



Kernkompetenzzentrum
Finanz- & Informationsmanagement



Projektgruppe
Wirtschaftsinformatik

Diskussionspapier

Kapazitätsmanagement für informationsintensive Dienstleistungen

von

Hans Ulrich Buhl, Felix Krause, Martin Lehnert, Maximilian Röglinger



Europäische Union
„Investition in Ihre Zukunft“
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

in: Tagungsband der 12. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI),
Osnabrück, Deutschland, März 2015

WI-358

Universität Augsburg, D-86135 Augsburg
Besucher: Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
Telefon: +49 821 598-4801 (Fax: -4899)

Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth
Besucher: F.-v.-Schiller-Str. 2a, 95444 Bayreuth
Telefon: +49 921 55-4710 (Fax: -844710)



Kapazitätsmanagement für informationsintensive Dienstleistungen

Hans Ulrich Buhl¹, Felix Krause¹, Martin Lehnert¹ und Maximilian Röglinger²

¹ FIM Research Center, University of Augsburg, Augsburg, Germany
{hans-ulrich.buhl, felix.krause, martin.lehnert}@fim-rc.de

² FIM Research Center, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany
maximilian.roeglinger@fim-rc.de

Abstract. Das Wachstum des Dienstleistungssektors in den letzten Jahren geht hauptsächlich auf informationsintensive Dienstleistungen zurück. Solche Dienstleistungen weisen einen hohen Anteil an Informationsverarbeitungsaufgaben auf und stellen hohe Anforderungen an die Qualifikation von Mitarbeitern. Trotz dieser Bedeutung ist bislang unklar, wie sich die Eigenschaften von informationsintensiven Dienstleistungen auf das Zusammenspiel unterschiedlicher Kapazitätsmanagementmaßnahmen auswirken. Wir untersuchen diese Auswirkungen analytisch anhand eines betriebswirtschaftlichen Optimierungsmodells, das sowohl die quantitative als auch die qualitative Kapazitätsdimension abdeckt. Das Optimierungsmodell hilft zudem, das Entscheidungsfeld mathematisch zu erfassen und allgemeine Zusammenhänge zu identifizieren.

Keywords: Dienstleistungsmanagement, Informationsintensive Dienstleistungen, Informationstechnologie, Kapazitätsmanagement, Optimierungsmodell

1 Einleitung

Dienstleistungen sind in den meisten Industrienationen der größte und am schnellsten wachsende Wirtschaftssektor [1]. In den USA sind sie für knapp 80 %, in Deutschland für knapp 70 % des Bruttoinlandsprodukts verantwortlich [2]. Das Wachstum der letzten Jahre geht vorwiegend auf informationsintensive Dienstleistungen zurück, die einen hohen Anteil an Informationsverarbeitungsaufgaben aufweisen und hohe Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikation stellen [3]. Da die Nichtlagerbarkeit von Dienstleistungen und die Integration des Kunden in die Leistungserstellung sowohl die Angebotsplanung erschweren als auch die Abhängigkeit von Nachfrageschwankungen erhöhen, besteht eine zentrale Aufgabe des Dienstleistungsmanagements darin, Angebot und Nachfrage aufeinander abzustimmen [4]. Darüber hinaus ist bei informationsintensiven Dienstleistungen die Rolle der Informationstechnologie (IT) besonders zu berücksichtigen [5]. Entgegen der wirtschaftlichen Bedeutung von informationsintensiven Dienstleistungen ist bislang jedoch unklar, wie sich ihre Eigenschaften auf die Abstimmung von Angebot und Nachfrage auswirken.

In der Literatur finden sich zahlreiche Maßnahmen, um Angebot und Nachfrage von Dienstleistungen aufeinander abzustimmen. Nachfrageseitige Maßnahmen versuchen, die Nachfrage zu verteilen oder zu entzerren [6]. Preise werden dynamisch gesetzt oder

Anfragen außerhalb von Stoßzeiten belohnt [7-8]. Angebotsseitige Maßnahmen setzen auf Flexibilisierung und Diversifikation. Lastverbände werden gegründet, Teilzeitmitarbeiter beschäftigt oder Mitarbeiter für mehrere Aufgaben qualifiziert (Cross-Training) [1], [9]. Üblicherweise werden nachfrageseitige Maßnahmen dem Revenue Management, angebotsseitige Maßnahmen dem Kapazitätsmanagement zugeordnet. Wir setzen den Schwerpunkt auf das Zusammenspiel angebotsseitiger Maßnahmen, also auf das Kapazitätsmanagement informationsintensiver Dienstleistungen. Dieser Schwerpunkt ist darin begründet, dass sich die Forschung bislang zwar intensiv mit angebotsseitigen Maßnahmen auseinandergesetzt hat, dies jedoch überwiegend isoliert getan hat [10-12]. Hinzu kommt, dass sich bisherige Forschungsarbeiten zumeist mit Dienstleistungen im Allgemeinen, nicht mit informationsintensiven Dienstleistungen im Speziellen beschäftigt haben. Somit verfolgen wir folgende Forschungsfrage: *Wie wirken sich die Eigenschaften informationsintensiver Dienstleistungen auf das Zusammenspiel unterschiedlicher Kapazitätsmanagementmaßnahmen aus?*

Um diese Frage zu beantworten, untersuchen wir die Auswirkungen auf das Kapazitätsmanagement analytisch mit Hilfe eines betriebswirtschaftlichen Optimierungsmodells, das sowohl die quantitative als auch die qualitative Kapazitätsdimension abdeckt. Das Optimierungsmodell hilft zudem, das Entscheidungsfeld mathematisch zu erfassen und allgemeine Zusammenhänge zu identifizieren.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: Zunächst skizzieren wir in Abschnitt 2 den erforderlichen theoretischen Hintergrund. In Abschnitt 3 formulieren und lösen wir das Optimierungsmodell. Die Lösungen werden in Abschnitt 4 diskutiert. Abschnitt 5 fasst die Ergebnisse zusammen, zeigt Limitationen auf und schließt mit einem Ausblick. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass mathematische Herleitungen in einen Anhang ausgelagert wurden, der gerne bei den Autoren angefordert werden kann.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Grundlagen von Dienstleistungen

Gemäß ihrer wirtschaftlichen Bedeutung haben sich Dienstleistungen seit langem als eigenständiger Forschungsbereich etabliert [1], [13]. Es gibt eine umfassende Wissensbasis, wie Dienstleistungen definiert sind, wie ihr Wertschöpfungsprozess abläuft und welche Rolle die Informationsverarbeitung bzw. IT spielen. Diesem Beitrag liegt ein betriebswirtschaftlicher Dienstleistungsbegriff zugrunde [14]. Konstitutive Merkmale dieses Dienstleistungsbegriffs sind unter anderem die Integration des Kunden in die Leistungserstellung sowie die Individualität und in vielen Fällen die Nichtlagerbarkeit und Immaterialität des Leistungsergebnisses [15-17].

Der Dienstleistungsprozess unterteilt sich in Leistungsbereitstellung, Leistungsvereinbarung und Leistungserbringung [18-19]. In der Leistungsbereitstellung werden interne Faktoren beschafft und soweit vorkombiniert, wie es ohne den Kunden möglich ist. Ziel ist es, Leistungsbereitschaft herzustellen, d.h. kurzfristig auf Kundenaufträge reagieren zu können. In der Leistungsvereinbarung verhandeln Dienstleister und Kunde

die Modalitäten der Leistungserbringung und – soweit vorab definierbar – die Eigenschaften des Leistungsergebnisses. In der Leistungserbringungsphase wird die Dienstleistung gemeinsam mit dem Kunden bzw. an einem Objekt aus dessen Einflussbereich erbracht. Am Ende der Leistungserbringung steht das Leistungsergebnis.

Auch im Dienstleistungsbereich besteht seit längerem der Trend, menschliche Arbeit durch IT zu ersetzen [20]. Für das Front Office eignen sich Zugangs- sowie Präsentations-, Auskunfts- und Beratungssysteme, für das Back Office Workgroup-Support- und Wissensmanagementsysteme. Übergreifend können Workflow-Management-, Transaktions- und Expertensysteme sowie Content- und Dokumenten-Management-Systeme eingesetzt werden [19]. Darüber hinaus gibt es zahlreiche branchenspezifische Anwendungssysteme. Sieht man von der Nutzung als Kommunikationsplattform ab, so ist IT-Unterstützung danach zu klassifizieren, ob Aufgaben automatisiert werden, ob die Aufgabensteuerung automatisiert wird oder ob den Mitarbeitern bei der Durchführung ihrer Aufgaben Assistenzfunktionalität bereitgestellt wird.

Zur Definition von informationsintensiven Dienstleistungen greifen wir auf Klassifikationsschemata zurück, die sich mit der Rolle der Informationsverarbeitung bzw. IT im Dienstleistungsprozess befassen. Anhand der Informationsintensitätsmatrix werden Dienstleistungen danach unterschieden, wie informationsintensiv ihre Leistungserbringung und wie hoch der Informationsanteil im Leistungsergebnis ist [21]. Informationsintensität ist definiert als Anteil der Bearbeitungszeit, der auf Informationsverarbeitung entfällt [22]. In den letzten Jahren hat nicht nur der Anteil der Informationsverarbeitungsaufgaben zugenommen. Vielmehr ist auch ihre Komplexität gestiegen, was zu höherer kognitiver Belastung und gestiegenen Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikation führt [23]. Im Gegensatz zur Informationsintensitätsmatrix bezieht sich Leimeister [13] auf die an der Leistungserbringung beteiligten Aufgabenträger. Er klassifiziert Dienstleistungen nach hohem bzw. niedrigem Personal- und IT-Einsatz. Vor diesem Hintergrund lassen sich informationsintensive Dienstleistungen als Spezialform des allgemeinen Dienstleistungsbegriffs wie folgt abgrenzen: (1) die Leistungserbringung ist stark durch Informationsverarbeitung geprägt und weist ein hohes Potenzial für IT-Unterstützung auf, (2) die Leistungserbringung erfordert die Mitwirkung von Mitarbeitern und weist somit zumindest einen niedrigen Personaleinsatz auf, und (3) die kognitive Belastung und die Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikation sind hoch.

2.2 Grundlagen des Kapazitätsmanagements

Kapazitätsmanagement ist eine zentrale Aufgabe des Dienstleistungsmanagements. Die Kapazität bezeichnet das Leistungspotenzial einer wirtschaftlichen oder technischen Einheit in einem Zeitabschnitt und begrenzt die Leistungsbereitschaft in quantitativer und qualitativer Hinsicht [24-25]. Geht man davon aus, dass Dienstleistungen durch Arbeitssysteme erbracht werden, die sowohl Dienstleistungsprozesse als auch Mitarbeiter und Betriebsmittel – hier: vorwiegend IT – bündeln, so wird die quantitative Kapazitätsdimension über das Leistungsvolumen eines Arbeitssystems gemessen, die qualitative Kapazitätsdimension über dessen Leistungsspektrum [26]. Das Leistungsspekt-

rum entspricht der Anzahl der Dienstleistungsprozesse, die in einem Arbeitssystem gebündelt sind. Das Leistungsvolumen spiegelt die Anzahl der Transaktionen wider, die pro Dienstleistung und Zeitabschnitt in einem Arbeitssystem erbracht werden können.

Im Kapazitätsmanagement unterscheidet man zwischen einer strategischen, taktischen und operativen Ebene [9]. In der Kapazitätsstrategie wird das Leistungspotenzial auf Basis der strategischen Produktionsprogrammplanung festgelegt. Um das konkrete Leistungspotenzial zu planen, sind taktisch Entscheidungen hinsichtlich Art, Umfang, Struktur und Zusammenwirken von Mitarbeitern und Betriebsmitteln zu treffen. Das operative Kapazitätsmanagement beschäftigt sich damit, die Leistungsbereitschaft sicherzustellen – also die aktuelle Nachfrage situationsspezifisch mit der verfügbaren Angebotskapazität abzustimmen. Der vorliegende Beitrag ist auf der taktischen Ebene des Kapazitätsmanagements angesiedelt.

Leistungsspektrum und Leistungsvolumen lassen sich durch unterschiedliche Kapazitätsmanagementmaßnahmen beeinflussen. Eine zentrale Maßnahme zur Beeinflussung des Leistungsspektrums ist Cross-Training [1], [27]. Durch Cross-Training können Mitarbeiter Aufgaben in mehreren Dienstleistungsprozessen übernehmen. Aus Sicht eines Arbeitssystems erhöht sich durch Cross-Training die Anzahl der im Arbeitssystem gebündelten Dienstleistungen. Dies ermöglicht, Asymmetrien in der Nachfrage nach einzelnen Dienstleistungen im Arbeitssystem auszugleichen [28]. Da die hohen Anforderungen von informationsintensiven Dienstleistungen Mitarbeiter schnell an ihre Belastungsgrenzen bringen, muss Cross-Training durch den Aufbau einer angemessenen IT-Unterstützung in der Leistungserbringung (z.B. durch Beratungssysteme, Expertensysteme oder Wissensmanagementsysteme) flankiert werden. Aufgrund der zentralen Bedeutung von Cross-Training verwenden wir diese Maßnahme im Folgenden stellvertretend für die qualitative Kapazitätsdimension. Maßnahmen zur Beeinflussung des Leistungsvolumens sind der Aufbau von Pufferkapazität, Schichtmanagement, Effizienzsteigerungsprogramme, Automatisierung von Dienstleistungsprozessen, Auslagerung von Übernachfrage an externe Dienstleister, Intensivierung der Kundenintegration und Aufbau von Lastverbänden [1], [13]. Ein zentraler Unterschied zwischen diesen Maßnahmen ist, dass sich manche Maßnahmen (z.B. Pufferkapazität und Automatisierung) auf die interne Kapazität konzentrieren. Andere Maßnahmen hingegen (z.B. Einbindung externer Dienstleister und Kundenintegration) involvieren externe Partner.

3 Optimierungmodell

3.1 Grundidee

Die Grundidee des Optimierungsmodells besteht darin, dass Dienstleistungen durch Arbeitssysteme erbracht werden (Abb. 1a). Leistungsspektrum und -volumen eines Arbeitssystems wirken sich darauf aus, welche aggregierte Nachfrage ein Arbeitssystem bedienen können muss und mit welcher Wahrscheinlichkeit diese Nachfrage bedient werden kann. Aus dem Leistungsspektrum lassen sich Anforderungen an die qualitative

Kapazitätsdimension ableiten, insbesondere in welchem Umfang Cross-Training-Maßnahmen durchzuführen sind. Aus dem Leistungsvolumen dagegen folgen Anforderungen an die quantitative Kapazitätsdimension, z.B. für wie viele Transaktionen Leistungsbereitschafts hergestellt werden soll, wie viel Pufferkapazität von Nöten ist oder in welchem Umfang Dienstleistungsprozesse automatisiert werden sollen. Leistungsspektrum und Leistungsvolumen beeinflussen somit mittelbar die Ein- und Auszahlungen, die für die operative Wertschöpfung und die Herstellung des Leistungspotenzials anfallen. Sie werden daher als Entscheidungsvariablen verwendet, um das Zusammenspiel von Kapazitätsmanagementmaßnahmen bei informationsintensiven Dienstleistungen zu analysieren. Dem Optimierungsmodell liegt eine Zielfunktion zugrunde, gemäß der diejenigen Ausprägungen von Leistungsspektrum und -volumen als optimal gelten, die den erwarteten Zahlungsüberschuss maximieren.

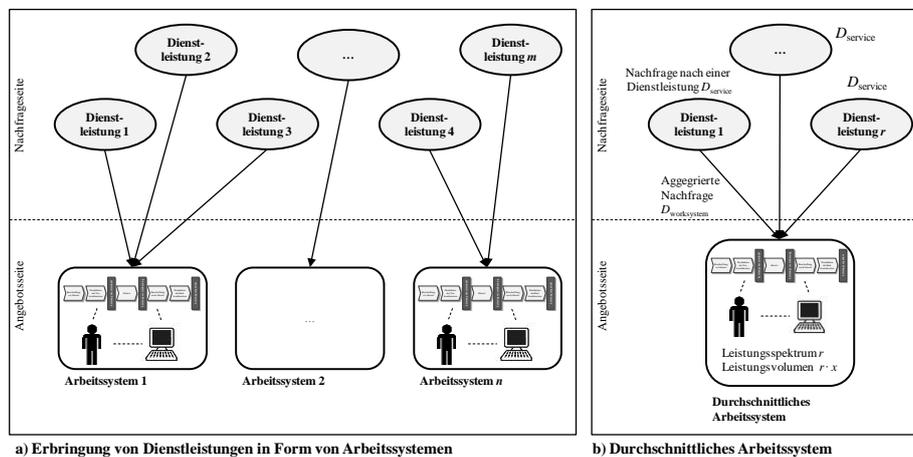


Abb. 1 Zentrale Begriffe des Optimierungsmodells

Um das Zusammenspiel unterschiedlicher Kapazitätsmanagementmaßnahmen besser untersuchen zu können, ist ein analytisch lösbares Modell hilfreich. Dazu sind wie in nahezu jedem Modellierungsprojekt vereinfachende Annahmen zu treffen. Im vorliegenden Fall abstrahieren wir von einzelnen Arbeitssystemen. Unsere Analyseeinheit ist ein durchschnittliches Arbeitssystem (Abb. 1b). Zudem liegt dem Optimierungsmodell eine einperiodige Betrachtung zugrunde. Dies ist nicht zu restriktiv, da sich alle Zusammenhänge in einer einperiodigen Betrachtung erfassen lassen und die einperiodige Betrachtung bei Dienstleistungsprozessen mit positiven periodischen Zahlungsüberschüssen eine risikoaverse Variante der mehrperiodigen Betrachtung darstellen.

Im Weiteren skizzieren wir zunächst den allgemeinen Rahmen des Optimierungsmodells, der die Analyseeinheit, relevante Einflussgrößen, Entscheidungsvariablen und die Zielfunktion umfasst. Anschließend modellieren wir die ökonomischen Auswirkungen der Entscheidungsvariablen und konkretisieren die Zielfunktion. Zuletzt lösen wir das Optimierungsmodell analytisch.

3.2 Formulierung des Optimierungsmodells

Allgemeiner Rahmen. Wir betrachten ein Unternehmen, das $m \in \mathbb{N}$ informationsintensive Dienstleistungen mit unsicherer Nachfrage anbietet. Die Dienstleistungen sind thematisch verwandt, d.h. sie betreffen dasselbe Marktsegment und können sich grundsätzlich wechselseitig ergänzen. Die Nachfragen nach den einzelnen Dienstleistungen unterliegen somit ähnlichen Schwankungen, bei denen von einer positiven Korrelation ausgegangen werden kann. Dazu treffen wir folgende Annahme:

A1: Die Nachfrage nach einzelnen Dienstleistungen ist identisch und folgt einer Normalverteilung $D_{\text{service}} \sim N(\mu_{\text{service}}, \sigma_{\text{service}})$. Alle Nachfragen sind entweder unkorreliert oder in identischer Höhe positiv korreliert. Es gilt $\rho \in [0; 1]$.

Unsichere Nachfrage wird gerade bei Marktrisiken gerne als normalverteilt angenommen [29]. Eine negative Nachfrage, die aufgrund der Eigenschaften der Normalverteilung theoretisch auftreten kann, blenden wir aus, da sie bei hinreichend großem Erwartungswert und hinreichend kleiner Standardabweichung vernachlässigbar ist [30].

Im taktischen Kapazitätsmanagement von informationsintensiven Dienstleistungen plant das Unternehmen das Zusammenwirken von Mitarbeitern und IT. Dienstleistungen werden durch Arbeitssysteme erbracht, wobei ein Arbeitssystem mehrere Dienstleistungsprozesse bündeln kann und jede Dienstleistung genau einem Arbeitssystem zugeordnet ist. Das Unternehmen kann bis zu m Arbeitssysteme einrichten. Das betrachtete durchschnittliche Arbeitssystem weist das Leistungsspektrum $r \in [1; m]$ und das Leistungsvolumen x pro Dienstleistung auf. Das Leistungsvolumen repräsentiert hier den Teil der quantitativen Kapazitätsdimension, der durch Kapazitätsmanagementmaßnahmen bereitgestellt wird, die ohne Hinzunahme externer Partner auskommen. Aus Annahme (A1) folgt, dass für jede Dienstleistung dasselbe Leistungsvolumen bereitgestellt wird, da jede Dienstleistung dieselbe Nachfrage aufweist.

Das Leistungsspektrum spiegelt als Messgröße der qualitativen Kapazitätsdimension die Anzahl der Dienstleistungsprozesse wider, die das betrachtete Arbeitssystem erbringen kann. Es ist ein Indikator für den erforderlichen Umfang an Cross-Training. Bei einem Leistungsspektrum von $r = 1$ existieren genauso viele Arbeitssysteme wie informationsintensive Dienstleistungen. Mitarbeiter sind Spezialisten, müssen nur für eine Dienstleistung qualifiziert sein und benötigen folglich kein Cross-Training. Bei einem Leistungsspektrum von $r = m$ existiert dagegen nur ein Arbeitssystem, das die Prozesse aller angebotenen Dienstleistungen bündelt. Mitarbeiter sind Generalisten und können in allen Dienstleistungsprozessen eingesetzt werden. Dies erfordert umfangreiches Cross-Training. Die aggregierte Nachfrage, mit der das betrachtete Arbeitssystem konfrontiert ist, ergibt sich durch Faltung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Einzelnachfragen (Formel 1).

$$D_{\text{worksystem}} = r \cdot D_{\text{service}} \sim N(\mu_{\text{worksystem}}, \sigma_{\text{worksystem}}) \quad (1)$$

$$\text{mit } \mu_{\text{worksystem}} = r \cdot \mu_{\text{service}}$$

$$\sigma_{\text{worksystem}} = \sqrt{r \cdot \sigma_{\text{service}}^2 \cdot (1 + r \cdot \rho - \rho)}$$

Das Leistungsvolumen des betrachteten Arbeitssystems, $r \cdot x$, ergibt sich aus dem Leistungsspektrum und dem pro Dienstleistung bereitzustellenden Leistungsvolumen. Bereits hier zeigt sich, dass es Wechselwirkungen zwischen der qualitativen und der quantitativen Kapazitätsdimension gibt. Als Messgröße der quantitativen Kapazitätsdimension ist das Leistungsvolumen eine Obergrenze dafür, wie viele Transaktionen das betrachtete Arbeitssystem pro Periode erbringen kann. Die Anforderungen an das Leistungsvolumen steigen mit dem Leistungsspektrum, da die aggregierte Nachfrage nach mehr Dienstleistungen befriedigt werden muss. Aufgrund ihrer Unsicherheit kann die tatsächliche Nachfrage das Leistungsvolumen überschreiten (Übernachfrage). Eine Obergrenze für die Wahrscheinlichkeit einer Übernachtfrage lässt sich über die Tschebyscheff-Ungleichung abschätzen (Formel 2).

$$\frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot (1 + r \cdot \rho - \rho)}{2 \cdot (x - \mu_{\text{service}})^2 \cdot r} \quad (2)$$

Für den Fall, dass die tatsächliche Nachfrage das Leistungsvolumen überschreitet, soll die Übernachtfrage vollständig an einen externen Dienstleister ausgelagert werden. Es handelt sich um eine Kapazitätsmanagementmaßnahme, die externe Partner involviert. Das vollständige Bedienen der Nachfrage ist bei sehr sensitiven Kunden, in hart umkämpften Marktsegmenten oder bei einer vertraglichen Pflicht zur Leistungserbringung erforderlich. Die Auslagerung kann bspw. durch Anbieter von Service-Clouds erfolgen [10]. Zudem kann der externe Dienstleister in eine unternehmensübergreifende Serviceorientierte Architektur integriert sein, damit Übernachtfrage im Bedarfsfall unkompliziert weitergeleitet werden kann [31]. Wir treffen folgende Annahme:

A2: Der Dienstleister strebt danach, die Nachfrage vollständig zu bedienen. Jede angebotene Dienstleistung kann nach entsprechender Vorbereitung ausgelagert werden. Überschreitet die Nachfrage das Leistungsvolumen, so wird die Übernachtfrage vollständig durch den externen Dienstleister bedient.

Abschließend ist die Zielfunktion festzulegen. Das Unternehmen strebt danach, den erwarteten Zahlungsüberschuss $CF(r, x)$ für alle angebotenen Dienstleistungen in Abhängigkeit vom Leistungsspektrum des betrachteten Arbeitssystems und dem Leistungsvolumen pro Dienstleistung zu maximieren.

Ökonomische Auswirkungen. Um ökonomische Auswirkungen zu modellieren, wird der der Zielfunktion zugrundeliegende Zahlungsstrom zerlegt. Daraus ergeben sich Auszahlungen für die Herstellung des Leistungspotenzials sowie Ein- und Auszahlungen entlang des operativen Wertschöpfungsprozesses.

Auszahlungen für die Herstellung des Leistungspotenzials entstehen vor der operativen Wertschöpfung, um Kapazitätsmanagementmaßnahmen umzusetzen. Aus Sicht der qualitativen Kapazitätsdimension entstehen Auszahlungen, um Dienstleistungsprozesse zu Arbeitssystemen zu bündeln und Cross-Training durchzuführen. Diese Auszahlungen hängen vom Leistungsspektrum ab. Aufgrund von Komplexitätseffekten ist von einem überproportionalen Verlauf auszugehen [32]. Wir nehmen an:

A3: Für die Herstellung des Leistungspotenzials fallen im betrachteten Arbeitssystem Auszahlungen in Höhe von $C \cdot r + c \cdot r^2$ an. Dabei bezeichnet C einen Grundbetrag, der für jede Dienstleistung anfällt. Der Faktor c zeigt an, wie komplex es ist, mehrere Dienstleistungen in einem Arbeitssystem zu bündeln.

Der Komplexitätsaufschlag hängt insbesondere vom Schwierigkeitsgrad und den fachlichen Verflechtungen der angebotenen Dienstleistungen ab. Die Annahme einer quadratischen Auszahlungsfunktion ist eine Vereinfachung, die einerseits den überproportionalen Verlauf abbildet, andererseits die analytische Lösbarkeit des Optimierungsmodells aufrechterhält [33]. Aus Sicht der quantitativen Kapazitätsdimension fallen pro erbrachter Dienstleistung Auszahlungen in Höhe von c_{setup} für die Umsetzung entsprechender Kapazitätsmanagementmaßnahmen an. Für das Arbeitssystem ergeben sich somit Auszahlungen in Höhe von $r \cdot x \cdot c_{\text{setup}}$. Zudem fallen Auszahlungen für den Aufbau der Beziehung zum externen Dienstleister an. Da diese Auszahlungen gemäß Annahme (A2) immer anfallen und weder vom Leistungsspektrum noch vom Leistungsvolumen abhängen, werden sie nicht modelliert.

In der operativen Wertschöpfung fallen je erbrachter Dienstleistung Auszahlungen in Höhe von c_{perform} an. Darunter fallen auch Auszahlungen zur Herstellung der Leistungsbereitschaft (z.B. für die Produktion der Vorkombination) und Auszahlungen der Leistungsvereinbarungsphase (z.B. für Vertragsverhandlungen). Bei informationsintensiven Dienstleistungen fallen diese Auszahlungen überwiegend für Mitarbeiter im Sinne von Personal- und Personalnebenkosten sowie für die IT-Unterstützung an, wobei letztere einen geringen Anteil ausmacht. Für jede erbrachte Dienstleistung werden zudem Einzahlungen in Höhe eines konstanten Verkaufspreises p realisiert. Abschließend sind die Auszahlungen zu modellieren, die im Falle einer Übernachfrage entstehen. Dazu treffen wir folgende Annahme:

A4: Die Auslagerung der Übernachfrage an den externen Dienstleister verursacht je im Arbeitssystem gebündelter Dienstleistung die Auszahlungen c_{sourcing} .

Die Höhe dieser Auszahlungen basiert auf einem Fixpreis, den ein externer Dienstleister für die Bedienung der Übernachfrage berechnet. Die Auszahlungen sind umso höher, je komplexer die Auslagerung an einen externen Dienstleister ist. Für das betrachtete Arbeitssystem entstehen Auszahlungen in Höhe von $r \cdot c_{\text{sourcing}}$. Da das Unternehmen gemäß Annahme (A2) danach strebt, die Nachfrage vollständig zu bedienen, stimmt die erwartete Anzahl der erbrachten Dienstleistungen mit dem Erwartungswert der aggregierten Nachfrage überein. Formel (3) zeigt den erwarteten Zahlungsüberschuss des betrachteten Arbeitssystems für die Leistungserbringungsphase, der sich unter Berücksichtigung von Formel (1) und (2) ergibt.

$$(p - c_{\text{perform}}) \cdot r \cdot \mu_{\text{service}} - \frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot (1 + r \cdot \rho - \rho)}{2 \cdot (x - \mu_{\text{service}})^2} \cdot c_{\text{sourcing}} \quad (3)$$

Konkretisierung der Zielfunktion. Auf Basis der bisherigen Ausführungen lässt sich die Zielfunktion konkretisieren. Dazu werden die Zahlungsstromkomponenten auf das gesamte Dienstleistungsportfolio bezogen und miteinander verknüpft (Formel 4). Bei einer Entscheidung auf Basis des erwarteten Zahlungsüberschusses fließt Risiko über

die Nachfrageschwankung in die Optimierung ein. Wie erwähnt strebt das Unternehmen danach, den erwarteten Zahlungsüberschuss zu maximieren.

$$\begin{aligned} \text{MAX: } CF(r, x) = & (p - c_{\text{perform}}) \cdot m \cdot \mu_{\text{service}} - \frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot (1 + r \cdot \rho - \rho) \cdot m}{2 \cdot (x - \mu_{\text{service}})^2 \cdot r} \\ & \cdot c_{\text{sourcing}} - m \cdot x \cdot c_{\text{setup}} - m \cdot (C + c \cdot r) \end{aligned} \quad (4)$$

3.3 Lösung des Optimierungsmodells

Die zahlungsüberschussmaximalen Ausprägungen von Leistungsspektrum und Leistungsvolumen ergeben sich durch Optimierung der Zielfunktion. Um die Ergebnisse in Abschnitt 4 leichter interpretieren zu können, betrachten wir zunächst die Optima für unkorrelierte und perfekt positiv korrelierte Einzelnachfragen. Anschließend bestimmen wir die Optima für beliebig positive korrelierte Einzelnachfragen.

Unkorrelierte Einzelnachfragen. Zunächst betrachten wir den Fall unkorrelierter Einzelnachfragen ($\rho = 0$). Dadurch verändern sich die aggregierte Nachfrage, mit der das betrachtete Arbeitssystem konfrontiert ist, und die Zielfunktion (Formel 5). Es ergeben sich die Optima in Formel (6) und (7).

$$\begin{aligned} CF_{\rho=0}(r, x) = & (p - c_{\text{perform}}) \cdot m \cdot \mu_{\text{service}} - \frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot m}{2 \cdot (x - \mu_{\text{service}})^2 \cdot r} \\ & \cdot c_{\text{sourcing}} - m \cdot x \cdot c_{\text{setup}} - m \cdot (C + c \cdot r) \end{aligned} \quad (5)$$

$$r_{\text{opt}, \rho=0} = \sqrt[4]{\frac{c_{\text{setup}}^2 \cdot c_{\text{sourcing}} \cdot \sigma_{\text{service}}^2}{2^3 \cdot c^3}} \quad (6)$$

$$x_{\text{opt}, \rho=0} = \mu_{\text{service}} + \sqrt[4]{\frac{2 \cdot c \cdot c_{\text{sourcing}} \cdot \sigma_{\text{service}}^2}{c_{\text{setup}}^2}} \quad (7)$$

Perfekt positiv korrelierte Einzelnachfragen. Als nächstes betrachten wir den Fall perfekt positiv korrelierter Einzelnachfragen ($\rho = 1$). Siehe Formel (8), (9) und (10).

$$\begin{aligned} CF_{\rho=1}(r, x) = & (p - c_{\text{perform}}) \cdot m \cdot \mu_{\text{service}} - \frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot m}{2 \cdot (x - \mu_{\text{service}})^2} \\ & \cdot c_{\text{sourcing}} - m \cdot x \cdot c_{\text{setup}} - m \cdot (C + c \cdot r) \end{aligned} \quad (8)$$

$$r_{\text{opt}, \rho=1} = 1 \quad (9)$$

$$x_{\text{opt}, \rho=1} = \mu_{\text{service}} + \sqrt[3]{\frac{c_{\text{sourcing}} \cdot \sigma_{\text{service}}^2}{c_{\text{setup}}}} \quad (10)$$

Beliebig positiv korrelierte Einzelnachfragen. Um die Zielfunktion vollständig zu untersuchen, betrachten wir abschließend beliebig positiv korrelierte Einzelnachfragen ($0 < \rho \leq 1$). Die Optima sind auf Basis der Zielfunktion aus Formel (4) zu bestimmen. Hierfür ermitteln wir die abhängigen Optima (Formel 11 und 12).

$$r_{\text{opt}}(x) = \sqrt[2]{\frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot c_{\text{sourcing}} \cdot (1 - \rho)}{2 \cdot c \cdot (\mu_{\text{service}} - x)^2}} \quad (11)$$

$$x_{\text{opt}}(r) = \mu_{\text{service}} + \sqrt[3]{\frac{\sigma_{\text{service}}^2 \cdot c_{\text{sourcing}} \cdot (1 + r \cdot \rho - \rho)}{c_{\text{setup}} \cdot r}} \quad (12)$$

Das Gleichungssystem kann durch Einsetzen von Formel (11) in Formel (12) bzw. von Formel (11) in Formel (12) weiter aufgelöst werden, um die Entscheidungsvariablen unabhängig voneinander zu ermitteln. Dies kann – wie eingangs angestrebt – analytisch erfolgen und resultiert in komplexen, aber eindeutigen Lösungen für das Leistungsspektrum des betrachteten Arbeitssystems und das je Dienstleistung bereitzustellende Leistungsvolumen. Aufgrund ihrer hohen Komplexität zeigen wir die unabhängigen Optima lediglich im Anhang.

4 Interpretation und Diskussion

Analog zu Abschnitt 3.3 interpretieren wir die Lösungen für unkorrelierte und perfekt positiv korrelierte Einzelnachfragen, um Zusammenhänge bei beliebig positiver Korrelation abzuleiten. Dazu nutzen wir das Instrumentarium der komparativen Statik.

4.1 Unkorrelierte Einzelnachfragen

Unkorrelierte Einzelnachfragen treten auf, wenn die angebotenen Dienstleistungen als wenig zusammengehörig empfunden werden und Kunden eher an einzelnen Dienstleistungen interessiert sind. Die Nachfrage nach einzelnen Dienstleistungen kann zu einem bestimmten Zeitpunkt sehr stark, bei anderen Dienstleistungen hingegen kaum oder gar nicht vorhanden sein. Tab. 1 zeigt, welche Zusammenhänge zwischen den Optima der Entscheidungsvariablen und den Parametern des Optimierungsmodells bestehen.

Tabelle 1. Komparative Statik bei unkorrelierten Einzelnachfragen

<i>Parameter</i>	$r_{\text{opt},\rho=0}$	$x_{\text{opt},\rho=0}$
Schwankung der Nachfrage nach einer Dienstleistung (σ_{service})	+	+
Erwartete Nachfrage nach einer Dienstleistung (μ_{service})	0	+
Auszahlungen für die Auslagerung der Übernachfrage an einen externen Dienstleister (c_{sourcing})	+	+
Auszahlungen für Herstellung des quant. Leistungspotenzials (c_{setup})	+	-
Komplexitätsaufschlag (c)	-	+

Zunächst fällt auf, dass eine höhere Nachfrageschwankung (σ_{service}) sowohl ein breiteres Leistungsspektrum als auch ein höheres Leistungsvolumen erfordert. Der positive Einfluss auf das Leistungsvolumen resultiert daraus, dass ein höheres Leistungsvolumen, das z.B. über Pufferkapazität oder Automatisierung erreicht werden kann, die Wahrscheinlichkeit einer Übernachfrage und damit die erwarteten Auszahlungen für

die Auslagerung an einen externen Dienstleister reduzieren. Der Zusammenhang mit dem Leistungsspektrum ist darin begründet, dass bei einem breiteren Leistungsspektrum mehr Dienstleistungen in einem Arbeitssystem gebündelt werden. Mitarbeiter, die entsprechendes Cross-Training durchlaufen haben, können die bei unkorrelierten Einzelnachfragen möglichen Nachfrageasymmetrien innerhalb einzelner Arbeitssysteme ausgleichen. Mathematisch steigt die Schwankung der aggregierten Nachfrage, mit der ein Arbeitssystem konfrontiert ist, aufgrund eines Diversifikationseffekts nur unterproportional mit dem Leistungsspektrum (Formel 1). Die Dichtefunktion der aggregierten Nachfrage entspricht einer gestauchten Variante der Dichtefunktion, die sich aus der Summe der Einzelnachfragen ergibt. Extreme Nachfrageschwankungen auf Ebene eines Arbeitssystems sind bei einem breiteren Leistungsspektrum unwahrscheinlicher. Investitionen in ein breiteres Leistungsspektrum sind bei unkorrelierten Einzelnachfragen also durchaus sinnvoll. Analoge Zusammenhänge bestehen bei den Auszahlungen für die Auslagerung der Übernachtfrage (c_{sourcing}). Je teurer der externe Dienstleister, umso mehr Cross-Training sollte durchgeführt werden. Alternativ können Maßnahmen der quantitativen Kapazitätsdimension durchgeführt werden, die ohne externe Partner auskommen. Welcher Maßnahmenart vorzuziehen ist, hängt von den anderen Parametern ab (z.B. der Korrelation zwischen den Einzelnachfragen).

Die erwartete Nachfrage (μ_{service}) wirkt sich lediglich auf das Leistungsvolumen aus. Eine höhere erwartete Einzelnachfrage erfordert ein höheres Leistungsvolumen und somit Maßnahmen, die auf die quantitative Kapazitätsdimension wirken. Grund ist, dass auch die erwartete aggregierte Nachfrage und so die Wahrscheinlichkeit einer Übernachtfrage steigen. Die erwartete Nachfrage wirkt sich nicht auf das Leistungsspektrum aus, da durch ein breiteres Leistungsspektrum zwar Schwankungen innerhalb eines Arbeitssystems ausgeglichen werden können, diese Schwankungen jedoch unabhängig von den erwarteten Einzelnachfragen sind. Entsprechend kann über Cross-Training unabhängig von der Höhe der erwarteten Einzelnachfragen entschieden werden.

Zwei weitere Parameter sind die Auszahlungen für die Herstellung des quantitativen Leistungspotenzials (c_{setup}) und der Komplexitätsaufschlag (c), der bei der Herstellung des qualitativen Leistungspotenzials anfällt. Hier zeigt sich deutlich der Trade-Off zwischen Leistungsspektrum und Leistungsvolumen. So führen höhere Auszahlungen für die Herstellung des quantitativen Leistungspotenzials zu einem niedrigeren Leistungsvolumen, das durch ein breiteres Leistungsspektrum ausgeglichen wird. Da Arbeitssysteme mit breiterem Leistungsspektrum besser mit Nachfrageasymmetrien umgehen können, führt dies zu einer virtuellen Pufferkapazität, die es erlaubt, weniger Leistungsvolumen bereitzustellen – also auf faktische Pufferkapazität oder Automatisierungsmaßnahmen zu verzichten. Der Komplexitätsaufschlag wirkt entgegengesetzt. Sind die angebotenen Dienstleistungen komplex und fachlich eng miteinander verflochten, so ist auch Cross-Training teuer. Entsprechend sollten ceteris paribus mehr Maßnahmen durchgeführt werden, die auf die quantitative Kapazitätsdimension wirken.

4.2 Perfekt positiv korrelierte Einzelnachfragen

Perfekt positiv korrelierte Einzelnachfragen treten auf, wenn die angebotenen Dienstleistungen aus Kundensicht komplementär sind und sich Kunden für mehrere Dienstleistungen interessieren. Es werden Leistungsbündel verkauft und Cross- bzw. Up-Selling-Möglichkeiten in hohem Umfang genutzt. Da Nachfragespitzen und -flauten bei allen Dienstleistungen gleichzeitig auftreten, ist ein Dienstleister stark abhängig von externen Marktentwicklungen. Für das Leistungsspektrum zeigt sich ein völlig und für das Leistungsvolumen ein leicht unterschiedliches Bild im Vergleich zu unkorrelierten Einzelnachfragen (Tab. 2).

Tabelle 2. Komparative Statik bei perfekt positiv korrelierten Einzelnachfragen

<i>Parameter</i>	$r_{\text{opt},\rho=1}$	$x_{\text{opt},\rho=1}$
Schwankung der Nachfrage nach einer Dienstleistung (σ_{service})	0	+
Erwartete Nachfrage nach einer Dienstleistung (μ_{service})	0	+
Auszahlungen für die Auslagerung der Übernachfrage an einen externen Dienstleister (c_{sourcing})	0	+
Auszahlungen für Herstellung des quant. Leistungspotenzials (c_{setup})	0	-
Komplexitätsaufschlag (c)	0	0

Zunächst ist das Ergebnis für das Leistungsspektrum hervorzuheben. Nach Formel (9) ist für jede Dienstleistung ein eigenes Arbeitssystem einzurichten, sodass Mitarbeiter nur für eine Dienstleistung eingesetzt werden können. Entsprechend ist kein Cross-Training durchzuführen. Dieses Ergebnis hängt nicht von den Parameterwerten des Optimierungsmodells ab, da es bei perfekt positiv korrelierten Einzelnachfragen keinen Diversifikationseffekt gibt. Die Schwankung der aggregierten Nachfrage steigt linear mit dem Leistungsspektrum (Formel 1).

Hinsichtlich des Leistungsvolumens wirken abgesehen vom Komplexitätsaufschlag, der für die Herstellung des Leistungspotenzials anfällt, dieselben Zusammenhänge wie im Fall unkorrelierter Einzelnachfragen. Der Komplexitätsaufschlag wirkt hier nicht auf das Leistungsvolumen, was an der vollkommenen Spezialisierung liegt.

4.3 Beliebiger positiv korrelierte Einzelnachfragen

Um den Fall beliebig positiv korrelierter Einzelnachfragen zu analysieren, nutzen wir die abhängigen Optima aus Formel (11) und (12) sowie die bisherigen Analyseergebnisse. Der Fall beliebig positiv korrelierter Einzelnachfragen ähnelt dem Ergebnis unkorrelierter Einzelnachfragen. Der Grund ist, dass es nur dann sinnvoll ist, mehrere Dienstleistungen in einem Arbeitssystem zu bündeln, wenn Nachfrageasymmetrien auftreten und somit Diversifikationseffekte erzielt werden können. Dies ist außer bei perfekt positiv korrelierten Einzelnachfragen immer der Fall. Daher gelten die Zusammenhänge, die für den Fall unkorrelierter Einzelnachfragen herausgefunden wurden, auch bei beliebig positiver Korrelation. Dies zeigt sich zum Beispiel daran, dass es bei

den in Tab. 1 und Tab. 2 dargestellten Zusammenhängen zahlreiche Übereinstimmungen hinsichtlich des Leistungsvolumens gibt und sich das radikale Ergebnis für das Leistungsspektrum über die Nichtexistenz eines Diversifikationseffekts erklären lässt.

Allerdings wirkt die Korrelation moderierend auf die Stärke der Zusammenhänge, da der Diversifikationseffekt mit steigender Korrelation abnimmt und letztlich ganz verschwindet. Je geringer die Korrelation zwischen den Einzelnachfragen, desto mehr Cross-Training und desto weniger Maßnahmen mit Wirkung auf die quantitative Kapazitätsdimension sollten ceteris paribus durchgeführt werden.

Auch der Trade-Off zwischen Leistungsspektrum und -volumen bleibt erhalten. Dies zeigt sich an den abhängigen Optima der Zielfunktion, wo der Komplexitätsaufschlag (c) nur im abhängigen Optimum des Leistungsspektrums, die Auszahlungen für die Herstellung der Leistungsbereitschaft (c_{setup}) nur im abhängigen Optimum des Leistungsvolumens und alle anderen Parameter in beiden abhängigen Optima vorkommen.

4.4 Handlungsempfehlungen

Die identifizierten Zusammenhänge helfen, Handlungsempfehlungen abzuleiten, und liefern Erkenntnisse darüber, wie das optimale Leistungsspektrum und -volumen beeinflusst werden. Zusammenfassend ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen für informationsintensive Dienstleistungen:

1. Cross-Training wirkt umso weniger, je stärker die angebotenen Dienstleistungen aus Kundensicht als komplementär betrachtet und als Leistungsbündel verkauft werden.
2. Cross-Training ist wirkungslos, wenn die angebotenen Dienstleistungen perfekt komplementär sind und nur als Leistungsbündel verkauft werden. Stattdessen können Maßnahmen der quantitativen Kapazitätsdimension genutzt werden.
3. Cross-Training kann unabhängig von der erwarteten Nachfrage nach den angebotenen Dienstleistungen geplant werden. Hinsichtlich der Nachfrage ist lediglich die Schwankung zu berücksichtigen.
4. Cross-Training bildet außer bei perfekt komplementären Dienstleistungen eine virtuelle Pufferkapazität, mit deren Hilfe sich Maßnahmen der quantitativen Kapazitätsdimension wie faktische Pufferkapazitäten oder Automatisierung vermeiden lassen. Ebenso lassen sich hohe Auszahlungen für die Auslagerung der Übernachtfrage an einen externen Dienstleister vermeiden.
5. Bei hohen Auszahlungen für die Herstellung des quantitativen Leistungspotenzials sollte ceteris paribus mehr Cross-Training durchgeführt werden – und umgekehrt.

5 Zusammenfassung, kritische Würdigung und Ausblick

Dieser Beitrag untersuchte die Frage, wie Eigenschaften informationsintensiver Dienstleistungen das Zusammenspiel unterschiedlicher Kapazitätsmanagementmaßnahmen beeinflussen. Maßnahmen, die auf die qualitative Kapazitätsdimension wirken – hier:

insbesondere Cross-Training, sind sinnvoll, um mit Nachfrageasymmetrien umzugehen. Zudem verringern solche Maßnahmen im Allgemeinen das Nachfragerisiko, mit dem ein Dienstleister konfrontiert ist. Folglich müssen weniger Maßnahmen durchgeführt werden, die sich auf die quantitative Kapazitätsdimension auswirken (z.B. Pufferkapazitäten und Automatisierung). Allerdings hängt die Wirksamkeit von Cross-Training davon ab, wie sich die Einzelnachfragen der angebotenen Dienstleistungen zueinander verhalten. Während Cross-Training für informationsintensive Dienstleistungen, die aus Kundensicht als isoliert betrachtet und daher eher einzeln gekauft werden, sinnvoll sind, entfalten sie kaum bzw. keine Wirkung, falls die Dienstleistungen aus Kundensicht als komplementär betrachtet und vorwiegend im Bündel verkauft werden. Cross-Training wirkt umso weniger, je stärker die Nachfrage nach den angebotenen Dienstleistungen korreliert. Bei stark korrelierten Einzelnachfragen sind daher eher Maßnahmen der quantitativen Kapazitätsdimension durchzuführen.

Das vorgeschlagene Optimierungsmodell weist Limitationen auf, die in weiteren Forschungsarbeiten adressiert werden sollten.

1. Alle betrachteten Größen werden im Optimierungsmodell sofort zahlungswirksam. Dadurch lässt sich zwar die Wirkungsrichtung der einzelnen Parameter abbilden, eine Betrachtung verschiedener Fälligkeiten von Ein- und Auszahlungen im Sinne einer mehrperiodigen Betrachtung bleibt jedoch aus. Ebenso wenig werden derzeit Zins- und Steuereffekte oder substitutive Dienstleistungen mit negativ korrelierten Einzelnachfragen berücksichtigt. Weiterhin verändert sich im vorliegenden Optimierungsmodell die Nachfrage nicht, obwohl Entscheidungen aus früheren Perioden die Nachfrage beeinflussen können. Derartige intertemporale Abhängigkeiten sollten ebenfalls im Rahmen künftiger Forschung adressiert werden.
2. Die Idee des Optimierungsmodells besteht darin, dass Dienstleistungen durch Arbeitssysteme erbracht werden, die einen oder mehrere Prozesse sowie zugehörige Mitarbeiter und IT-Unterstützung bündeln. Um die analytische Lösbarkeit des Optimierungsmodells zu wahren, wurde eine Durchschnittsbetrachtung mit gedanklich einheitlichen Variablenwerten für jedes Arbeitssystem vorgenommen. Die berechneten Optima sowie die daraus abgeleiteten Erkenntnisse beschränken sich somit auf den Durchschnittsfall. Zukünftig sollten deshalb die vereinfachenden Annahmen soweit möglich und sinnvoll relaxiert werden, um auch eine spezifische Untersuchung und Diskussion einzelner Arbeitssysteme vornehmen zu können.

Acknowledgements

This research was (in part) carried out in the context of the Project Group Business and Information Systems Engineering of the Fraunhofer Institute for Applied Information Technology FIT.

Literatur

1. Fitzsimmons, J.A., Fitzsimmons, M.J.: Service Management: Operations, Strategy, Information Technology. McGraw-Hill, New York (2013)
2. OECD Publishing. (2012), Economic Surveys: Germany 2012, https://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-deu-2012-en (Zugriff am 30.06.2014)

3. Karmarkar, U.S.: The Industrialization of Information Services. *Handbook of Service Science* 419-435 (2010)
4. Johnston, R., Clark, G., Shulver, M.: *Service operations management*. Pearson Education Limited, London (2012)
5. Seidmann, A., Sundararajan, A.: The effects of task and information asymmetry on business process redesign. *Int. J. Prod. Econ.* 50, 117-128 (1997)
6. Klein, R., Steinhardt, C.: *Revenue Management: Grundlagen und Mathematische Methoden*. Springer Berlin Heidelberg (2008)
7. Jerath, K., Netessine, S., Veeraraghavan, S.K.: Revenue management with strategic customers: Last-minute selling and opaque selling. *Manage. Sci.* 56, 430-448 (2010)
8. Boyd, A.E., Bilegan, I.C.: Revenue management and e-commerce. *Manage. Sci.* 49, 1363-1386 (2003)
9. Corsten, H., Gössinger, R.: *Dienstleistungsmanagement*. Oldenbourg, München (2007)
10. Dorsch, C., Häckel, B.: Combining models of capacity supply to handle volatile demand: The economic impact of surplus capacity in cloud service environments. *Decis. Support Syst.* 58, 3-14 (2014)
11. He, P., Xu, X., Hua, Z.: A new method for guiding process flexibility investment: flexibility fit index. *Int. J. Prod. Res.* 50, 3718-3737 (2012)
12. Iravani S.M., Van Oyen M.P., Sims K.T.: Structural flexibility: a new perspective on the design of manufacturing and service operations. *Manage. Sci.* 51, 151-166 (2005)
13. Leimeister, J.M.: *Dienstleistungsengineering und-management*. Springer, Heidelberg (2012)
14. Buhl, H.U., Heinrich, B., Henneberger, M., Krammer, A.: *Service science*. *Wirtschaftsinf.* 50, 60-65 (2008)
15. Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L.: A conceptual model of service quality and its implications for future research. *J. Marketing* 41-50 (1985)
16. Sampson, S.E., Froehle, C.M.: Foundations and implications of a proposed unified services theory. *Prod. Oper. Manag.* 15, 329-343 (2006)
17. Spohrer, J., Maglio, P.P.: The Emergence of Service Science: Toward Systematic Service Innovations to Accelerate Co-Creation of Value. *Prod. Oper. Manag.* 17, 238-246 (2008)
18. Alter, S.: Viewing systems as services: a fresh approach in the IS field. *Communications of the association for information systems* 26, 195-224 (2010)
19. Bodendorf, F.: *Wirtschaftsinformatik im Dienstleistungsbereich*. Springer, Berlin (1999)
20. Roels, G., Karmarkar, U.S., Carr, S.: Contracting for collaborative services. *Manage. Sci.* 56, 849-863 (2010)
21. Porter, M.E., Millar, V.E.: How information gives you competitive advantage. *Harvard Bus. Rev.* 63, 149-160 (1985)
22. Apte, U.M., Mason, R.O.: Global disaggregation of information-intensive services. *Manage. Sci.* 41, 1250-1262 (1995)
23. Choi, T.Y., Varney, G.H.: Rethinking the knowledge workers: where have all the workers gone? *Organ. Develop. J.* 13, 41-50 (1995)
24. Kern, W.: Bewertung von Warenzeichen. *BFuP* 14, 17-31 (1962)
25. Gutenberg, E.: *Grundlagen der Betriebswirtschaft, Die Produktion*. Springer, Berlin (1983)
26. DIN EN ISO 6385:2014: *Ergonomic principles in the design of work systems*. Beuth, Berlin (2014)
27. Easton, F.F.: Cross-training performance in flexible labor scheduling environments. *IIE Transactions* 43, 589-603 (2011)
28. Robbins, T.R.: *Managing service capacity under uncertainty* (2007), <http://php.scripts.psu.edu/users/t/r/trr147/PDFs/Dissertation%20Final.pdf> (Zugriff am 11.07.2014)

29. Buhl, H.U., Röglinger, M., Stöckl, S., Braunwarth, K.: Value Orientation in Process Management - Research Gap and Contribution to Economically Well-founded Decisions in Process Management. *Bus. Inf. Syst. Eng.* 3, 163-172 (2011)
30. Laux, H., Gillenkirch, R.M., Schenk-Mathes, H.Y.: Deskriptive Entscheidungstheorie bei Risiko. *Entscheidungstheorie*. Springer, Heidelberg 145-195 (2012)
31. Klaus, C., Krause F., Ullrich C.: Determining the business value of volume flexibility for service providers – a real options approach. In: *Proceedings of the 22nd European Conference on Information Systems (ECIS)*. Tel Aviv (2014)
32. Verhoef, C.: Quantifying the value of IT-investments. *Sci. Comput. Program.* 56, 315-342 (2005)
33. Goyal, M., Netessine, S.: Volume flexibility, product flexibility, or both: The role of demand correlation and product substitution. *Manuf. Serv. Oper. Manag.* 13, 180-193 (2011)