010a) Optimal Flexibility Configurations in Newsvendor Networks: Going Beyond Chaining and Pairing. *Manag Sci* 56(8):1285-1303.
- Bassamboo A, Randhawa RS, Zeevi A (2010b) Capacity Sizing Under Parameter Uncertainty: Safety Staffing Principles Revisited. *Manag Sci* 56(10):1668-1686
- Bondareva M, Seidmann A (2012) Peaker Outsourcing for Service Systems with Time-Varying Arrival Rates. *Proc 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, Hawaii*
- Braunwarth K, Ullrich C (2010) Valuating Business Process Flexibility achieved through an alternative Execution Path. *Proc 18th European Conference on Information Systems, Pretoria, South Africa*
- Cachon GP, Harker PT (2002) Competition and Outsourcing with Scale Economies. *Manag Sci* 48(10):1314-1334
- Chesbrough H, Spohrer J (2006) A Research Manifesto for Service Science. *Communications ACM* 49(7):35- 40

- Dong L, Durbin E (2005) Markets for Surplus Components with a Strategic Supplier. *Naval Res Logist* 52(8):734-753
- Dorsch C, Häckel B (2012) Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes. *Proc 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, Hawaii
- Gartner (2012) Forecast: Public Cloud Services, Worldwide, 2010-2016, 2Q12 Update.
- Gans N, Koole G, Mandelbaum A (2003) Telephone call centers: Tutorial, review and research prospects. *Manufacturing Serv Operations Manag* 4(2):97-141
- Gans N, Zhou YP (2007) Call-Routing Schemes for Call-Center Outsourcing. *Manufacturing Serv Operations Manag* 9(1):30-50
- Greasley A (2003) Using Business-Process Simulation within a Business-Process Reengineering Approach. *Bus Process Manag J* 9(4):408-420
- Grefen P, Ludwig H, Dan A, Angelov A (2006) An Analysis of Web Services Support for Dynamic Business Process Outsourcing. *Inf Softw Technol* 48(11):1115-1134
- Gross D, Shortle JF, Thompson JM, Harris CM (2008) *Fundamentals of Queuing Theory*. Wiley, Hoboken, NJ
- Hlupic V, de Vreede GJ (2005) Business process modelling using discrete-event simulation: current opportunities and future challenges. *International JSimulation Process Modelling* 1(1/2):72-81
- Hühn O, Markl C, Bichler M (2009) On the Predictive Performance of Queuing Network Models for Large-Scale Distributed Transaction Processing Systems. *Inf Technol Manag* 10(2/3):135-149
- Kamien M, Li L (1990) Subcontracting, Coordination, Flexibility, and Production Smoothing in Aggregate Planning. *Manag Sci* 36(11):1352-1363
- Kamien M, Li L, Samet D (1989) Bertrand Competition with Subcontracting. *RAND J Econ* 20(4):553-567
- Lee H, Whang S (2002) The Impact of a Secondary Market on the Supply Chain. *Manag Sci* 48(6):719-731
- Liu T (2010) Revenue Management model for on-demand IT services. *Eur J Operations Res* 207(1):401-408
- Melao N, Pidd M (2003) Use of Business Process Simulation: A Survey of Practitioners. *J Operational Res Soc* 54(1):2-10
- Meredith JR, Raturi A, Amoako-Gyampah K, Kaplan B (1989) Alternative Research Paradigms in Operations. *J Operations Manag* 8(4):297-326
- Milner JM, Olsen TL (2008) Service-level agreements in call centers: Perils and prescriptions. *Manag Sci* 54(2):369-383

- Moitra D, Ganesh J (2005) Web Services and Flexible Business Processes: Towards the Adaptive Enterprise. *Inf Manag* 42(7):921-933
- Netessine S, Dobson G, Shumsky R (2002) Flexible Service Capacity: Optimal Investment and the Impact of Demand Correlation. *Operations Res* 50(2):375-388
- Nidumolu S, Menon N, Zeigler B (1998) Object-Oriented Business Process Modeling and Simulation: A Discrete Event System Specification Framework. *Simulation Practice and Theory* 6(6):533-571
- Rai A, Sambamurthy V (2006) Editorial Notes – The Growth of Interest in Service Management: Opportunities for Information Systems Scholars. *Inf Syst Res* 17(4):327-331
- Ren ZJ, Zhou YP (2008) Call Center Outsourcing: Coordinating Staffing Level and Service Quality. *Manag Sci* 54(2):369-383.
- Tomlin B (2006) On the Value of Mitigation and Contingency Strategies for Managing Supply Chain Disruption Risks. *Manag Sci* 52(5):639-657
- Tomlin B, Wang Y (2005) On the Value of Mix Flexibility and Dual Sourcing in Unreliable Newsvendor Networks. *Manufacturing Serv Operations Manag* 7(1):37-57
- van Mieghem J, Rudi N (2002) Newsvendor Networks: Inventory Management and Capacity Investment with Discretionary Activities. *Manufacturing Serv Operations Manag* 4(4):313-335
- Vehlow M, Golkowsky C (2010) *Cloud Computing: Navigating the Cloud*. PriceWaterhouseCoopers, Frankfurt am Main, Germany
- Weinhardt C, Anandasivam A, Blau B, Borissov N, Meinl T, Michalk W, Stößer J (2009) Cloud Computing – A Classification, Business Models, and Research Direction. *Bus Inf Syst Engineering* 5(1):391-399
- Wurman P (2001) Dynamic Pricing in the Virtual Marketplace. *IEEE Internet Computing* 5(2):36-42

G Multiple-Sourcing-Strategien bei Finanzdienstleistern – Eine Analyse zum Einfluss der Integrationskosten am Beispiel der Wertpapierabwicklung

Autoren: Christoph Sebastian Dorsch
Hans Ulrich Buhl
Matthias Henneberger

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement
Universität Augsburg, Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
christoph.dorsch@fim-rc.de
hans-ulrich.buhl@fim-rc.de

Erschienen in: Die Unternehmung (2011) 65 (4):334-351¹¹

DOI: 10.5771/0042-059X-2011-4-334

Abstract

Während Multiple-Sourcing-Strategien zur Steuerung von Ausfallrisiken in der Industrie bereits gängige Praxis sind, spielen sie bei Finanzdienstleistern auch bei zeitkritischen Transaktionen bisher keine Rolle. Grund hierfür sind die hohen Kosten für die technische Integration von Dienstleistern. Unter der Annahme, dass diese Integrationskosten durch Standardisierung und Flexibilisierung sinken, wird am Beispiel der Wertpapierabwicklung mit einem Optimierungsmodell ein beim Multiple-Sourcing zu berücksichtigender Zielkonflikt zwischen Integrationskosten und Risikokosten durch mögliche Ausfälle betrachtet. Zudem wird untersucht, wie sich Multiple-Sourcing auf die Anforderungen an die notwendige Ausfallsicherheit der Dienstleister auswirkt. Es zeigt sich, dass bei Finanzdienstleistern Multiple-Sourcing ökonomisch sinnvoll sein kann und damit auch die derzeit hohen Anforderungen an die Ausfallsicherheit reduziert werden können.

¹¹ In Kapitel G finden auf Grund der Vorgabe durch die Zeitschrift „Die Unternehmung“ die in der Schweiz geltenden Regeln zur Rechtschreibung Anwendung.

1 Ausgangssituation und Forschungsfragen

Sourcing-Fragestellungen gewinnen bei Finanzdienstleistern (FDL) weiter an Bedeutung. Traditionell hoch integrierte Banken konzentrieren sich auf Kernkompetenzen in Beratung und Vertrieb und lagern andere Teile ihrer Wertschöpfung an spezialisierte Dienstleister aus (Alt et al. 2009; Falkenberg et al. 2006). Dies gilt auch für zeitkritische Prozesse wie die Abwicklung von Wertpapiergeschäften (Mansfeld et al. 2010). Eine *Transaktionsbank* übernimmt dabei als Dienstleister u. a. die Weiterleitung einer Order an den Handelsplatz, die Verrechnung des Geschäfts mit den beteiligten Institutionen, das Reporting und die Verwahrung des Wertpapiers (Kröpfl 2003). Mit diesen zeitkritischen Prozessen sind hohe operationelle Risiken verbunden, z. B. aus dem Ausfall des Dienstleisters und der damit verbundenen Verzögerung bei der Bearbeitung. Daher werden heute hohe Verfügbarkeitsanforderungen an die Dienstleister gestellt. Dagegen spielen Multiple-Sourcing-Strategien, also der Bezug einer Dienstleistung von mehr als einem Anbieter, wie sie in der Industrie bereits gängige Praxis sind, in der FDL-Branche bisher nur eine untergeordnete Rolle (Craighead et al. 2007; Reginiet 2007).

Ein Grund für den Verzicht auf Multiple-Sourcing sind die vor dem Aufkommen neuerer Integrationskonzepte Ende der 1990er Jahre vorherrschenden, sehr hohen Kosten für die *technische* Integration der Dienstleister (Joiko 2006; Alt und Zerndt 2008).¹² Diese spielen gerade bei Wertpapiertransaktionen, wo es v. a. um die automatisierte Weitergabe und Verarbeitung von Informationen geht, als Teil der Transaktionskosten eine herausragende Rolle. So muss der Dienstleister bei der Wertpapierabwicklung eng an die Anwendungssysteme (AWS) des FDL angebunden werden, z. B. für den Zugriff auf die Stammdaten der Kunden, die Orderübermittlung, das Meldewesen oder das Risikomanagement (Weitzel et al. 2003). Erschwerend wirken die in der Branche vorherrschenden, komplexen AWS-Landschaften mit unterschiedlichsten, meist veralteten Eigenentwicklungen (Sterling Commerce 2010).

¹² Zeitlich mit dem Aufkommen neuer Integrationskonzepte erstellte Studien u. a. der Gartner Group zeigen, dass 35 % bis 60 % der IT-Budgets zur Integration von Anwendungssystemen aufgewendet wurden (Ruh et al. 2001). Eine Schnittstelle zwischen zu integrierenden Anwendungssystemen konnte laut Aberdeen Group Kosten von bis zu 10 Millionen US-Dollar verursachen (Linthicum 2003).

Neue Integrationskonzepte und -technologien haben in den letzten Jahren jedoch zunehmend an Reife gewonnen und Verbreitung in der praktischen Anwendung gefunden. Derzeit wird v. a. das Konzept der Serviceorientierten Architekturen (SOA) diskutiert (Harishankar 2009). Geschäftsprozesse werden dabei aus einzelnen, in sich geschlossenen und mit standardisierten Schnittstellen und Datenaustauschformaten arbeitenden Services kombiniert. Ein Service stellt jeweils die für eine oder mehrere Aktivitäten des Geschäftsprozesses benötigte Funktionalität bereit. SOA ermöglichen u. a. eine schnelle Rekonfiguration bei Änderungen an dem zu unterstützenden Geschäftsprozess und erhöhen damit die Flexibilität. Gleichzeitig wird es durch den modularen Aufbau und die Standardisierung einfacher, ganze Prozesse oder auch nur einzelne Aktivitäten an Dienstleister auszulagern (Erl 2007). Ein weiterer Vorteil für die Integration von Dienstleistern ergibt sich aus den der Einführung von SOA oft vorgelagerten Projekten zur Standardisierung und Optimierung zu unterstützender Geschäftsprozesse (Becker et al. 2009).

Da FDL eine Vorreiterrolle bei der Anwendung dieser neuen Technologien und Standards einnehmen¹³, ist zu erwarten, dass v. a. *technische* Integrationskosten bei der Anbindung von Dienstleistern stark sinken. Ob daher auch dort Multiple-Sourcing-Strategien¹⁴ ökonomisch sinnvoll eingesetzt werden können, um die mit Ausfällen verbundenen Kostenwirkungen zu verringern (im Folgenden kurz: *Risikosteuerung*) ist Gegenstand dieses Beitrags:

Kann Multiple-Sourcing vor dem Hintergrund sinkender technischer Integrationskosten zur Risikosteuerung in Wertschöpfungsnetzen von FDL ökonomisch sinnvoll sein?

Wenn durch den ökonomisch sinnvollen Einsatz von Multiple-Sourcing die Risikokosten eines Ausfalls verringert werden können, wird damit jedoch auch die bisherige Strategie der FDL in Frage gestellt, Ausfälle über hohe Anforderungen an die Verfüg-

¹³ Bereits 2006 ersetzen ca. drei Viertel der befragten europäischen FDL vor allem Kernbank-Systeme, z. B. zur Abwicklung von Zahlungs- und Wertpapiertransaktionen, wobei zunehmend Standardsoftware verwendet (Quack 2010) und SOA (Friedrich 2006) eingesetzt wurden. Als wichtigsten Grund für die unverändert hohe Investitionsbereitschaft und -notwendigkeit wird die erleichterte Disaggregation der Wertschöpfungskette genannt (Weitzel et al. 2003; Wortmann 2006).

¹⁴ Vor- bzw. nachgelagerte Outsourcing-Entscheidungen, z. B. welche Teile der Leistungserstellung überhaupt an Dienstleister ausgelagert werden sollen, und damit verbundene Kosten sind nicht Gegenstand dieses Beitrags.

barkeit technischer Systeme zu reduzieren. Dies führt zu einer Erweiterung der Fragestellung:

Wie wirkt sich Multiple-Sourcing auf die Anforderungen an die Verfügbarkeit der technischen Systeme und damit auf die Summe aus Risikokosten eines Ausfalls und den Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen als relevante Entscheidungsgröße aus?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen und Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für robuste Wertschöpfungsnetze bei FDL wird im Folgenden ein Optimierungsmodell entwickelt, welches den diskutierten Zielkonflikt zwischen Integrationskosten, Risikokosten eines Ausfalls¹⁵ und Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen technischer Systeme abbildet.

2 Literaturüberblick

Den Zielkonflikt von Integrations- und Risikokosten bzw. die Fragestellung nach der Anzahl anzubindender Dienstleister behandeln die folgenden Veröffentlichungen:

Homburg (1995) stellt ein Modell vor, welches den Trade-Off zwischen den von der Anzahl der Lieferanten abhängigen Transaktionskosten und den Risikokosten des Ausfalls eines oder mehrerer Lieferanten betrachtet. Optimiert wird nach der kostenminimalen Anzahl von Lieferanten. Aus der Modellanalyse werden Hypothesen abgeleitet, welche anschließend einer empirischen Untersuchung unterzogen werden. Die Hypothesen, z. B. über den Einfluss der Komplexität des vom Lieferanten bereitgestellten Produkts oder der Anzahl am Markt agierender Lieferanten, wurden dabei weitgehend empirisch bestätigt. Die optimale Anzahl an Lieferanten ermitteln auch Berger et al. (Berger et al. 2004; Berger und Zeng 2006). Sie untersuchen den Trade-Off zwischen Transaktions- und Risikokosten des Ausfalls eines oder aller Lieferanten anhand eines Entscheidungsbaumes. Dieser Ansatz wird von Ruiz-Torres und Mahmoodi (2007) erweitert, indem zusätzlich die Möglichkeit des Ausfalls jedes einzelnen Lieferanten berücksichtigt wird. Die Ergebnisse werden jeweils einer Sensitivitätsanalyse

¹⁵ Ausfälle, welche sich durch technische Ausfallsicherheitsmaßnahmen nicht beeinflussen lassen (z. B. aus einer Insolvenz) sind nicht Gegenstand dieses Beitrags.

unterzogen und dabei u. a. untersucht, inwieweit sich das Verhältnis von Transaktions- und Risikokosten oder die Ausfallwahrscheinlichkeit der Lieferanten auswirkt. Wang und Zhao (2007) erweitern diesen Ansatz wiederum, indem die Kapazität aller verfügbaren Lieferanten Berücksichtigung findet. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass v. a. die Zuverlässigkeit der Lieferanten das Optimum beeinflusst, wenn die Kapazität der Lieferanten die Gesamtnachfrage aller Nachfrager übersteigt. Sind hingegen Gesamtnachfrage und Gesamtkapazität gleich, wird das Optimum hauptsächlich vom Verhältnis der Transaktions- zu den Risikokosten beeinflusst.

Bislang nicht betrachtet wurden die in diesem Beitrag adressierten Forschungsfragen, welche sich einer Besonderheit im Kernbereich der FDL-Branche widmen: Dienstleistungen sind dort v. a. durch die hochautomatisierte Verarbeitung von Informationen verschiedener Quellen charakterisiert. Vor dem Hintergrund neuer Integrationskonzepte sind als Transaktionskosten neben organisatorischen, rechtlichen und laufenden Kosten also gerade die *einmalig zu entrichtenden technischen Integrationskosten* entscheidungsrelevant, wenn über die optimale Anzahl anzubindender Dienstleister zu entscheiden ist. Darüber hinaus ist der in diesem Beitrag betrachtete Ausfall eines Dienstleisters meist eng an die Verfügbarkeit der technischen Systeme gekoppelt, welche durch Investitionen in Ausfallsicherheitsmaßnahmen beeinflusst werden kann. Da diese Investitionen zu höheren Abwicklungspreisen führen und so wieder auf den auslagernden FDL übergewälzt werden, sind Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen für eine ökonomisch sinnvolle Entscheidung zu berücksichtigen und deren optimale Höhe mit zu bestimmen.

3 Modell zur Optimierung der Dienstleisteranzahl

Dass sich gerade die Wertpapierabwicklung für Multiple-Sourcing eignet, zeigt deren Untersuchung auf *Netzwerkfähigkeit*, also die „[...] Fähigkeit zur schnellen und effizienten Bildung, Durchführung und Weiterentwicklung von IT-gestützten Geschäftsbeziehungen“ (Alt und Fleisch 2002, S. 356). Netzwerkfähigkeit lässt sich auf verschiedenen Gestaltungsebenen betrachten und verbessern. So sind netzwerkfähige *Leistungen* und

Prozesse durch Standardisierung und Digitalisierung zu erreichen. Netzwerkfähige *Informationssysteme* zeichnen sich v. a. durch eine durchgängige Integration sowie Kommunikations- und Datenstandards aus. Des Weiteren tragen flexible *Organisationsstrukturen* sowie eine kooperationsfördernde *Unternehmenskultur* mit entsprechend befähigten *Mitarbeitern* wesentlich zur Netzwerkfähigkeit bei.

Die Netzwerkfähigkeit der *Leistung* ist bei der Wertpapierabwicklung sehr positiv zu bewerten. Zum einen ist sie bereits heute weitgehend digitalisiert. Zum anderen haben sich durch die notwendige Abstimmung mit den vielen beteiligten Partnern und die gesetzlichen Vorschriften sehr standardisierte Leistungen herausgebildet, bei welchen eine Individualisierung keinen wesentlichen Wettbewerbsvorteil bietet. Auf den Ebenen *Prozesse* und *Informationssystem* führt gerade der Einsatz neuer Integrationskonzepte zu einer wesentlichen Steigerung der Netzwerkfähigkeit. Gründe sind z. B. die mit einer Einführung von SOA oft einhergehenden Maßnahmen zur Prozessoptimierung sowie die Verwendung einheitlicher Schnittstellen und Datenformate auf Ebene der Informationssysteme. Dass SOA einen positiven Einfluss auf die Netzwerkfähigkeit hat, wurde von Kohlmann und Alt (2010) empirisch bestätigt. Hinsichtlich Organisationsstruktur, Unternehmenskultur und Mitarbeitern ist festzustellen, dass auf Grund individueller Unterschiede zwischen Unternehmen generalisierende Aussagen zur Netzwerkfähigkeit problematisch sind. Diese Ebenen sind für jedes Unternehmen im Einzelnen zu analysieren. Tendenziell kann jedoch vermutet werden, dass der Trend zu schlanken und spezialisierten FDL, welche untereinander vernetzt die traditionelle Universalbank zunehmend ablösen sollen, die Netzwerkfähigkeit auch auf diesen Ebenen nachhaltig verbessert.

3.1 Modellannahmen und Optimierung

(A1) Über den Betrachtungszeitraum, welcher sich diskret in Zeiteinheiten unterteilt, sind die Kosten der Integration $K_I(n) \in \mathbb{R}_{++}$ von Transaktionsbanken (TB), die erwarteten Risikokosten des Ausfalls $K_R(n, w) \in \mathbb{R}_+$ einer oder mehrerer angebundener TB und die Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen $K_A(w) \in \mathbb{R}_+$ zu betrachten. Somit ergeben sich die für das Modell relevanten und zu minimierenden Gesamtkosten $K_G(n, w) \in \mathbb{R}_{++}$ mit

$$K_G(n, w) = K_I(n) + K_R(n, w) + K_A(w) \rightarrow \text{Min!} \quad (1)$$

Es ist ex ante über die optimale Anzahl $n^* \in \mathbb{N}_{++}$ anzubindender TB zu entscheiden, welche die Gesamtkosten minimiert. Eine gleichzeitige Optimierung der Ausfallwahrscheinlichkeit kann zudem Aufschluss darüber geben, ob bzw. in welchen Fällen eine Erhöhung der Anzahl der TB bei gleichzeitiger Reduzierung von Ausfallsicherheitsmaßnahmen ökonomisch sinnvoll ist.

Die *Integrationskosten* K_I enthalten alle Kosten für die technische Integration und die Koordination der Dienstleister (z. B. Abstimmung der AWS, Vereinbarung von Service-Level, Governance-Kosten).¹⁶ Da durch neue Integrationskonzepte nur *technische* Integrationskosten beeinflusst werden, sind diese explizit von anderen Integrationskosten getrennt. Es ist anzunehmen, dass die Kosten insgesamt mit der Anzahl angebundener TB linear bis degressiv steigen. Es können auch Kostenbestandteile existieren, die sich aufgrund zunehmender Komplexität bei mehreren TB progressiv verhalten (Homburg 1995). Diese haben aber aufgrund des hohen Automatisierungsgrades in der Abwicklung einen geringen Anteil. Um beide Fälle zu berücksichtigen, wird im Modell von proportional steigenden Kosten als Grenzfall ausgegangen. Auswirkungen anderer Kostenverläufe werden beim Fallbeispiel diskutiert.

(A2) Je TB fallen Kosten an, die sich in *technische* Integrationskosten $k_T \in \mathbb{R}_{++}$ Geldeinheiten und *nicht-technische* Integrationskosten $k_N \in \mathbb{R}_{++}$ Geldeinheiten unterteilen. Die Integrationskosten $K_I(n)$ steigen proportional mit der Anzahl anzubindender TB:

$$K_I(n) = (k_T + k_N)n. \quad (2)$$

Die Bestimmung der relevanten *Risikokosten* K_R lehnt sich an bestehende Modelle (Spahr 2001; Kröpfl 2003) an. Dabei werden die Risikokosten über die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Ausfalls (Häufigkeit) multipliziert mit der Dauer des Ausfalls und der Höhe des verzögerten Transaktionsvolumens (Schwere) ermittelt.

¹⁶ Die grundlegende Entscheidung, an eine TB auszulagern, ist bereits gefallen. Daher sind (allein damit einhergehende) Kosten für die erstmalige Einrichtung der Zusammenarbeit mit einem Dienstleister nicht entscheidungsrelevant.

(A3) Zu Beginn jeder Zeiteinheit sind $t \in \mathbb{N}_{++}$ Transaktionen (TA) abzuwickeln. Diese werden gleichmäßig¹⁷ auf die zur Verfügung stehenden TB verteilt und unmittelbar abgewickelt. Jede TB kann zu jeder Zeiteinheit beliebig viele TA abwickeln. Die nicht beeinflussbare Abwicklungsdauer beträgt $b \in \mathbb{N}_{++}$ Zeiteinheiten und das durchschnittliche Volumen einer TA $v \in \mathbb{N}_{++}$ Geldeinheiten.

Die diskreten Zeiteinheiten bilden ab, dass die Abwicklung von Transaktionen derzeit meist als diskreter Tagesend- bzw. Batchlauf einmal am Tag angestossen wird. Zwar können Wertpapiergeschäfte sofort *ausgeführt* werden, die *Abwicklung* der TA erfolgt jedoch verzögert und nimmt dann im Allgemeinen einige Zeit in Anspruch (Prozesszeit b).

(A4) Bei einem Ausfall einer TB entstehen Kosten durch die daraus resultierende Verzögerung der Abwicklung. Es wird der Erwartungswert der Risikokosten K_R zur Entscheidung herangezogen. Dieser berechnet sich über den Risikokostensatz $r > 0$, mit welchem das jeweilige TA-Volumen je verzögerter Zeiteinheit zu gewichten ist. Der Risikokostensatz bildet alle durch die Verzögerung entstehenden (Mehr-)Kosten ab.

Für das in diesem Beitrag betrachtete Risiko eines Ausfalls der TB gibt es vielfältige Gründe. Häufig auftretende Ausfälle durch Störungen der technischen Systeme und Kommunikationsverbindungen haben – wie selten eintretende Ereignisse mit entsprechend größeren Auswirkungen aus Angriffen auf Datennetze, Naturkatastrophen und Anschlägen – hohes Schadenspotential und führen ggf. zu massiven Beeinträchtigungen (Berger et al. 2004; Wang und Zhao 2007). Die aktuelle Krise an den Finanzmärkten zeigt, dass auch kumuliert auftretende, längerfristige Ausfälle in der FDL-Branche nicht auszuschließen sind. Kosten entstehen bei einem Ausfall z. B. durch notwendige manuelle Eingriffe in den automatisierten Prozess oder Schadensersatzzahlungen durch Kundenreklamationen. Zudem erhöhen bzw. verlängern sich durch die nicht fristgerechte Abwicklung der betroffenen Transaktionen Terminrisiken oder es ergeben sich Liquiditätsengpässe.

¹⁷ Für das Optimierungsmodell ist der Erwartungswert der Risikokosten relevant. Dieser steigt linear mit dem vom Ausfall betroffenen Transaktionsvolumen. Da der Erwartungswert für jede denkbare Verteilung der Transaktionen auf die angebundenen TB identisch ist, kann hier o. B. d. A. eine gleichmäßige Aufteilung angenommen werden.

(A5) Die TB fallen unabhängig voneinander zu Beginn einer beliebigen, aber einheitlichen Zeiteinheit, jeweils mit Ausfallwahrscheinlichkeit $w \in]0; 1[$ (bezogen auf den Betrachtungszeitraum) aus.

(A6) Während des Ausfalls der Dauer $d \in \mathbb{N}_{++}$ Zeiteinheiten kann die betroffene TB keine TA abwickeln. Neu eintreffende TA können ohne Zeitverzögerung und ohne zusätzliche Kosten auf andere TB umgeleitet werden, nicht jedoch TA, die sich zum Zeitpunkt des Ausfalls noch im Abwicklungsprozess bei der vom Ausfall betroffenen TB befinden.

Die von den TB angebotenen *Leistungen* (abgesehen vom Umfang, welcher sich aus der ausgelagerten Prozesstiefe ergibt) unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Qualität (Abwicklungsdauer, Ausfallwahrscheinlichkeit etc.) nicht wesentlich. Dies wurde bereits bei der Untersuchung der Wertpapierabwicklung auf *Netzwerkfähigkeit* festgehalten: Von den FDL werden weitgehend standardisierte Leistungen angeboten, da sich diese bei der Wertpapierabwicklung kaum gegenüber ihren Kunden differenzieren können. Es handelt es sich um einen Markt von sogenannten Commodity-Produkten, also Produkten homogener Qualität. Dies begründet die zunächst sehr verallgemeinernd erscheinende Annahme identischer Eigenschaften der einzelnen TB.

Die Beschränkung der Umleitung auf neu eintreffende Transaktionen trägt der Tatsache Rechnung, dass der Flexibilität in der Realität gewisse Grenzen gesetzt sind. Ist die Abwicklung einer TA angestoßen und sind z. B. von Externen zugeführte Informationen wie Ausführungsbestätigungen oder Lieferlisten bereits verarbeitet, erscheint aus Konsistenzgründen nur eine Rücknahme der bisher erfolgten Abwicklungsschritte und die komplette Neuabwicklung sinnvoll.

Formel (3) fasst die nun definierten Risikokosten in Abhängigkeit der Anzahl angebundener TB und der Ausfallwahrscheinlichkeit zusammen (siehe Anhang):

$$K_R(n, w) = \left[b \left(d + \frac{b}{2} \right) w + \frac{d^2}{2} w^n \right] t v r \quad (3)$$

Für die Kosten für *Ausfallsicherheitsmaßnahmen* K_A sind zwei Eigenschaften evident: Einerseits wachsen diese mit sinkender Ausfallwahrscheinlichkeit c. p. überproportio-

nal an, da immer größere Investitionen z. B. für redundante Datenleitungen getätigt werden müssen. Zum anderen kann eine Ausfallwahrscheinlichkeit von Null praktisch nie erreicht werden.

(A7) Die Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen $K_A(w)$ folgen einer über w stetigen, streng monoton fallenden und streng konvexen Kostenfunktion mit

$$\lim_{w \rightarrow 0} K_A(w) \rightarrow \infty \text{ und } \lim_{w \rightarrow 1} K_A(w) = 0.$$

$$K_A(w) = (-\ln w) k_A, \quad k_A \in \mathbb{R}_{++} \quad (4)$$

ist eine mögliche Ausprägung, welche die genannten Eigenschaften erfüllt und über den Kostenparameter k_A skalierbar ist. Sie konkretisiert $K_A(w)$ zur weiteren Modelanalyse.

Die *Gesamtkosten* $K_G(n)$ ergeben sich nun nach Annahme (A1) zu:

$$K_G(n, w) = (k_T + k_N)n + \left[b \left(d + \frac{b}{2} \right) w + \frac{d^2}{2} w^n \right] t v r + (-\ln w) k_A \rightarrow \text{Min!} \quad (5)$$

Um die grundlegende Forschungsfrage nach dem ökonomisch sinnvollen Einsatz von Multiple-Sourcing zu beantworten, wird die Gesamtkostenfunktion zunächst nur nach dem Parameter n optimiert und dazu als stetige Variable $\hat{n} \in \mathbb{R}$ angenommen.¹⁸ $K_G(\hat{n})$ ist streng konvex und besitzt ein globales Minimum (siehe Anhang) bei

$$\hat{n}^* = \ln \left(-\frac{2(k_T + k_N)}{d^2 t v r \ln w} \right) (\ln w)^{-1} \quad (6)$$

woraus sich im Hinblick auf die grundlegende Forschungsfrage mit

$$k_T < \frac{d^2 t v r w (-\ln w)}{2} - k_N$$

die Bedingung herleiten lässt, für welche $\hat{n}^* > 1$ gilt. Steigende Ausfallwahrscheinlichkeiten führen dabei c. p. zunächst erwartungsgemäß zu steigendem $\hat{n}^*$. Bei hohen Aus-

¹⁸ Da mehrere lokale Optima auszuschließen sind, ist die Verstetigung möglich. Die diskrete Lösung $n^* \in \mathbb{N}_{++}$ ermittelt sich aus dem stetigen Ergebnis, indem die Gesamtkosten der nächsthöheren bzw. -niedrigeren natürlichen Zahl untersucht werden. Das Ergebnis mit den niedrigeren Gesamtkosten determiniert die optimale diskrete Lösung. Bei identischen Gesamtkosten ist der Entscheider ohne Berücksichtigung weiterer Parameter indifferent.

fallwahrscheinlichkeiten kehrt sich dies jedoch um, da die dadurch verursachte Steigerung der Gesamtkosten nicht mehr durch Hinzunahme einer weiteren TB kompensiert werden kann. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die erweiterte Forschungsfrage interessant, zu deren Beantwortung eine gleichzeitige Optimierung nach der Anzahl anzubindender TB und der Ausfallwahrscheinlichkeit notwendig ist.

Im folgenden Abschnitt wird sowohl das o. a. Ergebnis der Optimierung mit einem Fallbeispiel verdeutlicht und weiter diskutiert, wie auch die erweiterte Forschungsfrage aufgegriffen. Diese wird daran anschließend anhand einer computergestützten Simulation näher untersucht. Die dabei gewonnen Ergebnisse sollen Aussagen auch über die konkrete Parameterkonstellation im Fallbeispiel hinaus ermöglichen.

3.2 Fallbeispiel und Diskussion der Ergebnisse

Für das Fallbeispiel wird ein auf den Vertrieb von Wertpapieren spezialisierter Online-Broker betrachtet, welcher ein im Vergleich zu einer Universalbank stark eingeschränktes und standardisiertes Produktportfolio anbietet und sich weitgehend auf den Vertriebsweg über Telefon oder Internet konzentriert. Diese geringere Komplexität spiegelt sich in einer sehr standardisierten und integrierten *Prozess- sowie Informationssystemlandschaft* wider. Gemeinsam mit oftmals vorhandenen schlanken *Organisationsstrukturen* sind derartige Anbieter bereits heute als stark *netzwerkfähig* einzustufen.

Der Online-Broker möchte die Wertpapierabwicklung – zunächst für drei Jahre (Betrachtungszeitraum) – an externe Dienstleister abgeben. Es ist zu entscheiden, an wie viele Dienstleister der Auftrag vergeben werden soll. Jeder sei auf Grund der modernen AWS-Landschaft mit niedrigen technischen Integrationskosten k_T von 500.000 EUR anzubinden. Gleichzeitig fallen innerhalb des Betrachtungszeitraums nicht-technische Integrationskosten k_N von 100.000 EUR je Dienstleister für die organisatorische Abstimmung und die Koordination an. Es werden einheitliche Service-Level-Verträge geschlossen. Diese sollen garantieren, dass es innerhalb der drei Jahre nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 7 % (w) zu einem Ausfall kommt (w ist also zunächst vorgegeben). Der Parameter der Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen k_A beläuft sich auf 30 Mio. EUR. Die durchschnittliche Ausfalldauer z. B. bei Beschädi-

gung der Datennetze beträgt zwei Tage (d). Pro Tag sind rund 25.000 Transaktionen (t) mit einem durchschnittlichen Volumen von 4.500 EUR (v) abzuwickeln. Die Prozesszeit beträgt drei Tage (b). Der Risikokostensatz wurde mit 15 % (r) kalkuliert.

Die Parameter entsprechen Durchschnittswerten: So ist das 2007 über den Online-Broker *Cortal Consors* gehandelte Transaktionssvolumen pro Tag vergleichbar (Cortal Consors 2007). Kunden haben mit zwei bis drei Tagen zur endgültigen Abwicklung eines Wertpapiergeschäfts zu rechnen. Ausfallwahrscheinlichkeit und -dauer sind konservativ geschätzt und entsprechen bei 250 Arbeitstagen pro Jahr einer Verfügbarkeit von 99,7 %.

Für den Online-Broker lässt sich $n^* = 2$ mit erwarteten Gesamtkosten von 93,546 Mio. EUR bestimmen. Wird nur eine TB integriert, entstehen erwartete Gesamtkosten in Höhe von 95,143 Mio. EUR und ein Nachteil von rund 2 %. Dieses Ergebnis ändert sich kaum, wenn von degressiv steigenden Kosten für die Integration ausgegangen wird. Damit die Anbindung einer dritten TB ökonomisch sinnvoll wird ($n^* = 3$), müssten die Kosten für die Integration c. p. unter 117.000 EUR fallen. Sind die Möglichkeiten zur Risikosenkung bei alleiniger Optimierung der Anzahl anzubindernder TB noch gering, zeigt sich bei gleichzeitiger Anpassung der Ausfallwahrscheinlichkeit ein grösserer Effekt: Der Online Broker bindet $n^* = 3$ an und wählt mit $w^* = 0,17$ eine wesentlich geringere Anforderung an die Ausfallsicherheit. Mit Gesamtkosten von 85,240 Mio. EUR ergibt sich ein zusätzlicher Vorteil von rund 9 % gegenüber dem vorher berechneten Optimum mit $n^* = 2$ und $w^* = 0,07$. Progressiv steigende Kosten für die Integration der TB sind wie o. a. vorstellbar und würden tendenziell zu einer Verringerung der optimalen Anzahl führen.

Unter den gegebenen Parameterkonstellationen erscheint somit bei ausreichend niedrigen Integrationskosten die Anbindung mehr als einer TB ökonomisch sinnvoll. Die mit steigender Anzahl zunehmenden Integrationskosten können durch die sinkenden Risikokosten überkompensiert werden. Die optimale Höhe der Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anbindung mehr als einer einzigen TB liegt zudem wesentlich über der normalerweise geforderten Ausfallwahrscheinlichkeit.

3.3 Computergestützte Simulation zur Beantwortung der erweiterten Forschungsfrage

In der computergestützten Simulation werden zunächst zwei Szenarien verglichen, um die Auswirkung sinkender *technischer* Integrationskosten zu untersuchen: Im Szenario hoher k_T wird für die gesamten Integrationskosten ($k_T + k_N$) ein Intervall von 11 bis 17 Mio. EUR, im Szenario niedriger k_T ein Intervall von 200.000 und 4 Mio. EUR angenommen. Der Kostenparameter k_A wurde in beiden Szenarien auf das Intervall von 20 bis 30 Mio. EUR festgelegt.¹⁹ Die Simulation umfasst jeweils 1.000 Läufe, bei welchen zunächst per Zufallsoperator die Ausprägungen der Modellparameter aus dem jeweiligen Definitionsbereich bestimmt wurden. Dann wurde die jeweils gesamtkostenminimale Kombination der Optimierungsvariablen n und w über numerische Verfahren ermittelt. Abbildung G-1 zeigt deren graphische Aufbereitung. Jeder Punkt markiert die für die jeweilige Umgebung der zufällig bestimmten Modellparameter kostenminimale Kombination. Auf der Ordinate ist die Höhe der Ausfallwahrscheinlichkeit, auf der Abszisse die Anzahl der anzubindenden TB abgetragen.

Die Grafiken zeigen, dass bei niedrigen k_T mehr als eine TB anzubinden ist, wobei sich die optimalen Werte für n wie erwartet im niedrigen einstelligen Bereich bewegen. Gerade der Schritt von einer auf zwei TB verringert die Risikokosten wesentlich, da damit überhaupt erst die Möglichkeit geschaffen wird, Transaktionen umzuleiten.²⁰

¹⁹ Die anderen Modellparameter wurden aus dem vorangehenden Abschnitt übernommen: Zeiteinheit 1 Tag; $b = 3$; $d = 2$; $r = 0,15$; $t = 25.000$; $v = 4.500$.

²⁰ Der breite Korridor zwischen min. und max. Ausfallwahrscheinlichkeit bei einer gegebenen Anzahl TB erklärt sich aus dem breiten Definitionsintervall von k_A . Je nach Höhe dieser Kosten können bei Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit verschieden hohe Beträge zur Kompensation steigender Risikokosten freigesetzt werden.

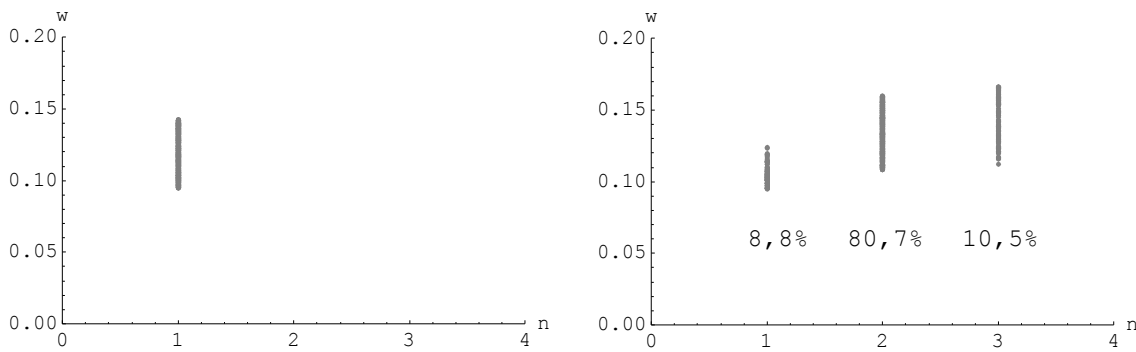


Abbildung G-1 Optimale Kombination (n^* ; w^*) aus 1.000 Simulationsläufen bei hohen (oben) und niedrigen (unten) Integrationskosten

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Modernisierungsaktivitäten der FDL und der damit zu erwartenden stark sinkenden Integrationskosten zeigt die Simulation, dass in mehr als 80 % der Fälle mehr als eine TB kostenminimal ist. Bei rd. 10 % sind sogar mehr als zwei TB anzubinden, wobei die optimale Ausfallwahrscheinlichkeit für ein Optimum bei minimalen Gesamtkosten dann entsprechend höher zu wählen ist.

Die Anbindung von mehr als zwei TB erscheint vor dem Hintergrund der derzeitigen Praxis zunächst ungewöhnlich. Die Ergebnisse sind bei genauerer Betrachtung jedoch durchaus plausibel. Die eigentliche Hürde der praktischen Umsetzung stellen ausreichend standardisierte und flexibilisierte AWS sowie organisatorische Standards zum Management der Dienstleistungsbeziehung (z. B. ITIL) dar, mit welchen die Anbindung der Dienstleister auf der Basis allgemein anerkannter Standards vorgenommen werden kann und proprietäre Anpassungen auf einen bestimmten Dienstleister vermieden werden können. Ist dieser Grundstein gelegt, dürfte auch die Einbindung weiterer Dienstleister technisch und organisatorisch abbildbar sein.

Vergleicht man im Szenario niedriger k_T die optimalen Kombinationen mit der jeweils höchsten bzw. niedrigsten Ausfallwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Anzahl an TB, wird deutlich, dass die Anforderungen an die Ausfallsicherheit mit zunehmender Anzahl TB sinken. Werden einzelne Modellparameter zur Sensitivitätsanalyse variiert, zeigen sich gerade bei der Höhe des je Zeiteinheit abzuwickelnden Transaktionsvolumens interessante Ergebnisse. Die graphische Aufbereitung der 1.000 Simulationsläufe

mit niedrigem bzw. hohem Transaktionsvolumen zeigt Abbildung G-2. Bei alleiniger Optimierung nach n gingen niedrige Transaktionsvolumina mit einer niedrigen Anzahl anzubindender TB einher. Nun werden bei niedrigem Transaktionsvolumen tendenziell mehr TB angebunden und es wird gleichzeitig eine wesentlich höhere Ausfallwahrscheinlichkeit zugelassen. Dies erklärt sich über den unterschiedlichen Einfluss der beiden Optimierungsparameter auf die Risikokosten sowie der linearen Abhängigkeit vom abzuwickelnden Transaktionsvolumen.

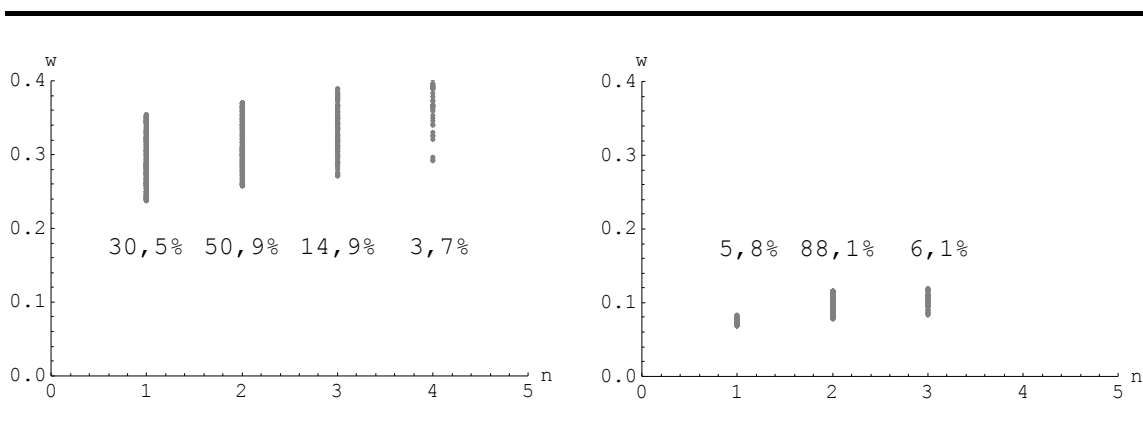


Abbildung G-2 Optimale Kombination aus 1.000 Simulationsläufen bei niedrigem (links) bzw. hohem (rechts) Transaktionsvolumen (10.000 bzw. 35.000 Transaktionen zu je 4.500 EUR).

3.4 Einfluss von Abwicklungskosten und Kosten zur Umleitung von Transaktionen

Das Modell bildet *Abwicklungskosten*, welche für jede abzuwickelnde TA zu entrichten sind, implizit als linear zur Anzahl Transaktionen und über alle TB identisch ab. Berücksichtigt man hingegen die in der Praxis zahlreich vorhandenen Preismodelle z. B. mit Mengenrabatten, Fixbeträgen oder Stufenmodellen, tritt bei der Entscheidung über die Anzahl anzubindender TB ein weiterer, zu berücksichtigender Trade-Off hinzu.

Die Preismodelle definieren direkt (Mengenrabatt) bzw. indirekt (Fixbetrag) Mengengrenzen, ab welchen die durchschnittlichen Abwicklungskosten je TA sinken. Für die Entscheidung über die Anzahl anzubindender TB folgt daraus, dass bei Hinzunahme jeder weiteren TB (Grenzbetrachtung) geprüft werden muss, ob Mengengrenzen bei der initialen Aufteilung bzw. Umleitung der Transaktionen im Falle eines Ausfalls (die

Anzahl umzuleitender Transaktionen determinieren die dafür anfallenden Abwicklungskosten) immer noch erreicht werden können oder mit höheren Abwicklungskosten zu rechnen ist. Eine Differenz muss dann analog den mit jeder hinzukommenden TB zusätzlich anfallenden Integrationskosten durch sinkende Risikokosten kompensiert werden können. Tendenziell wird so die Anzahl anzubindender TB geringer ausfallen als ohne Berücksichtigung der Abwicklungskosten.

Bezogen auf die Fallstudie, in welcher zunächst ein Gesamtkostenvorteil von 1,597 Mio. EUR bei der Anbindung von zwei TB erreicht wurde, ist also zu prüfen, ob dieser Betrag ggf. anfallende höhere Abwicklungskosten aus der Aufteilung der abzuwickelnden Transaktionen kompensiert.

Ein derartiges zweistufiges Vorgehen erscheint auf Grund der Vielzahl bestehender Preismodelle, zudem in Kombination, wenn die in Frage kommenden TB mit verschiedenen Preismodellen arbeiten, auch für den Einsatz in der Praxis geeignet. Auf diese Weise lassen sich zudem aus der durch das Modell ermittelten Anzahl anzubindender Dienstleister und der damit einhergehenden Aufteilung der Transaktionen Ansatzpunkte für die Verhandlung der Abwicklungspreise bei der Vertragsgestaltung erkennen.

Des Weiteren sind die *Wechselkosten* – im Sinne der mit einer *Umleitung von Transaktionen* verbundenen Kosten – im Modell vereinfachend als vernachlässigbar angenommen, da Erfahrungswerte für eine sinnvolle Abschätzung dieser Kosten nicht vorhanden sind. Trotz hoher Automatisierung der Wertpapierabwicklung kann die bei einem Ausfall notwendige Umleitung aber unter Umständen eine kostenintensive manuelle Bearbeitung und damit auch eine Verzögerung der Abwicklung nach sich ziehen. Zudem ist es denkbar, dass kurzfristig angeforderte Kapazitäten bei den vom Ausfall nicht betroffenen TB mit höheren Abwicklungspreisen zu vergüten sind. Die Kosten zur Umleitung steigen demnach mit den bei einem Ausfall jeweils umzuleitenden Transaktionen.

Das Modell müsste zur Abbildung derartiger Kosten angepasst werden. Ausgangspunkt könnte hierfür eine Erweiterung des Risikoterms zur Modellierung zusätzlicher

Verzögerungen bzw. die Einführung eines zusätzlichen Kostenterms sein. Mit Letzterem könnten einerseits variable Kostenbestandteile, welche mit der Anzahl umzuleitender Transaktionen steigen (z. B. Aufschläge bei Abwicklungspreisen oder manuelle Nachbearbeitung) berücksichtigt werden. Andererseits könnten darin auch fixe Kostenbestandteile, die je Ausfall etwa in gleicher Höhe anfallen (z. B. Identifikation betroffener Transaktionen, Anfordern zusätzlicher Verarbeitungskapazität, Vermeidung von Doppelabwicklungen) integriert werden.

Grundsätzlich stellen derartige Kosten ein Hemmnis dar, überhaupt auf eine Multiple-Sourcing-Strategie zu wechseln. Denn erst bei mehr als einer angebundenen TB ist eine Umleitung möglich. Fixe Kostenbestandteile je Ausfall gewinnen zudem mit steigender Anzahl an TB an Bedeutung, da mit der Anzahl an TB auch die Anzahl der zu erwartenden Ausfälle steigt. Multiple-Sourcing mit vielen angebundenen TB wird dadurch tendenziell weniger attraktiv.

Die Wechselkosten sind gerade auch vor dem Hintergrund der Ergebnisse der erweiterten Forschungsfrage interessant. So führt eine Berücksichtigung dieser Kosten c. p. dazu, dass die Anforderungen an die Verfügbarkeit der angebundenen Dienstleister tendenziell höher ausfallen werden. Dies ist einleuchtend, da die Notwendigkeit einer Umleitung direkt mit der Verfügbarkeit der Dienstleister zusammenhängt.

3.5 Limitationen des Modells und weiterer Forschungsbedarf

Die Entscheidung über den Einsatz einer Multiple-Sourcing-Strategie wird im vorliegenden Optimierungsmodell rein kostenbasiert getroffen. Durch fehlende Differenzierungsoptionen hin zum Kunden, den geringen Margen und dem dennoch damit verbundenen hohen operationellen Risiko ist diese Vorgehensweise für den betrachteten Bereich gerechtfertigt. Die dabei für eine allgemeine Modellbildung notwendigen Vereinfachungen werden im Folgenden mit ihren Auswirkungen auf die Ergebnisse und dem daraus resultierenden weiteren Forschungsbedarf diskutiert:

In den *Integrationskosten* wurden die Kosten für die einmalige technische und organisatorische Integration sowie laufende Kosten für das Management der Dienstleister zusammengefasst und insgesamt ein linearer Verlauf unterstellt. Die Diskussion des Fall-

beispiels lässt zwar eine gewisse Robustheit der Ergebnisse auch gegenüber anderen Kostenverläufen vermuten, in weiterführenden Untersuchungen wäre dennoch eine detailliertere Analyse der verschiedenen Kostenbestandteile und deren Verlauf bei Anbindung mehr als einer TB notwendig.

Bei der Ermittlung der *Risikokosten* wurde implizit unterstellt, dass es sich um einen risikoneutralen Entscheider handelt. Auch wurde ein linearer Zusammenhang mit der Länge eines Ausfalls angenommen. Würden auch indirekte Effekte eines Ausfalls, wie z. B. ein zusätzlicher Vertrauensverlust beachtet, ist ggf. von überproportional mit der Ausfalldauer steigenden Risikokosten auszugehen. Ebenso wurden Risikokosten eines Ausfalls, welcher durch Ausfallsicherheitsmaßnahmen nicht beeinflusst werden kann (z. B. durch Insolvenz) nicht betrachtet. Die Risikokosten im Modell sind also tendenziell zu niedrig angesetzt. Höhere Risikokosten verstärken jedoch die aus der Modelanalyse gewonnene Aussage, dass die Anbindung mehr als eines Dienstleisters ökonomisch sinnvoll sein kann.

Hinsichtlich der im vorangehenden Abschnitt diskutierten *Abwicklungskosten* ist eine detaillierte Analyse der einzelnen Preismodelle als Teil weiterführender Forschungsarbeiten sinnvoll und wichtig. Aus technischer Sicht ist es notwendig, die zur *Umleitung von Transaktionen* erforderlichen Mechanismen zu identifizieren sowie zur exakten Bestimmung dabei anfallender Kosten die damit zusammenhängenden zeitlichen und organisatorischen Effekte zu analysieren. Auch hinsichtlich einer effizienten *Kapazitätsplanung* auf Seiten der Dienstleister sind die Effekte von Multiple-Sourcing und der damit zusammenhängenden, oftmals kurzfristigen Anforderung an Verarbeitungskapazität beim Umleiten von Transaktionen ein sinnvoller Teil weiterer Forschungsarbeit.

4 Zusammenfassung und Gestaltungsempfehlungen

Vor dem Hintergrund sinkender Integrationskosten wurde in diesem Beitrag untersucht, ob Multiple-Sourcing zur Risikosteuerung in Wertschöpfungsnetzen von FDL ökonomisch sinnvoll sein kann. Am Beispiel von Wertpapier-TB zeigt sich mit Hilfe

eines Optimierungsmodells, dass insbesondere bei hohen Risikokosten die Anbindung mehr als eines Dienstleisters vorteilhaft sein kann. Die Höhe der Risikokosten hängt dabei wesentlich vom gehandelten Transaktionsvolumen, aber auch dem Risikokostensatz ab. Letzterer beinhaltet u. a. notwendige Kosten zur Zwischenfinanzierung nicht abgewickelter Transaktionen. Gerade in Zeiten hochvolatiler Märkte und schwieriger Finanzierungsbedingungen, wie während der immer noch nachwirkenden Finanzmarktkrise, bietet sich Multiple-Sourcing zur Verringerung der hier diskutierten Risikokosten an.

Davon ausgehend wird weiter untersucht, wie sich eine Multiple-Sourcing-Strategie auf die Anforderungen an die Verfügbarkeit der technischen Systeme und damit auf die Summe aus Risikokosten eines Ausfalls und den Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen als relevante Entscheidungsgröße auswirkt. Werden nämlich Ausfallrisiken durch das redundante Vorhalten von Infrastruktur und Personal zu minimieren versucht, führt dies zu extrem hohen Fixkosten. Mit einer Simulation konnte gezeigt werden, dass das Ausfallrisiko auch durch die Anbindung mehrerer Wertschöpfungspartner reduziert und so auf hohe, mit zunehmenden Verfügbarkeitsanforderungen progressiv steigende Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen verzichtet werden kann. Die Simulation zeigt, dass sich ein Gesamtkostenminimum bei zwei oder mehr TB und entsprechend reduzierter Ausfallsicherheit einstellt.

Die Erkenntnisse über die zu wählende Anzahl an Dienstleistern aus diesem Beitrag stützen die Ergebnisse vergleichbarer Forschungsarbeiten, auch aus anderen Branchen, in welchen der Trade-Off zwischen Transaktionskosten und Risikokosten eines Ausfalls unter gleichen Voraussetzungen betrachtet werden. Auch dort wird Multiple-Sourcing nur bei höheren Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen Dienstleister bzw. verallgemeinernd höheren Risikokosten (z. B. bei zeitkritischen Dienstleisterbeziehungen der Just-in-time-Produktion) empfohlen. Die optimale Anzahl bewegt sich meist im unteren einstelligen Bereich. Sehr große Dienstleisterpools werden auf Grund der dann stark steigenden Komplexität und der intensiven Abstimmungsnotwendigkeit nicht empfohlen. Dabei werden die Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen Dienstleister stets als exogene Größe angenommen. Keine der bekannten Untersuchungen

beschäftigen sich im Kontext von Multiple-Sourcing explizit mit der Fragestellung nach einer Optimierung der Anzahl und gleichzeitig der Zuverlässigkeit der Dienstleister, wie sie das Modell zur Beantwortung der erweiterten Forschungsfrage abbildet.

Verallgemeinernd lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die bisherige Praxis der Branche, nur einen einzigen Dienstleister für bestimmte Aufgaben heranzuziehen, kann unter der Voraussetzung sinkender technischer Integrationskosten in bestimmten Anwendungsfällen auch über die Wertpapierabwicklung hinaus als überholt angesehen werden. Es muss im Einzelfall geprüft werden, welche Sourcing-Strategie zu einer optimalen Lösung führt. Die damit verbundene mögliche Reduzierung von Kosten, auch hinsichtlich der Verpflichtung, das operationelle Risiko mit regulatorischem Eigenkapital zu unterlegen, rechtfertigen die dazu notwendigen Prüfungen.
- Durch die Anbindung mehr als eines Dienstleisters ergibt sich eine weitere Option zur Optimierung der Dienstleisterbeziehung: Die Anforderungen an die Ausfallsicherheit können abgeschwächt werden, da die ökonomisch sinnvolle Ausfallsicherheit durch die Steigerung der Dienstleisteranzahl relaxiert und die Robustheit des Zusammenwirkens der Unternehmen auf diese Weise gestärkt wird. So können Investitionen in Ausfallsicherheitsmaßnahmen reduziert werden, was letztlich zu günstigeren Preisen der ausgelagerten Dienstleistung und einem Kostenvorteil für den auslagernden FDL führt.

Die in der Simulation gefundenen Ergebnisse deuten darauf hin, dass durch geeignet gestaltete Preismodelle in Zusammenspiel mit Multiple-Sourcing auf Seiten der FDL auch für die Dienstleister Gestaltungsoptionen zur Produkt- bzw. Preisdifferenzierung eröffnet werden. Anstatt Abwicklungsleistungen wie bisher mit weitgehend identischer Qualität (Commodity-Produkt) anzubieten, werden ggf. auch Angebote mit geringerer Ausfallsicherheit zu günstigeren Abwicklungspreisen attraktiv (siehe die allgemeine Diskussion bei Pan (2009)).

5 Anhang

5.1 Herleitung des Risikokostenterms (3)

Zwei Fälle sind zur Ermittlung der Risikokosten zu unterscheiden: Fallen $i \leq n - 1$ der angebundenen n TB aus, betrifft dies nur die Transaktionen in Abwicklung. Da bei jeder angebundenen TB zu jeder Zeit beliebig viele Transaktionen abgewickelt werden können, können während des Ausfalls hinzukommende Transaktionen von den nicht ausgefallenen TB ohne Verzögerung abgewickelt werden. Zu jedem Zeitpunkt sind bei jeder TB $b \cdot t/n$ TA in Abwicklung, bei $i \leq n - 1$ ausfallenden TB also insgesamt $i \cdot b \cdot t/n$ Transaktionen. Da diese gleichmäßig über die Zeit verteilt eintreffen, befindet sich zum Zeitpunkt des Ausfalls jede Einzelne bereits durchschnittlich (da die Risikokosten proportional hinsichtlich des verzögerten Transaktionsvolumens wie auch der Verzögerungsdauer steigen, kann mit Durchschnittswerten gerechnet werden) $b/2$ Zeiteinheiten im Abwicklungsprozess. So verzögert sich durch die erneute Abwicklung dieser Transaktionen nach dem Ausfall die endgültige Abwicklung um durchschnittlich $d + b/2$ Zeiteinheiten. Der im Betrachtungszeitraum einmalige und gleichzeitige Ausfall von i der $n - 1$ TB tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von $\binom{n}{i} w^i (1 - w)^{n-i}$ auf, so dass sich erwartete Risikokosten i. H. v.

$$\sum_{i=1}^{n-1} \left[\binom{n}{i} w^i (1 - w)^{n-i} i \cdot b \cdot \frac{t}{n} \left(d + \frac{b}{2} \right) v r \right]$$

ergeben. Ist nur eine einzige TB angebunden, ist eine Abwicklung der Transaktionen bei einem Ausfall generell unmöglich. Auch dieser Fall wird durch die Formel abgebildet. Bei $n = 1$ ist die Bedingung des Summenzeichens nie erfüllt.

Fallen dagegen alle n angebundenen TB gleichzeitig aus, sind $n \cdot b \cdot t/n$ TA in Abwicklung betroffen. Zudem verzögert sich nun auch die Abwicklung der während des Ausfalls der Länge d neu hinzukommenden $d \cdot n \cdot t/n$ TA bis zum Ende des Ausfalls. Diese treffen wiederum gleichmäßig über die Zeit verteilt bei den TB ein, so dass sich eine durchschnittliche Verzögerung von $d/2$ ergibt. Es fallen alle n angebundenen TB ge-

meinsam im Betrachtungszeitraum mit einer Wahrscheinlichkeit von w^n aus. Für diesen Fall ergeben sich nach Annahme (A4) erwartete Risikokosten in Höhe von

$$w^n \left[b t \left(d + \frac{b}{2} \right) + d t \frac{d}{2} \right] v r$$

Die Summe der Risikokosten beider Fälle lässt sich umformen zu

$$K_R(n) = b t \left(d + \frac{b}{2} \right) v r \left\{ \sum_{i=0}^n \left[\binom{n}{i} w^i (1-w)^{n-i} \frac{i}{n} \right] - w^n \right\} + w^n \left[b t \left(d + \frac{b}{2} \right) + d t \frac{d}{2} \right] v r \quad (7)$$

wobei die Änderung von Unter- und Obergrenze der Summe zu beachten ist. Einsetzen und Ausklammern von w führt im Summenterm von Formel (7) zu

$$\sum_{i=0}^n \binom{n}{i} w^i (1-w)^{n-i} \frac{i}{n} = w \left[n(1-w)^{n-1} \frac{1}{n} + \frac{n(n-1)}{2!} w^1 (1-w)^{n-2} \frac{2}{n} + \dots \right. \\ \left. + n w^{n-2} (1-w)^1 \frac{n-1}{n} + 1 w^{n-1} \frac{n}{n} \right] \quad (8)$$

Erweitern mit $w + (1-w)/w + (1-w)$ führt zu

$$\sum_{i=0}^n \binom{n}{i} w^i (1-w)^{n-i} \frac{i}{n} = w \frac{\sum_{i=0}^n \binom{n}{i} w^i (1-w)^{n-i}}{w + (1-w)}$$

Die Summe im Zähler des Bruches der rechten Seite der Gleichung kann substituiert werden durch $[w + (1-w)]^n$:

$$\sum_{i=0}^n \binom{n}{i} w^i (1-w)^{n-i} \frac{i}{n} = w \frac{[w + (1-w)]^n}{w + (1-w)} = w$$

Eingesetzt in (7), Ausklammern von $t v r$ und Ausmultiplizieren führt zu Formel (3).

5.2 Untersuchung der Gesamtkostenfunktion bei Formel (5)

Die erste Ableitung der Gesamtkostenfunktion ergibt

$$\frac{\partial K_G(\dot{n})}{\partial \dot{n}} = (k_T + k_N) + t \frac{d^2}{2} w^n v r \ln w \quad (9)$$

Wie unter Berücksichtigung von $\ln w < 0 \forall w \in]0; 1[$ anhand der Grenzwerte

$$\lim_{\dot{n} \rightarrow -\infty} \frac{\partial K_G(\dot{n})}{\partial \dot{n}} \rightarrow -\infty < 0 \text{ und } \lim_{\dot{n} \rightarrow \infty} \frac{\partial K_G(\dot{n})}{\partial \dot{n}} = k_I > 0$$

ersichtlich ist, besitzt sie mindestens eine Nullstelle in $\dot{n}$. Die in $\mathbb{R}$ stets positive zweite Ableitung von $K_G(\dot{n})$

$$\frac{\partial^2 K_G(\dot{n})}{\partial \dot{n}^2} = t \frac{d^2}{2} w^{\dot{n}} (\ln w)^2 v r > 0 \forall \dot{n} \quad (10)$$

zeigt weiter, dass die erste Ableitung streng monoton steigt, also genau eine Nullstelle besitzt.

6 Literatur zu Kapitel G

- Alt R, Fleisch E (2002) Netzwerkfähigkeit von Unternehmen. In: Österle H, Fleisch E, Alt R (Hrsg) Business Networking in der Praxis, 2. Aufl. Springer, Berlin, S 353-369
- Alt R, Zerndt T (2008) Finanznetzwerke durch Outsourcing – das Beispiel der Schweiz. In: Kaib B (Hrsg) Outsourcing in Banken, Gabler, Wiesbaden, S 315-343
- Alt R, Zerndt T (2009) Transformation durch Sourcing bei Banken. In: Alt R, Bernet B, Zerndt T (Hrsg) Transformation von Banken, Springer, Berlin, S. 4-20
- Alt R (2010) Wir müssen Bank-IT-Anwendungen mehr vom Kunden her denken. In: Wirtschaftsinformatik Manag 2(4):6-11
- Alt R, Puschmann T, Kohlmann F, Zerndt T (2010) Eckpunkte für die Universalbank 2015. In: Bank (3):40-44
- Becker A, Buxmann P, Widjaja T (2009) Value potential and challenges of service-oriented architectures - A user and vendor perspective. In: Newell S, Whitley E, Pouloudi N, Wareham J, Mathiassen L (Hrsg) Proc 17th European Conference on Information Systems, Verona, S 2085-2096
- Berger P, Gerstenfeld A, Zeng A (2004) How many suppliers are best? A decision-analysis approach. In Omega 32(1):9-15
- Berger P, Zeng A. (2006) Single versus multiple sourcing in the presence of risk. In: J Operational Res Soc 57(3):250-261
- Burke G, Carillo J, Vakharia A (2007) Single versus multiple supplier sourcing strategies. In: Eur J Operational Res 182(1):95-112
- Cortal Consors (2007) Cortal Consors Unternehmensbroschüre 2007. <https://www.cortalconsors.de/euroWebDe/servlets/embeddedSourcesServlet?contentType=pdf&contentExtId=denps31349977&iframe=yes>. Abfrage am 2011-03-01

- Craighead C, Blackhurst J, Rungtusanatham M, Handfield R (2007) The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. In: *Decis Sci* 38(1):131-156
- Erl T (2007) *SOA Principles of Service Design*, Prentice Hall, Boston
- Falkenberg F, Müller R, Bönsch J (2006) *Wertschöpfungsmodelle der Zukunft – Banken und Provider 2010*. Studie der Universität St. Gallen, St. Gallen
- Friedrich D (2006) Banken hoffen auf SOA bei Kernbank-Systemen. <http://www.cio.de/knowledgecenter/erp/812858>. Abfrage am 2011-03-01
- Harishankar R (2009) *SOA-Based Enterprise Integration*, McGraw-Hill, New York
- Homburg C (1995) Single Sourcing, Double Sourcing, Multiple Sourcing...? In: *Z Betriebswirtschaft* 65:813-834
- Joiko M (2006) Modernisierung der IT-Landschaft: Fortschritt durch Fusionen. In: *Bank* (5):68-71
- Kohlmann F, Alt R (2010) The Impact of Service-oriented Architecture on Business Networkability. In: Alexander T, Turpin M, van Deventer JP (Hrsg) *Proc 18th European Conference on Information Systems*, Pretoria
- Kröpfl S (2003) *Effizienz in der Abwicklung von Wertpapiergeschäften – Transaktionskosten und Wettbewerb in Europa*, wvb, Berlin
- Linthicum D (2003) *Enterprise Application Integration*. 4. Aufl. Addison-Wesley, Boston
- Mansfeld K, Alt R, Puschmann T (2010) Integrierte Gestaltung und Bewertung zur Entscheidungsunterstützung im Financial Sourcing. In: *Bank Inf Technol* (2):45-55
- Pan W (2009) Dynamic Pricing Strategy of Provider with Different QoS Levels in Web Service. In: *Journal of Networks* 4(4):228-235
- Quack K (2010) IT-Strategien: Deutsche Bank vertraut im Core-Banking SAP. In: *Computerwoche* (5):34
- Regniet S (2007) Banken, Vista und BPO treiben den stagnierenden Outsourcing-Markt an. In: *Netzwoche* (5):15-17
- Ruiz-Torres A, Mahmoodi F (2007) The optimal number of suppliers considering the costs of individual supplier failures. In: *Omega* 35(1):104-115
- Ruh W, Maginnis F, Brown W (2001) *Enterprise Application Integration*. Wiley, New York
- Spahr R (2001) Steuerung operationeller Risiken im Electronic und Investment Banking. In: *Bank* (9):660-663

- Sterling Commerce (2010) Komplexe IT-Infrastrukturen verursachen bei Banken hohe Kosten für den Datenaustausch, Pressemitteilung zur Studie „No bank is an island“. http://www.sterlingcommerce.com/de/about/news/press-releases/PM_Sibos_StudieDatenaustausch_DE10.htm. Abruf am 2011-03-01
- Wang D, Zhao Y (2007) Decision-making for the Optimal Number of Suppliers Considering Trade-off between Supplier Management Cost and Supply Failure Risk. In: Proc IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapur, S 1664-1668
- Weitzel T, Martin S, König W (2003) Straight Through Processing auf XML-Basis im Wertpapiergeschäft. In: Wirtschaftsinformatik 45(4):409-420
- Wortmann F (2006) Integrationsinfrastrukturen in der Finanzdienstleistungsbranche: Ergebnisse einer Studie. In: Schelp J, Winter R (Hrsg) Integrationsmanagement, Springer, Berlin, S 169-202

H Gesamtfazit der Dissertationsschrift

Gegenstand dieser Dissertationsschrift ist die Untersuchung des ökonomischen Potentials der Flexibilität von IS speziell für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern. Zu diesem Themenkomplex wurden im einleitenden Kapitel A drei fachliche Herausforderungen motiviert. Die in den Kapiteln B bis G vorgestellten sechs wissenschaftlichen Beiträge behandelten dann verschiedene konkrete Aspekte dieser Herausforderungen. Sie lieferten damit wesentliche und neue Erkenntnisse zur finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der Flexibilität von IS sowie zur Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern für die Kapazitätsplanung und für die Steuerung des operationellen Risikos eines Ausfalls von Wertschöpfungspartnern. Diese Erkenntnisse werden als Abschluss der Arbeit im Folgenden zusammengefasst und anschließend wichtige Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten vorgestellt.

1 Ergebnisse der vorgestellten Beiträge

Zu den in Abschnitt A-1 vorgestellten Herausforderungen können die folgenden Erkenntnisse festgehalten werden.

1.1 Herausforderung 1: Finanzwirtschaftlich fundierte Bewertung der Flexibilität von Informationssystemen

Der in Kapitel B vorgestellte Beitrag verfolgte zwei Ziele, um zu untersuchen, wie die Bewertung der ISF finanzwirtschaftlich fundiert vorzunehmen ist: Zum einen sollten aus der allgemeinen Definition der ISF deren wertbestimmende Faktoren hergeleitet und auf dieser Basis mit der finanzwirtschaftlichen Literatur geeignete Bewertungsverfahren identifiziert werden. Zum anderen sollte die bestehende wissenschaftliche Literatur zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF aufgearbeitet und analysiert werden, inwieweit darin die grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS erfüllt und welche der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS in den untersuchten Bewertungsfragestellungen betrachtet werden. Mit dieser Herangehensweise konn-

te ein für den Einsatz in der Praxis hilfreicher Überblick zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF gewonnen und gleichzeitig für die Wissenschaft der weitere Forschungsbedarf hinsichtlich Weiterentwicklung und Ergänzung der bestehenden Literatur aufgezeigt werden.

Folgende Kernergebnisse lassen sich festhalten:

- Der Wert der ISF hängt davon ab, inwieweit mit den ex ante über bestimmte Eigenschaften des IS festgelegten Handlungsspielräumen eine Anpassung an die exogenen Veränderungen ermöglicht wird. Mit dem Entscheidungsbaum- und dem Realloptionsverfahren existieren zwei theoretisch fundierte Verfahren, welche zur finanzwirtschaftlichen Bewertung der ISF geeignet sind, da mit ihnen sowohl alle grundlegenden Anforderungen an die Bewertung erfüllt als auch alle wertbestimmenden Faktoren der ISF erfasst werden können. Die Anwendung dieser Verfahren unter Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen an die Bewertung von IS ist jedoch nicht trivial. Sie verlangt ein genaues Verständnis der Verfahren sowie eine umfassende Identifikation und Abschätzung zahlreicher Eingangsgrößen.
- Die bestehende Literatur zur Bewertung der ISF zeigt Schwächen hinsichtlich der Berücksichtigung von Abhängigkeiten der ISF zum bestehenden IS-Portfolio, was eine grundlegende Anforderung einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung darstellt. Diese Schwächen gilt es mit weiterer Forschung auszuräumen, damit der Wert der ISF möglichst exakt bestimmt und darauf aufbauend Entscheidungen getroffen werden können. Darüber hinaus behandeln die in der Literatur betrachteten Bewertungsfragestellungen nur einige der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS. Um die methodisch korrekte Anwendung der finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren auch auf die noch nicht betrachteten Eigenschaften aufzuzeigen, besteht auch hier Bedarf für weitere Forschung.

1.2 Herausforderung 2: Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung

Die in den Kapiteln C bis F vorgestellten Beiträge widmeten sich dem Zielkonflikt aus Leerstandskosten und den Kosten, welche durch eine verzögerte Bearbeitung von Nachfragespitzen entstehen können, wenn die Kapazität nicht ausreichend dimensioniert wurde. Es wurde untersucht, welches ökonomische Potential eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern bezogen auf diesen Zielkonflikt besitzt.

In dem in Kapitel C vorgestellten Beitrag *„Integrating Business Partners On Demand: The Effect on Capacity Planning for Cost Driven Support Processes“* wurde dazu zunächst auf Grundlage der Warteschlangentheorie ein mathematisches Optimierungsmodell entwickelt, welches den geschilderten Zielkonflikt abbildet. Dieses wurde dann um die Möglichkeit des Zukaufs von temporärer Überkapazität und dem damit verbundenen Risiko hinsichtlich der Verfügbarkeit der temporären Überkapazität erweitert, so dass der Einfluss der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern auf die Kapazitätsplanung untersucht werden kann. Diese Untersuchung wurde anhand eines Fallbeispiels aus der Finanzdienstleistungsbranche durchgeführt. Beispieldaten aus dem Prozess des Wertpapierhandels und der Wertpapierabwicklung dienten als Ausgangspunkt einer simulationsbasierten Evaluation des Optimierungsmodells.

Mit der geschilderten Abbildung des durch die bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglichten Zukaufs temporärer Überkapazitäten in dem mathematischen Optimierungsmodell und der durchgeführten Simulation konnte gezeigt werden, dass die Möglichkeit des Zukaufs trotz des damit verbundenen Risikos dazu führen kann, dass Kapazitätspuffer für Nachfragespitzen reduziert und die Kosten der Kapazitätsbereitstellung gesenkt werden können. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass auf diese Weise die Verzögerungen bei der Bearbeitung von Nachfragespitzen trotz reduzierter Kapazitätspuffer wesentlich verkürzt und so auf Basis der Beispieldaten eine Kosteneinsparung von bis zu 12,4 % erreicht werden kann.

Der Beitrag *„IT-enabled Excess Capacity Markets for Services: Examining the Economic Potential in Cost-driven Service Supply Chains“* in Kapitel D setzt auf dem eben

beschriebenen Modell auf. Ziel des Kapitels war die Identifikation von Faktoren, welche einen Einfluss auf das ökonomische Potential der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung haben sowie eine Untersuchung der Auswirkungen dieser Faktoren mittels einer quantitativen Analyse über das bestehende Optimierungsmodell.

Anhand der Modellparameter konnten acht Faktoren (u. a. die Volatilität der Nachfrage sowie die Anzahl der Anbieter von temporärer Überkapazität) mit Einfluss auf das ökonomische Potential des Zukaufs von temporärer Überkapazität identifiziert werden. Eine ceteris paribus geführte Diskussion dieser Faktoren ermöglichte dann, deren grundsätzlichen Einfluss auf das ökonomische Potential darzustellen. Über eine am Beispiel eines ausgewählten Einflussfaktors durchgeführte quantitative Analyse konnten darüber hinaus die komplexen Wirkbeziehungen innerhalb des um den Zukauf temporärer Überkapazität erweiterten Kapazitätsplanungsproblems verdeutlicht und der zunächst qualitativ diskutierte Einfluss des untersuchten Faktors quantitativ nachgewiesen werden. Dafür wurde die Korrelation der Nachfragespitzen beim Käufer und den Anbietern als zu untersuchender Einflussfaktor herangezogen und gezeigt, dass der Zukauf von temporärer Überkapazität bei gleichlaufenden Nachfragespitzen keine Kosteneinsparungen ermöglicht.

In dem in Kapitel E vorgestellten Beitrag mit dem Titel *„An EA-Based Approach to Value Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling On Demand Integration of Service Providers“* wurde das Problem der Bewertung umfangreicher IS-Investitionen adressiert, welche Auswirkungen auf die gesamte IS-Architektur haben. Ziel des Beitrags ist es, eine Vorgehensweise zur Bewertung derartiger IS-Investitionen zu entwickeln und deren Anwendbarkeit anhand der Bewertung einer IS-Investition nachzuweisen, welche eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglicht.

Umfangreiche IS-Investitionen haben zumeist nicht nur Auswirkungen auf technologiebezogene Architekturebenen wie die Ebene der Anwendungssysteme, sondern auch Auswirkungen auf geschäftsbezogene Architekturebenen wie die Ebene der Geschäftsprozesse. Eine Bewertung des ökonomischen Potentials derartiger IS-

Investitionen kann nur dann sinnvoll erfolgen, wenn die von einer IS-Investition direkt oder indirekt betroffenen IS-Elemente identifiziert und anschließend die Auswirkungen auf diese Elemente möglichst genau bewertet werden. Gerade die Identifikation aller betroffenen IS-Elemente bereitet in der Praxis auf Grund der engen Verzahnung und zahlreicher Abhängigkeiten jedoch oft Schwierigkeiten.

Die im Beitrag vorgeschlagene Vorgehensweise stellt daher auf die in der wissenschaftlichen Literatur entwickelten und propagierten als auch in der Praxis mittlerweile immer häufiger und in immer höherer Detaillierung anzutreffenden Unternehmens- bzw. IS-Architekturmodelle ab. Diese dokumentieren die verschiedenen Elemente eines IS auf allen Architekturebenen (z. B. die im Unternehmen ablaufenden Geschäftsprozesse, die von der IT bereitgestellten Anwendungssysteme und Services und auch die einzelnen Infrastrukturelemente wie Server oder Netzwerkverbindungen) sowie deren Abhängigkeiten. Diese umfangreiche Dokumentation kann zum einen genutzt werden, um zunächst alle von einer IS-Investition betroffenen Elemente zu identifizieren. Zum anderen unterstützen die oftmals sehr detaillierten Modelle die sich anschließende Bewertung der Auswirkungen einer IS-Investition auf die jeweiligen Elemente.

Zur Bewertung einer umfangreichen IS-Investition wird im Beitrag folgende Vorgehensweise vorgeschlagen: Alle direkt oder indirekt betroffenen IS-Elemente sind durch Rückgriff auf die Unternehmens- bzw. IS-Architekturmodelle zu identifizieren und die Auswirkungen der IS-Investition auf diese Elemente zu bewerten. Der Wert der IS-Investition selbst kann dann ermittelt werden, indem die aus der Bewertung der Auswirkungen auf die einzelnen IS-Elemente ermittelten Werte zusammengefasst werden. Diese zunächst recht allgemein beschriebene Vorgehensweise zur Unterstützung der Bewertung einer IS-Investition wird dann auf die in Abschnitt A-1 beschriebenen Investitionen zur Flexibilisierung von IS angewendet. Damit wird abschließend die Anwendbarkeit der Vorgehensweise illustriert.

Ziel des Beitrags „*Combining Models of Capacity Supply to Handle Volatile Demand: The Economic Impact of Surplus Capacity in Cloud Service Environments*“ in Kapitel F war zunächst die Identifikation und Charakterisierung der am Markt beobachtbaren Modelle zur Bereitstellung und Abrechnung von Kapazitäten für IT-basierte Dienstleistungen

in Cloud-Computing-Umgebungen, um diese dem Modell des Zukaufs temporär verfügbarer Überkapazitäten gegenüberzustellen. Des Weiteren sollte auf Basis des bekannten Optimierungsmodells die kostenminimale Kombination dieser Modelle unter besonderer Berücksichtigung der über eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglichte Nutzung von Überkapazitäten ermittelt werden, um die in den Kapiteln C und D vorgenommenen quantitativen Untersuchungen zu vervollständigen.

Es wurden zwei am Markt beobachtbare Modelle zur Bereitstellung und Abrechnung von Kapazität identifiziert: Zum einen das bekannte Modell eines ex ante festzulegenden Ressourcenpools, wobei unabhängig von der tatsächlichen Auslastung stets der gleiche Fixpreis zu entrichten ist („dedicated capacity“). Zum anderen das als „elastic capacity“ bezeichnete Modell, welches Kapazität in beliebiger Höhe zur Verfügung stellt, wobei nur für genutzte Kapazität bezahlt werden muss. Beide Modelle unterscheiden sich vom Modell des Zukaufs temporär verfügbarer Überkapazitäten („surplus capacity“) insbesondere dadurch, dass Kapazität jederzeit verfügbar und daher kein entsprechendes Risiko zu berücksichtigen ist. Jedes Modell für sich allein betrachtet weist unterschiedliche Vor- und Nachteile hinsichtlich des grundlegenden Zielkonflikts aus Leerstandskosten und den Kosten einer verzögerten Bearbeitung von Nachfragespitzen auf. So ist für das hierfür auf den ersten Blick als überlegen erscheinende Modell der „elastic capacity“ meist ein im Vergleich zu den anderen Modellen sehr hoher Preis je genutzter Kapazitätseinheit zu bezahlen, was den Vorteil der Skalierbarkeit unter Umständen aufwiegen kann.

Eine entsprechende Diskussion der drei Modelle sowie der möglichen Kombinationen zeigt auf, dass auf Grund der verschiedenen zu berücksichtigenden Charakteristika (Elastizität, Preis, Verfügbarkeit etc.) und ihrer Ausprägungen bei den jeweiligen Modellen Umstände auftreten können, unter welchen ein einziges der Modelle, aber auch eine Kombination zweier oder aller drei Modelle zu der gewünschten Kostenminimierung in o. a. Zielkonflikt führen kann. Mit der sich daran anschließenden szenariobasierte Analyse anhand des um das Modell der „elastic capacity“ erweiterten mathematischen Optimierungsmodells konnte die in der qualitativen Diskussion gefundenen

Ergebnisse hinsichtlich der kostenminimalen Kombination der Modelle zudem quantitativ nachgewiesen werden.

1.3 Herausforderung 3: Bewertung des ökonomischen Potentials der bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern für die Steuerung des Risikos eines Ausfalls von Wertschöpfungspartnern

Der in Kapitel G vorgestellte Beitrag untersuchte vor dem Hintergrund sinkender Integrationskosten durch IS-Investitionen, welche eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern ermöglichen, ob Multiple-Sourcing zur Risikosteuerung in Wertschöpfungsnetzen von FDL ökonomisch sinnvoll sein kann. Dazu wurde ein mathematisches Optimierungsmodell entwickelt, um die kostenminimale Anzahl zu integrierender Dienstleister bei Berücksichtigung des operationellen Risikos möglicher Ausfälle der angebundenen Wertschöpfungspartner zu ermitteln. Anhand dieses Optimierungsmodells wurden zunächst der Einfluss sinkender Integrationskosten ceteris paribus evaluiert und anschließend die Auswirkungen der sinkenden Integrationskosten auf die Anforderungen an die Ausfallsicherheit von Dienstleistern untersucht.

Am Beispiel von Wertpapiertransaktionsbanken zeigt sich mit Hilfe des Optimierungsmodells, dass insbesondere bei hohen Risikokosten die Anbindung mehr als eines Wertschöpfungspartners vorteilhaft sein kann. Die Höhe der Risikokosten hängt dabei wesentlich vom gehandelten Transaktionsvolumen, aber auch dem Risikokostensatz ab. Letzterer beinhaltet u. a. notwendige Kosten zur Zwischenfinanzierung nicht abgewickelter Transaktionen. Gerade in Zeiten hochvolatiler Märkte und schwieriger Finanzierungsbedingungen, wie während der immer noch nachwirkenden Finanzmarktkrise, bietet sich Multiple-Sourcing zur Verringerung der hier diskutierten Risikokosten an.

Auf dieser Basis konnte dann weiter untersucht werden, wie sich eine Multiple-Sourcing-Strategie auf die Anforderungen an die Verfügbarkeit der technischen Systeme und damit auf die Summe aus Risikokosten eines Ausfalls und den Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen als relevante Entscheidungsgröße auswirkt. Werden nämlich Ausfallrisiken durch das redundante Vorhalten von Infrastruktur und Perso-

nal zu minimieren versucht, führt dies zu extrem hohen Fixkosten. Mit einer Simulation konnte gezeigt werden, dass das Ausfallrisiko auch durch die Anbindung mehrerer Wertschöpfungspartner reduziert und so auf hohe, mit zunehmenden Verfügbarkeitsanforderungen progressiv steigende, Kosten für Ausfallsicherheitsmaßnahmen verzichtet werden kann. Die Simulation zeigt, dass sich ein Gesamtkostenminimum bei zwei oder mehr Transaktionsbanken und entsprechend reduzierter Ausfallsicherheit einstellt.

2 Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten

Aus den Ergebnissen der in Kapitel B durchgeführten Literaturanalyse sowie aus den Limitationen der in den Kapiteln C bis G vorgestellten Beiträge ergeben sich weiterführende Fragestellungen, welche zum Abschluss dieser Dissertationsschrift als vielversprechende Ansätze für künftige Forschungsarbeiten skizziert werden und damit einen Ausblick auf weitere interessante Herausforderungen bieten sollen.

Hinsichtlich einer finanzwirtschaftlich fundierten Bewertung der ISF hat die in Kapitel B durchgeführte Analyse der bestehenden Literatur zur Bewertung der ISF gezeigt, dass Schwächen hinsichtlich der Berücksichtigung von Abhängigkeiten der ISF zum bestehenden IS-Portfolio bestehen, was eine grundlegende Anforderung einer fundierten finanzwirtschaftlichen Bewertung darstellt. Diese gilt es mit weiterer Forschung auszuräumen, damit der Wert der ISF möglichst exakt bestimmt und darauf aufbauend Entscheidungen getroffen werden können. Darüber hinaus behandeln die in der Literatur betrachteten Bewertungsfragestellungen nur einige der die ISF ermöglichenden Eigenschaften eines IS. Um die methodisch korrekte Anwendung der finanzwirtschaftlichen Bewertungsverfahren auch auf die noch nicht betrachteten Eigenschaften aufzuzeigen, besteht auch hier Bedarf für weitere Forschung.

Die in den Kapiteln C bis F vorgestellten Beiträge untersuchen das ökonomische Potential einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern bei der Kapazitätsplanung gestaltungsorientiert anhand eines mathematischen Optimierungsmodells

und zeigen, dass den entsprechenden Investitionen zur Flexibilisierung von IS ein ökonomischer Nutzen gegenüberstehen kann.

Sie bilden damit aber auch eine Grundlage und den Ausgangspunkt für weiterführende verhaltensorientierte und empirische Forschung:

- Mit konkreten Fallstudien, welche zu detaillierten Feldstudien in verschiedenen Anwendungsszenarien (z. B. verschiedene Branchen) genutzt werden, kann die Anwendbarkeit der vorgestellten Modelle getestet sowie weitere, allein durch theoretische Betrachtungen nicht identifizierbare Einflussfaktoren auf das ökonomische Potential bestimmt werden.
- Entsprechende Feldstudien können darüber hinaus dazu genutzt werden, um die theoretisch aus der Evaluation des Optimierungsmodells gewonnenen Erkenntnisse zu bestätigen und die Modellergebnisse auf ihre Robustheit in der Realwelt zu testen.
- Empirische Untersuchungen können darüber hinaus auch dabei helfen, die für die Modellanalysen notwendigen Inputfaktoren zu bestimmen. Die vorgestellten Beiträge verwenden zumeist in die Zukunft projizierte Vergangenheitsdaten, obwohl über empirische Daten ggf. verbesserte Ergebnisse erreichbar wären.

Der in Kapitel G vorgestellte Beitrag untersucht das ökonomische Potential einer bedarfsgesteuerten Integration von Wertschöpfungspartnern für die Steuerung des Risikos eines Ausfalls von Wertschöpfungspartnern. Anhand eines mathematischen Optimierungsmodells wurde gezeigt, dass Multiple-Sourcing-Strategien bei sinkenden Integrationskosten auch bei FDL ökonomisch sinnvoll sein und dadurch die Anforderungen in Ausfallsicherheitsmaßnahmen reduziert werden können.

Weiterer Forschungsbedarf besteht u. a. hinsichtlich der Koordination der Dienstleister. Es ist das Zusammenspiel untereinander und mit den zahlreichen an der Wertpapierabwicklung beteiligten Institutionen zu regeln. Hierbei spielen technische, organisatorische und auch rechtliche Fragestellungen eine Rolle. Des Weiteren sind die Auswirkungen eines derart gewachsenen Wertschöpfungsnetzes auf die Risikoposition des

FDL und die Risikosteuerung über das gesamte Dienstleisterportfolio hinweg zu untersuchen.

Mit den sechs vorgestellten Beiträgen widmet sich die vorliegende Arbeit verschiedenen Forschungsfragen zum ökonomischen Potential der Flexibilität von Informationssystemen speziell für eine bedarfsgesteuerte Integration von Wertschöpfungspartnern. Damit konnten wesentliche und neue Erkenntnisse gewonnen werden. Die in der Arbeit aufgegriffenen Forschungsfragen umfassen – wie soeben dargestellt – jedoch nur einen Ausschnitt der mit dem in der Einleitung zu dieser Dissertationsschrift motivierten Themenkomplex in Zusammenhang stehenden Fragestellungen.

Gerade die möglichen Anknüpfungspunkte für verhaltensorientierte und empirische Forschung zeigen, dass nicht nur für gestaltungsorientierte Arbeiten weiterer Forschungsbedarf besteht. Entsprechende Ergebnisse können im Zusammenspiel mit den vorgestellten theoretischen Arbeiten einen weiteren wichtigen Baustein in dem für die Design-Science-Forschung vorgeschlagenen und anerkannten Forschungskreislauf bilden.

Es verbleiben demnach viele weitere spannende Themen, die aus technologischer und ökonomischer Perspektive eine bedeutsame Relevanz für Wissenschaft und Praxis besitzen und in zukünftigen Forschungsarbeiten untersucht werden können und sollten.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Christoph Sebastian Dorsch

geboren am 12. Juli 1980 in Augsburg

Beruf

seit 08/2006 Mitarbeiter am FIM Kernkompetenzzentrum
Finanz- & Informationsmanagement, Universität Augsburg.

Ausbildung

08/2006 – 11/2013 Promotion am Lehrstuhl für BWL, Wirtschaftsinformatik,
Informations- & Finanzmanagement, Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl,
Universität Augsburg.

10/2000 – 05/2006 Studium der Betriebswirtschaftslehre, Universität Augsburg.

09/1990 – 06/1999 Besuch des Jakob Fugger Gymnasiums, Augsburg.

Augsburg, im November 2013

Zum ökonomischen Potential der Flexibilität von
Informationssystemen für eine bedarfsgesteuerte Integration
von Wertschöpfungspartnern

Dissertation, Universität Augsburg, Oktober 2013