



Kernkompetenzzentrum
Finanz- & Informationsmanagement



Projektgruppe
Wirtschaftsinformatik

Langfristige versus periodische IT- Investitionsbewertung im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung

von

Björn Häckel, Florian Hänsch, Vasko Isakovic



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

in: Abraham Bernstein und Gerhard Schwabe, Hrsg., Proceedings of the 10th
International Conference on Wirtschaftsinformatik, Band 1, Zürich, Februar 2011,
S. 414 - 423

WI-320

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)



Langfristige versus periodische IT-Investitionsbewertung im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung

Dr. Björn Häckel

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement der
Universität Augsburg
Universitätsstraße 12
86135 Augsburg
+49 821/598-4876

bjoern.haeckel@wiwi.uni-augsburg.de

Florian Hänsch

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement der
Universität Augsburg
Universitätsstraße 12
86135 Augsburg
+49 821/598-4878

florian.haensch@wiwi.uni-augsburg.de

Vasko Isakovic

Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement der
Universität Augsburg
Universitätsstraße 12
86135 Augsburg
+49 821/598-4846

vasko.isakovic@wiwi.uni-augsburg.de

ZUSAMMENFASSUNG

IT-Investitionen machen häufig einen sehr großen Anteil an den Investitionsausgaben einer Unternehmung aus und gelten darüber hinaus als besonders riskant. Bei der Bewertung von IT-Investitionen sollte deshalb deren Beitrag zur langfristigen und nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswerts unter integrierten Ertrags- und Risikoaspekten berücksichtigt werden. Entgegen diesem Ziel der langfristigen Unternehmenswertsteigerung steht in der Unternehmenspraxis jedoch häufig eine kurzfristige Orientierung an periodischen Ergebnissen im Vordergrund. In der vorliegenden Arbeit wird anhand eines Optimierungsmodells eine langfristige und eine periodische Steuerung von IT-Investitionen verglichen. Es wird gezeigt, dass eine rein periodische IT-Investitionssteuerung aufgrund der Vernachlässigung intertemporaler Abhängigkeiten bei der Bewertung risikobehafteter IT-Investitionen zu langfristig suboptimalen Entscheidungen führt und dem Ziel einer langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts nur unzureichend gerecht wird. Dieser Bewertungsfehler der periodischen Steuerung wird in der vorliegenden Arbeit als *Kosten der periodischen Steuerung* quantifiziert. Anhand eines praxisnahen Fallbeispiels wird der Einfluss zentraler Parameter auf die Kosten der periodischen Steuerung veranschaulicht.

Stichworte

IT-Investitionsbewertung, Wertorientierte Unternehmenssteuerung, Ertrags- und Risikomanagement, langfristige versus periodische Unternehmenssteuerung

1 EINLEITUNG UND MOTIVATION

Aktuellen Studien zufolge können IT-Investitionen bis zu einem Viertel der jährlichen Gesamtausgaben eines Unternehmens ausmachen [35]. Bei Großbanken werden schätzungsweise bis zu 250 Millionen Euro pro Jahr für die Restrukturierung der Applikationslandschaft investiert [14]. Diese Zahlen verdeutlichen, dass eine spezifische Betrachtung des Beitrags von IT-Investitionen zur langfristigen und nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswerts zwingend erforderlich ist. Folglich müssen bei der Bewertung von IT-Investitionen deren langfristigen Auswirkungen auf die Ertrags- und Risikoposition des IT-Portfolios sowie auf das gesamte Unternehmensportfolio berücksichtigt werden. Gleichzeitig ist jedoch zu beachten, dass IT-Investitionen aufgrund der häufig sehr hohen Anfangsauszahlungen und in der Regel erst deutlich später folgenden Einzahlungen auch einen signifikanten Einfluss auf die kurzfristige Ertrags- und Risikoposition haben können [20]. Sowohl in der langfristigen als auch der kurzfristigen Betrachtung kommt insbesondere der adäquaten Bewertung des Risikos von IT-Investitionen eine hohe Bedeutung zu, da Investitionen in IT-Projekte als besonders riskant gelten [7; 22]. So lassen die Ergebnisse einer empirischen Untersuchung von Dewan et al. (2007) darauf schließen, dass IT-Investitionen einen substantiell höheren Beitrag zum Gesamtrisiko der Unternehmung ausmachen als andere Investitionsarten [7]. Das hohe Risiko von IT-Investitionen zeigt sich unter anderem darin, dass nur circa 30% aller IT-Investitionen innerhalb der geplanten Zeit, des geplanten Budgets und mit den geplanten Funktionalitäten abgeschlossen werden. Des Weiteren erreichen in Deutschland über 50% der geplanten IT-Investitionen die geplanten Ziele nicht [33]. Wird das Risiko bei der Bewertung von IT-Investitionen nicht geeignet berücksichtigt, kommt es in der Regel zu einer systematischen Fehlbewertung von IT-Investitionen und somit zu einer Fehlallokation von Ressourcen [24]. Trotz der Tatsache, dass IT-Investitionen in der Regel besonders hohe Risiken bergen, ist das Risikomanagement von IT-Portfolios in Unternehmen häufig nur unzureichend: Nur 30% aller Unternehmen haben ein Risikomanagement für ihr IT-Portfolio implementiert [16], darüber hinaus vernachlässigen mehr als 50% der Unternehmen IT-Risiken in ihren Entscheidungsunterstützungs-Tools [6]. Gemäß dem IT-Governance Institute (2008) werden 20% aller IT-Investitionen verschwendet, was einer globalen Wertvernichtung in Höhe von 600 Milliarden US\$ entspricht [16]. Um eine adäquate Risikobe-

wertung von IT-Investitionen vornehmen zu können, muss zunächst das diesen zugrunde liegende Risiko näher charakterisiert werden. Grundlegend zeigt sich das Risiko von IT-Investitionen dahingehend, dass die aus diesen resultierenden positiven oder negativen Zahlungen eine sehr hohe Bandbreite aufweisen können und zugleich eine Prognose zum Investitionszeitpunkt äußerst schwierig ist. Gründe für die hohe Schwankung der Zahlungen sind insbesondere die zum Teil enorme Komplexität von IT-Investitionen sowie die Unsicherheit über ihre ökonomische Wirkung [7; 22]. Die Prognose wird dadurch erschwert, dass IT-Investitionen in der Regel einmalige, nicht vergleichbare Vorhaben sind und spezifische Risikoaspekte beinhalten, die beispielsweise in der Projektgröße und -art, der Vorgehensweise bei der Umsetzung, dem Management, den Projektmitarbeitern, et cetera begründet sein können [15]. Zusätzlich zu dieser grundlegenden Risikocharakterisierung sind IT-Investitionen insbesondere durch intertemporale Abhängigkeitsstrukturen gekennzeichnet. Diese können sowohl *innerhalb des Zahlungsstroms einer einzelnen IT-Investition* auftreten als auch *zwischen mehreren, insbesondere aufeinanderfolgenden IT-Investitionen*. Die Existenz intertemporaler Abhängigkeiten *innerhalb einer IT-Investition* liegt darin begründet, dass die zukünftigen stochastischen Zahlungsüberschüsse einer IT-Investition in der Regel gleichgerichtet auf externe oder investitionsspezifische Einflüsse und Entwicklungen reagieren. Daraus resultiert eine stochastische Abhängigkeit der einzelnen periodischen Zahlungsüberschüsse. Investiert eine Unternehmung beispielsweise in eine neue Beratungsapplikation zum Vertrieb ihrer Produkte, so wirken Designschwächen, welche die Akzeptanz der neuen Applikation durch die Vertriebsmitarbeiter sowie die Kundenzufriedenheit beeinträchtigen, gleichgerichtet auf alle durch die Investition zukünftig generierten periodischen Zahlungsüberschüsse. Intertemporale Abhängigkeiten *zwischen mehreren IT-Investitionen* bestehen zum Beispiel dann, wenn aufeinanderfolgende Software-Projekte getätigt werden, welche zum Teil auf die gleichen Anwendungssysteme und Prozesse zurückgreifen. In diesem Fall wirken sich mögliche Kapazitätsprobleme eines Prozesses auf alle diese Neuinvestitionen aus und die hieraus resultierenden Zahlungsüberschüsse sind folglich im Zeitablauf in der Regel stochastisch abhängig. Aus IT-Investitionen resultieren aufgrund dieser intertemporalen stochastischen Abhängigkeiten der Zahlungsüberschüsse somit zusätzliche Risiken, welche in der Bewertung Berücksichtigung finden sollten [3]. Die korrekte Bewertung intertemporaler Abhängigkeiten steht jedoch häufig im Widerspruch mit der starken Orientierung an Periodenergebnissen. Bedingt durch die Erwartungen der Shareholder und des Kapitalmarkts sowie die gestiegenen periodischen Offenlegungspflichten (beispielsweise durch die Einführung des KonTraG und des TransPuG) verfolgen viele Unternehmen das Ziel einer Optimierung der periodischen Ergebnisse. Zwar ist die Notwendigkeit periodischer Kennzahlen und der periodischen Berichterstattung zu Informationszwecken unstrittig, jedoch wird eine Unternehmenssteuerung mit einer reinen Ausrichtung auf optimale periodische Ergebnisse dem Ziel einer langfristigen und nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswerts in der Regel nicht gerecht [13]. Insbesondere werden in einer rein periodisch orientierten Steuerung intertemporale Abhängigkeitsstrukturen nicht korrekt berücksichtigt. Um die Unterschiede zwischen einer langfristigen und einer periodischen Optimierung von IT-Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit im Rahmen einer integrierten Betrachtung von Ertrag und Risiko zu analysieren, werden in diesem Beitrag die folgenden Forschungsfragen untersucht:

- Wie kann der aus einer rein periodischen Optimierung im Vergleich zu einer langfristig orientierten Optimierung resultierende Bewertungsfehler quantifiziert werden?
- Welches Ausmaß nimmt dieser Fehler in Abhängigkeit unterschiedlicher Bewertungssituationen und Parameterkonstellationen an?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wird in Abschnitt 3 in einem modelltheoretischen Ansatz zunächst der aus einer periodischen Optimierung resultierende Bewertungsfehler quantifiziert. Anschließend wird anhand eines praxisnahen Fallbeispiels das mögliche Ausmaß dieses Bewertungsfehlers verdeutlicht. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse zusammengefasst und Anknüpfungspunkte für weitergehende, zukünftige Forschung identifiziert und dargelegt.

2 LITERATUR

Wie einleitend bereits verdeutlicht wurde, bedarf es zur adäquaten Bewertung von IT-Investitionen geeigneter Methoden. Um einen Maßstab für die Analyse und Beurteilung bestehender Ansätze in der Literatur aufzustellen, werden im Folgenden in Anlehnung an Wehrmann et al. (2006) und Zimmermann (2008) zunächst vier Anforderungen an einen Bewertungsansatz von IT-Investitionen unter Ertrags-/Risikogesichtspunkten zugrunde gelegt [45; 48].

In diesem Beitrag soll eine neue IT-Investition anhand Ihres Wertbeitrages zur langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts bewertet werden. Bei der Bestimmung des Unternehmenswerts gemäß der Zielsetzung einer wertorientierten Unternehmensführung wird in der Regel auf die stochastischen Zahlungsüberschüsse der Unternehmung abgestellt, da diese eine objektive, bewertungsunabhängige und vergleichbare Bewertung gewährleisten, was mittels buchhalterischer Größen (zum Beispiel dem Betriebsergebnis) nicht möglich ist [12; 34]. Daher sollte eine quantitative Bewertung von IT-Investitionen ebenso auf stochastischen Zahlungsüberschüssen aufbauen [19; 21] (*Anforderung A1*). Nur durch Zugrundelegung eines darauf aufbauenden, klar definierten Wertbegriffs ist eine rationale und nachvollziehbare Entscheidung über die Allokation eines Investitionsbudgets auf IT-Investitionen möglich [10; 22].

Da die Zahlungsüberschüsse einer (IT-) Investition ex ante im Allgemeinen unsicher [25] und Entscheidungsträger zumeist risikoavers sind [2], müssen die Risiken der (IT-) Investition einbezogen werden [17; 37]. IT-Investitionen gelten aufgrund ihrer hohen technischen Komplexität und der großen Unsicherheit über ihre ökonomischen Auswirkungen als besonders risikoreich [7; 24]. Im Rahmen einer wertorientierten IT-Investitionsbewertung manifestieren sich diese IT-Risiken in sowohl negativen als auch positiven Abweichungen von den erwarteten Zahlungsüberschüssen der IT-Investitionen [7], und werden meist durch Schwankungsmaße wie die Standardabweichung oder die Varianz gemessen. Diese mittels eines Risikomaßes quantifizierten IT-Risiken sind gemäß der Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers zu berücksichtigen [18; 29] (*Anforderung A2*).

Wie einleitend bereits erläutert, können zwischen den stochastischen Zahlungsüberschüssen von IT-Investitionen verschiedene Interdependenzen bestehen. Hierbei kann zwischen zeitpunktbezogenen, *intratemporalen* Abhängigkeiten, sowie zeitraumbezogenen, *intertemporalen* Abhängigkeiten, unterschieden werden. Die hieraus resultierenden Risiken sind in der Bewertung zu berücksichtigen [18]. Nachdem in der vorliegenden Arbeit die

Untersuchung des *Unterschieds* zwischen einer *langfristig optimalen* und einer *periodisch optimalen* Investitionssteuerung im Vordergrund steht, und die zeitpunktbezogenen Abhängigkeiten in beiden Bewertungsperspektiven gleichermaßen berücksichtigt werden, sind diese Abhängigkeitsstrukturen für die vorliegende Fragestellung wenig relevant und sollen deshalb nicht näher betrachtet werden. Vielmehr steht in diesem Beitrag die Untersuchung *intertemporaler* Abhängigkeitsstrukturen im Vordergrund. Daher sind neben den Stand-alone-Risiken der IT-Investitionen insbesondere auch stochastische intertemporale Abhängigkeiten im Rahmen der Bewertung von IT-Investitionen zu berücksichtigen (*Anforderung A3*).

Der Berücksichtigung dieser intertemporalen Abhängigkeiten kommt weiterhin insbesondere beim Vergleich einer periodischen und einer langfristigen Bewertung von IT-Investitionen eine hohe Bedeutung zu. Um einen konsistenten und aussagekräftigen Vergleich bezüglich des Einflusses intertemporaler Abhängigkeiten auf IT-Investitionsentscheidungen zu ermöglichen, sollte der zugrundeliegende Bewertungsansatz sowohl eine periodische als auch eine langfristige Bewertungsperspektive von IT-Investitionen abbilden können (*Anforderung A4*).

Hinsichtlich dieser Anforderungen wurde die bestehende Literatur systematisch analysiert. Als Ausgangspunkt der Literaturrecherche diente der umfassende und sehr aktuelle Literaturüberblick von Schryen (2010) [31], der im Rahmen eines Meta-Reviews die bestehende(n) Literatur (-Reviews) zum ökonomischen Wert von IT, die seit 1989 in begutachteten Zeitschriften veröffentlicht wurden, gemäß der anerkannten Methodik von Webster und Watson (2002) aufarbeitet und analysiert [43]. Für die Literaturanalyse in diesem Beitrag wurden die in Schryen (2010) zugrundegelegten, zwölf hochrangigen Zeitschriften zusätzlich um die Konferenzbände der zwei bedeutendsten IS-Konferenzen (ICIS, ECIS) ergänzt. Eine erste Liste relevanter Beiträge wurde identifiziert, indem bei den ausgewählten Zeitschriften, Konferenzwebseiten und elektronischen Datenbanken (EBSCO, ScienceDirect, Web of Science) für den Zeitraum 2003 bis 2010 der logische Suchbegriff („information technology“ OR „information systems“) AND („value“ OR „investment“ OR „performance“ OR „measurement“ OR „evaluation“ OR „intertemporal interdependencies“ OR „risk“ OR „return“) verwendet wurde. Erweitert wurde die Beitragsliste durch Vorwärts- und Rückwärtssuche innerhalb der identifizierten Beiträge. Um den Auswahlprozess abzuschließen, wurde die resultierende Beitragsliste anhand der gestellten Anforderungen manuell geprüft und die relevanten Artikel ausgewählt.

Auf Basis der Literaturanalyse lässt sich festhalten, dass sich zur IT-Investitionsbewertung zahlreiche Beiträge finden, welche hinsichtlich des zugrunde liegenden Ansatzes grundsätzlich in qualitative und quantitative Entscheidungsmodelle unterschieden werden können [28; 41; 37]. Die so genannten qualitativen Verfahren bieten den Vorteil einer einfachen Handhabung und Verständlichkeit, jedoch ist eine Interpretierbarkeit und insbesondere eine Vergleichbarkeit auf Basis qualitativer Kriterien in der Regel problematisch [18; 17; 26; 27; 46]. Die qualitativen Verfahren liefern insbesondere keine monetäre Bewertung, so dass die Bestimmung des ökonomischen Wertbeitrags einer IT-Investition, wie im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung gefordert und notwendig, durch solche Verfahren nicht möglich ist [47]. Die Anforderungen A1 – A4 sind bei den qualitativen Verfahren nicht erfüllt.

Für eine quantitative Analyse von IT-Investitionen wird hingegen methodisch auf verschiedene finanzwirtschaftliche Verfahren zurückgegriffen, welche eine wertorientierte Betrachtung erlauben. Jedoch existieren aktuell keine Ansätze, welche sämtliche geforderten und für die Untersuchung der vorliegenden Forschungsfrage relevanten Anforderungen erfüllen. Insbesondere eine Berücksichtigung der Risiken von IT-Investitionen findet in der Literatur bislang wenig Berücksichtigung [7; 1]. Santhanam und Kyparisis (1996) nehmen in ihrem Beitrag zum Beispiel zwar eine Quantifizierung der Erträge aus IT-Investitionen vor. Jedoch erfolgt hier weder eine zahlungsstrombasierte Betrachtung noch eine Berücksichtigung von IT-Risiken [30]. Zur ertrags-/risikointegrierten Bewertung von IT-Investitionen im Rahmen einer zahlungsstrombasierten Betrachtung wendet Verhoef (2005) die Kapitalwertmethode an, wobei das Risiko durch die „weighted average cost of IT“ als Diskontierungsfaktor berücksichtigt wird [39]. Eine Quantifizierung des Risikos in Form eines Risikomaßes und eine Berücksichtigung der subjektiven Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers findet bei Verhoef (2005) jedoch nicht statt. Weitere zahlungsstrombasierte kapitalwertige Ansätze werden beispielsweise von Wehrmann et al (2006) und Wehrmann und Zimmermann (2005) vorgestellt, welche bei der Bestimmung des Wertbeitrags von IT-Investitionen auch eine geeignete Risikoquantifizierung und eine Berücksichtigung der subjektiven Risikoeinstellung des Entscheiders vornehmen [45; 44]. Intertemporale Abhängigkeiten und eine Unterscheidung einer langfristigen und einer periodischen Betrachtung bleiben, wie auch bei Verhoef (2005), außen vor. Ein weiterer Ansatz zur quantitativen Bewertung von IT-Investitionen im Portfolioverbund, welcher auf Basis des erwarteten Kapitalwerts als Ertragsgröße und der Standardabweichung als Risikomaß eine Bewertung unter Berücksichtigung intra- und intertemporaler Abhängigkeitsstrukturen leistet, findet sich zum Beispiel bei Dörner (2003) [9]. Dieser Ansatz erlaubt zwar grundsätzlich eine Berücksichtigung von intertemporalen Abhängigkeitsstrukturen über die Kovarianzen zwischen stochastischen Zahlungsgrößen. Es erfolgt jedoch keine Analyse des Einflusses intertemporaler Abhängigkeiten auf die adäquate und korrekte Bewertung von IT-Risiken und damit auf die optimalen IT-Investitionsentscheidungen aus langfristiger beziehungsweise periodischer Sicht. Intertemporale Abhängigkeiten finden weiterhin zum Beispiel bei dem realloptionsbasierten Ansatz von Bardhan et al. (2004) Beachtung [4]. Auch wenn zahlreiche realloptionsbasierte Bewertungsansätze, wie zum Beispiel auch Benaroch und Kauffman (1999), grundsätzlich eine wertorientierte Bewertung erlauben [5; 11; 38], sehen sie sich aufgrund ihrer restriktiven Annahmen, welche aus der (pragmatischen) Übertragung der finanzwirtschaftlichen Optionspreistheorie resultieren, starker Kritik ausgesetzt [32]. Die Verwendung eines realloptionsbasierten Ansatzes ist zudem für die vorliegende Arbeit wenig hilfreich, da dort nicht die Bewertung der Vorteilhaftigkeit eines Basisprojekts mit darauf aufbauenden optionalen Folgeprojekten betrachtet wird, sondern die im vorliegenden Modell betrachteten IT-Investitionen vielmehr jeweils getrennt voneinander durchführbar sind. *Tabelle 1* fasst die Ergebnisse der Evaluation bestehender quantitativer Ansätze hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen A1 – A4 zusammen:

Tabelle 1: Evaluation relevanter Bewertungsansätze

	A1	A2	A3	A4
Santhanam/Kyparisis (1996)	-	-	-	-
Verhoef (2005)	+	-	-	-
Wehrmann/Zimmermann (2005)	+	+	-	-
Wehrmann et al. (2006)	+	+	-	-
Dörner (2003)	+	+	+	-
Bardhan et. al (2004)	-	-	+	-

Wie auch die Ergebnisse von Schryen (2010) bestätigen, hat die Unsicherheit im Kontext von IT-Investitionen in der bestehenden Primärliteratur bisher kaum Beachtung gefunden [31]. Die Analyse zeigt weiterhin, dass insbesondere intertemporale Risiken im Rahmen bestehender Ansätze meist vernachlässigt werden. Zwar existieren einige Beiträge, welche intertemporale Abhängigkeiten in der Bewertung berücksichtigen, jedoch findet sich in der Literatur keine explizite und fokussierte Untersuchung des Einflusses intertemporaler Interdependenzen auf Entscheidungen über IT-Investitionen. Durch die Beantwortung der Forschungsfragen dieser Arbeit kann somit ein Beitrag zur quantitativen Analyse des Einflusses intertemporaler Interdependenzen auf die Bewertung von IT-Investitionen geleistet werden.

3 VERGLEICH LANGFRISTIG UND PERIODISCH OPTIMALER IT-INVESTITIONSENTSCHEIDUNGEN

In Abschnitt 3.1 werden zunächst die Annahmen des Modells vorgestellt. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 3.2 eine vergleichende Modellanalyse der optimalen Investitionsentscheidungen auf Basis des langfristigen und des periodischen Wertbeitrags vorgenommen. Auf Basis eines Fallbeispiels wird in Abschnitt 3.3 die Wirkungsweise des Modells veranschaulicht und der Einfluss zentraler Parameter auf die Ergebnisse des Modells dargestellt.

3.1 Annahmen

Im Folgenden wird in einem 2-Perioden-Modell eine Unternehmung betrachtet, die ein vorgegebenes Investitionsbudget optimal auf eine risikobehaftete IT-Investition und eine risikolose Finanzanlage aufteilen möchte. Es werden die folgenden Annahmen getroffen:

- A1) **Ausgangssituation:** Die Unternehmung U investiert zu den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = 1$ ein konstantes Investitionsbudget B jeweils für eine Periode. Die Entscheidung über die Aufteilung des jeweiligen periodischen Investitionsbudgets B wird in $t = 0$ für beide Zeitpunkte getroffen,¹ wobei die Unternehmung U einen Anteil x_t mit $t \in \{0,1\}$ in eine

einperiodige IT-Investition mit der unsicheren Rendite \tilde{r}_{IT} und den restlichen Anteil $(1 - x_t)$ in eine Finanzinvestition mit der sicheren Rendite r_f investiert. Die Renditen \tilde{r}_{IT} und r_f sind in beiden Perioden jeweils identisch. Aus der Investition zu den Zeitpunkten $t \in \{0,1\}$ resultiert der Investitionsauszahlungsstrom $\bar{Z}^A := (\bar{z}_0^A, \bar{z}_1^A, 0)$ mit den vorschüssigen periodischen Auszahlungsüberschüssen $\bar{z}_t^A = -B$. Aus der Aufteilung des Investitionsbudgets B ergibt sich zudem der Zahlungsstrom $\bar{Z}^{IT} := (0, \bar{z}_1^{IT}, \bar{z}_2^{IT})$ der risikobehafteten IT-Investitionen mit den nachschüssigen periodischen Zahlungsüberschüssen $\bar{z}_t^{IT} = B \cdot x_{t-1} \cdot (1 + \tilde{r}_{IT})$ und der Zahlungsstrom $\bar{Z}^F := (0, \bar{z}_1^F, \bar{z}_2^F)$ der risikolosen Finanzinvestitionen mit den nachschüssigen periodischen Zahlungsüberschüssen $\bar{z}_t^F = B \cdot (1 - x_{t-1}) \cdot (1 + r_f)$ zu den Zeitpunkten $t \in \{1,2\}$.

- A2) **Unternehmenszahlungsstrom:** Für die Unternehmung U ergibt sich nach Aufteilung des Investitionsbudgets B der Zahlungsstrom $\bar{Z}^U := (\bar{z}_0^U, \bar{z}_1^U, \bar{z}_2^U)$ mit den periodischen Zahlungsüberschüssen $\bar{z}_t^U = \bar{z}_t^A + \bar{z}_t^{IT} + \bar{z}_t^F$ mit $t \in \{0,1,2\}$.
- A3) **a) Kapitalwert:** Der stochastische Kapitalwert des Unternehmenszahlungsstroms \bar{Z}^U ergibt sich als Summe der auf den Zeitpunkt $t = 0$ diskontierten Zahlungsüberschüsse \bar{z}_t^U mit dem risikolosen Zinssatz r_f :

$$\widetilde{KW}(\bar{Z}^U) = \sum_{t=0}^2 \frac{\bar{z}_t^U}{(1 + r_f)^t}$$

b) Barwert: Der stochastische beziehungsweise deterministische Barwert eines Zahlungsüberschusses ergibt sich durch Diskontierung auf den Zeitpunkt $t = 0$ mit dem risikolosen Zinssatz r_f :

$$\widetilde{BW}(\bar{z}_t) = \frac{\bar{z}_t}{(1 + r_f)^t}$$

- A4) **Risikomaß:** Das Risiko einer Zufallsvariable ZV wird mittels der Varianz σ^2 quantifiziert.
- A5) **Stochastische intertemporale Abhängigkeiten:** Innerhalb des unsicheren Zahlungsstroms \bar{Z}^{IT} der risikobehafteten IT-Investitionen existieren intertemporale Abhängigkeiten zwischen den unsicheren Zahlungsüberschüssen \bar{z}_1^{IT} und \bar{z}_2^{IT} , die mittels des Korrelationskoeffizienten $\rho_{1,2}^{IT}$ mit $\rho_{1,2}^{IT} \in [-1; 1]$ quantifiziert werden.

Der Erwartungswert einer auf $t = 0$ verdichteten Zufallsvariablen stellt die Ertragskomponente, und das mittels der Varianz quantifizierte Risiko die Risikokomponente bei der Ermittlung eines Wertbeitrags dar. Dabei entspricht die relevante Zufallsvariable für die Bestimmung des langfristigen Wertbeitrags dem stochastischen Kapitalwert des Unternehmenszahlungsstroms \bar{Z}^U , für die Bestimmung eines periodischen Wertbeitrags dem stochastischen Barwert aller Zahlungsüberschüsse der betrachteten Periode.

- A6) **Wertbeitrag:** Der (periodische) Wertbeitrag einer Zufallsvariable ZV ergibt sich durch die additive Verknüpfung des Erwartungswerts der Zufallsvariable und des Risikos, das heißt in diesem Fall der Varianz der Zufallsvariable, unter Berücksichtigung eines Risikoaversionsparameters α mit $\alpha \in R^+$.

¹ Diese Annahme ist insbesondere sinnvoll, wenn die Informationen zum Zeitpunkt $t = 1$ sich nicht von den bekannten Informationen aus $t = 0$ unterscheiden.

$$WB(ZV) = E(ZV) - \alpha \cdot \sigma^2(ZV)$$

Dieses präferenzorientierte Bewertungsverfahren stellt eine betriebswirtschaftlich fundierte Variante der Risikoabschlagsmethode dar und ist im Sinne einer wertorientierten Unternehmensführung eine geeignete Größe zur Bewertung des absoluten, risikoadjustierten Wertzuwachses [2; 23].

3.2 Modell und Modellanalyse

Wie bereits einleitend ausgeführt, zeichnet sich eine wertorientierte Unternehmensführung durch die Ausrichtung aller Unternehmensaktivitäten auf das Ziel einer langfristigen und nachhaltigen Unternehmenswertsteigerung aus [42]. Daher wird in einer *langfristigen Bewertung* basierend auf dem stochastischem Kapitalwert $\bar{K}\bar{W}(\bar{Z}^U)$ des Unternehmenszahlungsstroms als Bewertungsgrundlage der gesamte Planungshorizont betrachtet. Die Unternehmung maximiert ihren langfristigen Wertbeitrag nach den Anteilswerten x_t mit $t \in \{0, 1\}$ und bestimmt hierdurch die langfristig optimale Aufteilung des Investitionsbudgets B auf die risikobehafteten IT-Investitionen und die risikolose Finanzinvestition.

Die Ertragskomponente des langfristigen Wertbeitrags bildet gemäß Annahme A6 der Erwartungswert des stochastischen Kapitalwerts $E(\bar{K}\bar{W}(\bar{Z}^U))$, der sich im Detail wie folgt ergibt:

$$\begin{aligned} E(\bar{K}\bar{W}(\bar{Z}^U)) &= -B + \frac{B \cdot x_0 \cdot (1 + E(\tilde{r}_{IT})) + B \cdot (1 - x_0) \cdot (1 + r_f)}{(1 + r_f)} \\ &\quad - \frac{B}{(1 + r_f)} + \frac{B \cdot x_1 \cdot (1 + E(\tilde{r}_{IT})) + B \cdot (1 - x_1) \cdot (1 + r_f)}{(1 + r_f)^2} \end{aligned}$$

Als Risikokomponente des langfristigen Wertbeitrags wird die Varianz des stochastischen Kapitalwerts $\sigma^2(\bar{K}\bar{W}(\bar{Z}^U))$ verwendet. Neben den Varianzen der unsicheren Zahlungsüberschüsse der risikobehafteten IT-Investitionen $\sigma^2(\tilde{z}_t^{IT}) = x_{t-1}^2 \cdot B^2 \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})$ ist aufgrund der stochastischen Abhängigkeit zwischen den unsicheren Zahlungsüberschüssen zudem die *intertemporale* Kovarianz $\text{Cov}(\tilde{z}_1^{IT}, \tilde{z}_2^{IT})$ zu berücksichtigen. Im Detail ergibt sich die Risikokomponente des langfristigen Wertbeitrags wie folgt:

$$\begin{aligned} \sigma^2(\bar{K}\bar{W}(\bar{Z}^U)) &= \sum_{t=1}^2 \frac{B^2 \cdot x_{t-1}^2 \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})}{(1 + r_f)^{2t}} \\ &\quad + \frac{2 \cdot \rho_{1,2}^{IT} \cdot x_0 \cdot x_1 \cdot B^2 \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})}{(1 + r_f)^3} \end{aligned}$$

Nach Bestimmung der detaillierten Ausdrücke für die Ertrags- und die Risikokomponente können durch Optimierung der langfristigen Zielfunktion WB_L die langfristig optimalen Investitionsanteile der Unternehmung ermittelt werden. Die Restriktionen $x_t \geq 0$ und $x_t \leq 1$ gemäß Annahme A1 werden hierbei berücksichtigt, indem das vorliegende Maximierungsproblem über eine Lagrange-Optimierung gelöst wird. Das langfristige Optimierungsproblem der Unternehmung stellt sich wie folgt dar:

$$\max_{x_0, x_1} L(x_t, \lambda_t, \varphi_t) = WB_L(\bar{K}\bar{W}(\bar{Z}^U)) + \sum_{t=0}^1 \lambda_t x_t - \sum_{t=0}^1 \varphi_t (x_t - 1)$$

Mit Hilfe des Karush-Kuhn-Tucker-Theorems kann der optimale Anteilsvektor $(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$ dieses Optimierungsproblems bestimmt

werden, wobei $x_t^{L^*}$ mit $t = \{0, 1\}$ den optimalen Anteilswert zum Zeitpunkt t im Rahmen der langfristigen (L) Optimierung darstellt.² Dabei erhält man je nachdem ob und welche der Nebenbedingungen $x_t \geq 0$ beziehungsweise $x_t \leq 1$ bindend werden eine unbeschränkte, innere Lösung ($0 < x_t < 1$) oder eine Randlösung ($x_t = 0$ beziehungsweise $x_t = 1$). Investiert die Unternehmung den optimalen Investitionsbetrag $B \cdot x_t^{L^*}$ mit $t = \{0, 1\}$ in die risikobehaftete IT-Investition, führt dies zu einem aus langfristiger Sicht ertrags-/risikooptimalen Unternehmensportfolio. Mit jeder höheren Investition in die risikobehaftete IT-Investition als $B \cdot x_t^{L^*}$ geht mehr zusätzliches Risiko als zusätzlicher Ertrag einher, bei jeder geringeren Investition kann durch eine marginale Erhöhung des Investitionsanteils mehr zusätzlicher Ertrag als zusätzliches Risiko generiert werden. Im Fall einer Randlösung wird entweder die risikobehaftete IT-Investition oder die risikolose Finanzinvestition von der jeweils anderen Investitionsalternative dominiert und der gesamte Investitionsbetrag wird in die aus Ertrags- und Risikogesichtspunkten vorteilhaftere Investitionsalternative investiert.

Aufgrund der in der Bewertung berücksichtigten intertemporalen Abhängigkeiten sind die Lösungen für die Anteilswerte $x_0^{L^*}$ und $x_1^{L^*}$ wechselseitig voneinander abhängig. Kann für einen Anteilswert $x_t^{L^*}$ mit $t = \{0, 1\}$ eine innere Lösung realisiert werden, so ergibt sich der optimale Anteilswert $x_0^{L^*}$ beziehungsweise $x_1^{L^*}$ gemäß:

$$\begin{aligned} x_0^{L^*} &= \frac{(\tilde{r}_{IT} - r_f) \cdot (1 + r_f) - 2\alpha \rho_{1,2}^{IT} \cdot \frac{B \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})}{(1 + r_f)} x_1^{L^*}}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})} \\ x_1^{L^*} &= \frac{(\tilde{r}_{IT} - r_f) \cdot (1 + r_f)^2 - 2\alpha \rho_{1,2}^{IT} \cdot B \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT}) \cdot (1 + r_f) x_0^{L^*}}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})} \end{aligned}$$

Können für beide Anteilswerte x_0 beziehungsweise x_1 innere Lösungen realisiert werden, kann die wechselseitige Abhängigkeit aufgelöst werden, indem durch Lösung des Gleichungssystems ein Fixpunkt für einen der optimalen Anteilswerte bestimmt wird. Besteht lediglich für einen Anteilswert eine innere Lösung, bestimmt sich diese durch einfaches Einsetzen des Zahlenwerts der Randlösung für den anderen Anteilswert. Sind für den Anteilsvektor $(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$ die Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen erfüllt, ist dies ein notwendiges und hinreichendes Optimalitätskriterium, so dass $(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$ eine globale Maximalstelle des Optimierungsproblems darstellt. Diese Bedingungen sind im vorliegenden Modell erfüllt, sofern $\rho_{1,2}^{IT} \in]-1; 1[$ gilt. Aus der optimalen Lösung $(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$ dieses restringierten Optimierungsproblems bestimmt sich der maximale langfristige Wertbeitrag der Unternehmung:

$$WB_L(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$$

Im Gegensatz zur langfristigen Bewertungsperspektive optimiert die Unternehmung in einer *periodischen Bewertung* ihre Investi-

² Zur Lagrange-Optimierung und insbesondere dem Karush-Kuhn-Tucker-Theorem mit den damit verbundenen notwendigen und hinreichenden Bedingungen für eine globale Optimalstelle vgl. [40; 8].

onsanteile für jede Periode isoliert. Dies führt dazu, dass bei einer periodischen Optimierung die Risiken, welche sich aus den intertemporalen Abhängigkeiten ergeben, nicht berücksichtigt werden. Für die Bestimmung eines periodischen Wertbeitrags wird als Bewertungsgrundlage der Barwert der jeweiligen Periode bestimmt, in welchen sämtliche in der betrachteten Periode anfallenden Zahlungsüberschüsse einfließen. Bei der Ermittlung der Barwerte \widetilde{BW}_{P1} der Periode 1 und \widetilde{BW}_{P2} der Periode 2 erfolgt somit eine periodische Abgrenzung der Zahlungsüberschüsse. Es werden jeweils die vorschüssigen Investitionsauszahlungen \bar{z}_{t-1}^A zu Beginn der Periode und die nachschüssigen Zahlungsüberschüsse \bar{z}_t^i mit $i = \{IT, F\}$ zum Periodenende berücksichtigt und gemäß der Annahme A3b auf den Entscheidungszeitpunkt $t = 0$ diskontiert.

$$\begin{aligned}\widetilde{BW}_{P1} &= \bar{z}_0^A + \frac{\bar{z}_1^{IT} + \bar{z}_1^F}{1 + r_f} \\ &= -B + \frac{B \cdot x_0 \cdot (1 + \tilde{r}_{IT}) + B \cdot (1 - x_0) \cdot (1 + r_f)}{1 + r_f} \\ \widetilde{BW}_{P2} &= \frac{\bar{z}_1^A}{1 + r_f} + \frac{\bar{z}_2^{IT} + \bar{z}_2^F}{(1 + r_f)^2} \\ &= \frac{-B}{1 + r_f} + \frac{B \cdot x_1 \cdot (1 + \tilde{r}_{IT}) + B \cdot (1 - x_1) \cdot (1 + r_f)}{(1 + r_f)^2}\end{aligned}$$

Die Ertragskomponente eines periodischen Wertbeitrags bildet der Erwartungswert des jeweiligen periodischen Barwerts. Als Risikokomponente eines periodischen Wertbeitrags wird die Varianz der periodischen Barwerte \widetilde{BW}_{P1} beziehungsweise \widetilde{BW}_{P2} gemäß Annahme A4 bestimmt:

$$\begin{aligned}\sigma^2(\widetilde{BW}_{P1}) &= \frac{B^2 \cdot x_0^2 \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})}{(1 + r_f)^2} \\ \sigma^2(\widetilde{BW}_{P2}) &= \frac{B^2 \cdot x_1^2 \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})}{(1 + r_f)^4}\end{aligned}$$

Die Maximierung der periodischen Wertbeiträge zur Bestimmung der optimalen periodischen Anteilswerte $x_0^{P^*}$ und $x_1^{P^*}$ erfolgt analog zur langfristigen Optimierung durch eine Lagrange-Optimierung unter Verwendung des Karush-Kuhn-Tucker-Theorems. Die periodischen Optimierungsprobleme der Unternehmung stellen sich wie folgt dar:

$$\begin{aligned}\max_{x_0} L(x_0, \lambda_0, \varphi_0) &= WB_{P1}(\widetilde{BW}_{P1}) + \lambda_0 x_0 - \varphi_0(x_0 - 1) \\ \max_{x_1} L(x_1, \lambda_1, \varphi_1) &= WB_{P2}(\widetilde{BW}_{P2}) + \lambda_1 x_1 - \varphi_1(x_1 - 1)\end{aligned}$$

In jeder Periode bildet die Unternehmung durch Investitionen gemäß dem optimalen Anteilswert $x_t^{P^*}$ das aus periodischer Sicht ertrags-/risikooptimale Unternehmensportfolio. Das Optimum für einen periodischen Anteilswert $x_t^{P^*}$ mit $t = \{0,1\}$ ist hierbei entweder eine innere Lösung ($0 < x_t < 1$) oder eine Randlösung ($x_t^{P^*} = 0$ beziehungsweise $x_t^{P^*} = 1$). Ist für einen optimalen periodischen Anteilswert $x_0^{P^*}$ beziehungsweise $x_1^{P^*}$ keine Restriktion bindend, berechnet sich der in die risikobehafteten IT-Investitionen zu investierende optimale Investitionsanteil $x_t^{P^*}$ gemäß:

$$\begin{aligned}x_0^{P^*} &= \frac{(\tilde{r}_{IT} - r_f)(1 + r_f)}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})} \\ x_1^{P^*} &= \frac{(\tilde{r}_{IT} - r_f)(1 + r_f)^2}{2\alpha \cdot B \cdot \sigma^2(\tilde{r}_{IT})}\end{aligned}$$

In einer periodischen Bewertung optimiert die Unternehmung ihre Investitionsanteile für jede Periode isoliert. Dies führt dazu, dass bei einer periodischen Optimierung die Risiken, welche sich aus den intertemporalen Abhängigkeiten ergeben, nicht berücksichtigt werden. Aus der Sicht einer langfristig ausgerichteten, wertorientierten Unternehmensführung basieren die maximalen periodischen Wertbeiträge somit auf einer unvollständigen und damit fehlerhaften Bewertung des Risikos der IT-Investitionen. Bestehen keine intertemporalen Abhängigkeiten, führen die verschiedenen Betrachtungsweisen jedoch zu einer identischen Risikobewertung und damit auch zu identischen Investitionsentscheidungen und Wertbeiträgen.

Nachdem verdeutlicht wurde, dass die periodischen Wertbeiträge und Investitionsentscheidungen auf einer unvollständigen Bewertung des Gesamtrisikos im Betrachtungszeitraum basieren, sollen die periodischen Investitionsanteile im Folgenden aus Sicht einer langfristig ausgerichteten, wertorientierten Unternehmensführung bewertet werden. Hierzu wird der langfristige Wertbeitrag auf Basis der optimalen periodischen Anteilswerte $x_t^{P^*}$ mit $t = \{0,1\}$ bestimmt.

$$WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$$

Da der optimale periodische Anteilswertvektor $(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$ keine Maximalstelle des langfristigen Optimierungsproblems darstellt, ist der langfristige Wertbeitrag der periodischen Investitionsanteile $WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$ nie größer als der maximale langfristige Wertbeitrag $WB_L(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$, so dass gilt:

$$WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*}) \leq WB_L(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$$

Das Ausmaß des langfristigen Nachteils einer periodischen Steuerung kann nun einfach quantifiziert werden und ergibt sich aus der Differenz der langfristigen Wertbeiträge $WB_L(x_0^{L^*}, x_1^{L^*})$ und $WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*})$.

Bestehen im Betrachtungszeitraum intertemporale Abhängigkeiten innerhalb des unsicheren Zahlungsstroms \tilde{Z}^{IT} der risikobehafteten IT-Investitionen, das heißt $\rho_{1,2}^{IT} \neq 0$, so existieren *Kosten der periodischen Steuerung* KP mit

$$KP = WB_L(x_0^{L^*}, x_1^{L^*}) - WB_L(x_0^{P^*}, x_1^{P^*}) \geq 0,$$

die den langfristigen Nachteil quantifizieren, welcher der Unternehmung entsteht, wenn sie ihre Investitionsentscheidungen auf Basis einer periodischen Bewertung bestimmt. Dies verdeutlicht, dass durch eine periodische Steuerung von IT-Investitionen in der Regel kein langfristig optimaler Wertbeitrag erreicht werden kann, sofern die getätigten IT-Investitionen im Zeitablauf stochastisch linear abhängig sind. Basieren die Entscheidungen der Unternehmung auf einer rein periodischen Bewertung, können die langfristigen Wertsteigerungspotentiale der zur Verfügung stehenden IT-Investitionen nicht optimal ausgeschöpft werden.

3.3 Anwendungsbeispiel

Im folgenden Abschnitt wird das Ausmaß der aus einer rein periodischen Steuerung resultierenden Kosten der periodischen Steuerung auf Basis eines praxisnahen Fallbeispiels verdeutlicht. Gemäß den Forschungsfragen des Beitrags wurde das Fallbeispiel so gewählt, dass *intertemporale Abhängigkeiten zwischen mehreren IT-Investitionen* betrachtet werden, während zum Beispiel von intertemporalen Abhängigkeiten innerhalb eines Zahlungsstroms abstrahiert wird. Des Weiteren sind die betrachteten Investitionen nicht in ein Basis- und mögliche Folgeprojekte zu unterscheiden, wodurch eine Abgrenzung zu realloptionsbasierten Ansätzen vorgenommen wird. Es wird untersucht, welchen Einfluss zum Einen die intertemporalen Korrelationen sowie zum Anderen die Stand-alone-Varianzen der unsicheren Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen auf die Kosten der periodischen Steuerung haben.

3.3.1 Ausgangssituation

Ein Finanzdienstleister (FDL) berät Privatkunden im Bereich der privaten Absicherung und Vorsorge. Der FDL bietet eine Vielzahl verschiedener Produkte und Leistungen in verschiedenen Bereichen an, zum Beispiel zur privaten Altersvorsorge, Immobilienfinanzierung oder zu klassischen Versicherungsleistungen (zum Beispiel Unfall-, Haftpflichtversicherungen). Der Privatkundenmarkt zeichnet sich durch eine hohe Komplexität der einzelnen Produkte und deren Wechselwirkungen aus, insbesondere unter Berücksichtigung der verschiedenen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Vorschriften (zum Beispiel Zulagen bei der Riester-Rente, Sonderausgabenabzüge bei der Basis-Rente). Zur Unterstützung der Beratung setzt der FDL daher in großem Umfang Software-Applikationen ein, welche in verschiedenen Rechenmodulen eine Analyse der zahlreichen Versicherungs- und Anlageprodukte ermöglichen. Der Markt unterliegt durch ständig neue Versicherungs- und Anlageprodukte und Änderungen gesetzlicher Grundlagen einer hohen Dynamik. Der FDL steht folglich vor der Entscheidung, seine bestehenden Beratungsalgorithmen um diverse Module zu erweitern beziehungsweise vorhandene Module weiterzuentwickeln. Durch diese IT-Investitionen ist es dem FDL möglich, die Qualität der Beratung zu erhöhen, woraus der FDL höhere Zahlungsüberschüsse erwartet. Die zusätzlichen IT-Investitionen greifen hierbei zu einem großen Teil auf gleiche Anwendungssysteme und Prozesse zurück, wodurch sich zum Beispiel mögliche Kapazitätsprobleme beim Zugriff auf eine relevante Kundendatenbank gleichgerichtet auf die zusätzlichen IT-Investitionen aller Perioden auswirken. Zwischen den zukünftigen unsicheren Zahlungsüberschüssen bestehen daher intertemporale stochastische Abhängigkeiten. Der FDL entscheidet zum Zeitpunkt $t = 0$ über die Investitionen in diese Software-Projekte. Für die Investitionsplanung liegen die in *Tabelle 2* dargestellten Schätzungen der relevanten Parameter zugrunde:

Tabelle 2: Ausgangsdaten des Fallbeispiels

$B = 100$	$\alpha = 0,01$	$r_f = 4\%$
$\tilde{r}_{IT} = 12\%$	$\sigma^2(\tilde{r}_{IT}) = 10\%$	$\rho_{1,2}^{IT} = 0,75$

Auf Basis dieser Schätzungen bestimmt der FDL für die dargestellte Entscheidungssituation die optimalen langfristigen und periodischen Investitionsanteile und den maximalen langfristigen beziehungsweise periodischen Wertbeitrag. Die Ergebnisse sind nachfolgend in *Tabelle 3* dargestellt.

Tabelle 3: Langfristig und periodisch optimale Investitionsentscheidungen

	Anteilswert x_0	Anteilswert x_1	Wertbeitrag (in Millionen Euro)
Langfristige Bewertung	$x_0^L = 0,2377$	$x_1^L = 0,2472$	1,8286
Periodische Bewertung	$x_0^P = 0,4160$	$x_1^P = 0,4326$	3,2000

In der periodischen Bewertung investiert der FDL aufgrund der vernachlässigten intertemporalen Risiken mit circa 42% beziehungsweise 43% des Investitionsbudgets sehr viel stärker in die risikobehafteten IT-Investitionen als in der langfristigen Bewertung, in welcher lediglich circa 24% beziehungsweise 25% risikobehaftet investiert werden. Es sei darauf hingewiesen, dass der periodische Wertbeitrag mit 3,2000 Millionen Euro³ höher ist als der langfristige Wertbeitrag mit 1,8286 Millionen Euro. Der hohe periodische Wertbeitrag beruht jedoch auf einer fehlerhaften Bewertung der Risiken der IT-Investitionen und kann langfristig nicht erreicht werden. Die Vernachlässigung der intertemporalen Abhängigkeiten in der periodischen Sicht führt daher zu einer Unterbewertung der Risiken und somit zu einer Überbewertung des Wertbeitrags. Aus der Sicht einer langfristig ausgerichteten, wertorientierten Unternehmensführung führen die periodisch optimalen Anteilswerte, wie bereits in Abschnitt 3.2 herausgearbeitet, zu einem langfristig geringeren Wertbeitrag als die Anteilswerte der langfristigen Optimierung. Für den langfristigen Wertbeitrag auf Basis der periodisch optimalen Anteilswerte ergibt sich im Fallbeispiel folgender Wert:

$$WB_L(x_0^P, x_1^P) = 0,8000 \text{ (in Millionen Euro)}$$

Darauf aufbauend lässt sich der Nachteil, welcher der Unternehmung aus einer langfristigen Sicht durch periodische Investitionsentscheidungen entsteht, quantifizieren und es ergeben sich im Beispiel folgende *Kosten der periodischen Steuerung*:

$$KP = 1,8286 - 0,8000 = 1,0286 \text{ (in Millionen Euro)}$$

Dies unterstreicht deutlich, dass die Vernachlässigung intertemporaler Abhängigkeiten in einer rein periodischen Steuerung nicht nur zu einer geringfügigen Abweichung von langfristig optimalen IT-Investitionsentscheidungen führen kann, sondern vielmehr einen sehr hohen Bewertungsfehler mit sich bringen kann. Prozentual betrachtet bestimmt sich die Höhe des Bewertungsfehlers wie folgt:

$$KP_{\text{prozentual}} = 1 - \frac{0,8000}{1,8286} = 0,5625 \approx 56\%$$

Durch eine periodische Steuerung werden folglich 56% des im langfristigen Optimum erreichbaren langfristigen Wertbeitrags nicht umgesetzt, das heißt durch die periodisch optimalen Investitionsentscheidungen können 56% der langfristigen Wertsteigerungspotentiale nicht gehoben werden. Dies macht deutlich, in welchem Ausmaß durch eine rein periodische Bewertung von IT-

³ Der periodische Wertbeitrag bezeichnet hierbei die Summe der beiden einzelnen periodischen Wertbeiträge, das heißt $WB_P(x_0^P, x_1^P) = WP_{P1}(x_0^P) + WP_{P2}(x_1^P)$.

Investitionen das Ziel einer langfristigen Steigerung des Gesamtwertbeitrags verfehlt werden kann.

3.3.2 Variation zentraler Parameter

Hinsichtlich des Einflusses der intertemporalen Korrelation der IT-Investitionen gilt folgender Zusammenhang: Je höher die intertemporale Korrelation der risikobehafteten IT-Investitionen ist, desto höher sind folglich die in der periodischen Bewertung vernachlässigten Risiken und damit die *Kosten der periodischen Steuerung*. Dieser Nachteil, der dem FDL durch eine periodische Steuerung entsteht, ist in der folgenden Graphik in Abhängigkeit von der Höhe der intertemporalen Korrelation $\rho_{1,2}^{IT}$ dargestellt. Hierbei werden nur positive intertemporale Abhängigkeiten $\rho_{1,2}^{IT} > 0$ betrachtet, da die zukünftigen stochastischen Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen, wie bereits einleitend motiviert, zumeist gleichgerichtet auf externe oder investitionspezifische Einflüsse reagieren.

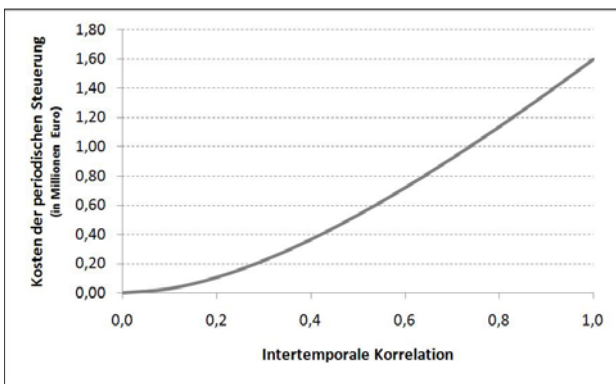


Abbildung 1: Einfluss der intertemporalen Korrelation

Nachdem das Ausmaß des Bewertungsfehlers anhand dieses Beispiels verdeutlicht wurde, wird im Folgenden aufgezeigt, welche Änderungen sich an diesen Ergebnissen ergeben, wenn besonders risikoreiche beziehungsweise besonders risikoarme IT-Investitionen betrachtet werden. Hierzu wird ceteris paribus die Varianz der periodischen Zahlungsüberschüsse (Stand-alone-Risiko) der IT-Investitionen variiert und die neuen optimalen Anteilswerte und Wertbeiträge berechnet. Diese sind nachfolgend in *Tabelle 4* dargestellt:

Tabelle 4: Variation des Stand-alone-Risikos

	$\sigma^2(\tilde{r}_{IT}) = 6\%$	$\sigma^2(\tilde{r}_{IT}) = 20\%$
(x_0^L, x_1^L)	(0,3962; 0,4120)	(0,1189; 0,1236)
(x_0^P, x_1^P)	(0,6933; 0,7211)	(0,2080; 0,2163)
$WB_L(x_0^L, x_1^L)$	3,0476	0,9143
$WB_P(x_0^P, x_1^P)$	5,3333	1,6000
$WB_L(x_0^P, x_1^P)$	1,3333	0,4000
KP	1,7143	0,5143

Ein geringeres Stand-alone-Risiko, das heißt eine geringere Varianz der Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen, führt im ersten Schritt dazu, dass die Unternehmung (im Regelfall der Risikoaversion) stärker in die risikobehafteten IT-Investitionen investiert. Dies führt im vorliegenden Fallbeispiel zu folgenden

Werten: in der periodischen Bewertung investiert die Unternehmung bei einer geringen Varianz in Höhe von 6% mit 69% beziehungsweise 72% deutlich stärker in die risikobehafteten IT-Investitionen als in der Ausgangssituation (42% beziehungsweise 43%). Bei einer erhöhten Varianz von 20% hingegen sinken die optimalen Investitionsanteile im Beispiel auf circa 12% ab. Derselbe Effekt gilt selbstverständlich analog für die langfristig optimalen Investitionsanteile. Diese Änderung der optimalen Investitionsanteile führt wiederum zu einer Änderung der langfristigen und periodischen Wertbeiträge. Dadurch ändert sich in aller Regel auch die *absolute Höhe* der Kosten der periodischen Steuerung. Das Fallbeispiel verdeutlicht somit, dass eine Änderung des Stand-alone-Risikos der Zahlungsüberschüsse der IT-Investitionen ceteris paribus einen erheblichen Einfluss auf die Stärke des konvexen Krümmungsverhaltens sowie auf die absolute Höhe der Kosten der periodischen Steuerung besitzt. Dieser Zusammenhang wird in nachfolgender Abbildung veranschaulicht:

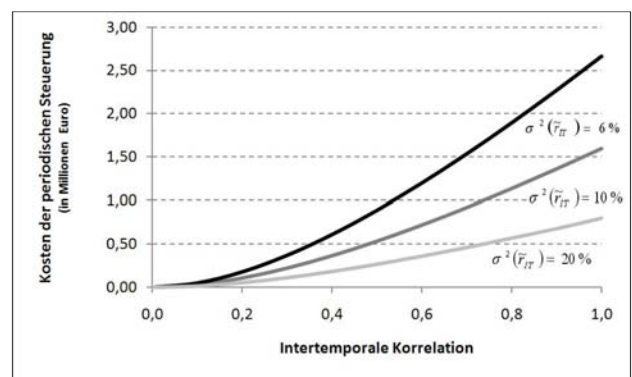


Abbildung 2: Kosten der periodischen Steuerung bei unterschiedlichen Stand-alone-Risiken

Abschließend erfolgt im nächsten Abschnitt eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Beitrags. Weiterhin werden Handlungsempfehlungen abgeleitet und ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsarbeiten in diesem Themenbereich gegeben.

4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im vorliegenden Beitrag wurden eine langfristige und eine periodische Optimierung von IT-Investitionsentscheidungen im Rahmen einer integrierten Betrachtung von Ertrag und Risiko gegenübergestellt, um die Unterschiede zwischen den beiden Sichten zu analysieren. Der Vergleich der beiden Optimierungskalküle zeigt, dass durch eine periodenorientierte Steuerung im Allgemeinen kein langfristig optimaler Wertbeitrag des Unternehmensportfolios erreicht wird, sofern die getätigten IT-Investitionen beziehungsweise deren Zahlungsüberschüsse im Zeitablauf linear stochastisch abhängig sind. Aufgrund der unvollständigen und damit fehlerhaften Risikobewertung von IT-Investitionen im Fall einer periodischen Steuerung existiert folglich in der Regel ein langfristiger Nachteil, welcher in Form der *Kosten der periodischen Steuerung* quantifiziert wurde. Anhand eines Anwendungsbeispiels wurde verdeutlicht, dass der Bewertungsfehler in einer periodischen Steuerung ein beträchtliches Ausmaß aufweisen kann. Die Analyse des modelltheoretischen Ansatzes verdeutlicht, dass eine periodische Steuerung von IT-Investitionen zur systematischen Fehlallokation von Investitionsbudgets im Hinblick auf das Ziel der langfristigen Unternehmenswertmaximierung führen

kann. Insbesondere bei hohen intertemporalen Abhängigkeiten können beträchtliche Bewertungsfehler auftreten.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich mehrere Handlungsempfehlungen für Unternehmen sowohl im Hinblick auf die Gestaltung ihres Steuerungskonzepts als auch dessen IT-Unterstützung ableiten. Den Steuerungskonzepten von Unternehmen sollte für eine adäquate Bewertung von IT-Investitionen ein langfristiges Optimierungskalkül unter integrierten Ertrags- und Risikoaspekten zugrunde liegen. Dieses Optimierungskalkül sollte neben den (Stand-alone-) Risiken der stochastischen Zahlungsüberschüsse der betrachteten IT-Investitionen insbesondere auch intertemporale Abhängigkeitsstrukturen explizit berücksichtigen. Um systematische Fehlbewertungen zu vermeiden, sollten Unternehmen folglich die langfristig orientierte Ertrags- und Risikobewertung von IT-Investitionen nicht auf Basis von periodenorientierten Kennzahlen aus der kurzfristigen Unternehmenssteuerung vornehmen. Da die periodische Sicht bedingt durch die Erwartungen des Kapitalmarkts sowie gestiegene periodische Offenlegungspflichten dennoch notwendig ist, stehen Unternehmen jedoch vor der Herausforderung, beide Sichten in einem Steuerungskonzept zu integrieren. Ein solches Steuerungskonzept sollte eine Zielfunktion zur Maximierung des Unternehmenswerts besitzen und dabei zugleich kurzfristig orientierte Anforderungen wie unter anderem Erwartungen externer Stakeholder, regulatorische Auflagen, Liquiditätsrestriktionen und Limitationen der Risikotragfähigkeit der Unternehmung zum Beispiel in Form von periodischen Nebenbedingungen berücksichtigen. Hinsichtlich der IT-Unterstützung einer langfristig orientierten Ertrags- und Risikobewertung von IT-Investitionen ergeben sich zwei zentrale Handlungsempfehlungen. Zum Einen sollte der vorgestellte modelltheoretische Ansatz als Grundlage für die fachliche Konzeptionierung eines Entscheidungsunterstützungssystem finden. Neben der reinen Umsetzung der Berechnungsfunktionalität sollte ein solches Entscheidungsunterstützungssystem dabei auch eine für Management-Zwecke geeignete Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse leisten können [36]. Zum Anderen sollten Unternehmen darauf achten, eine umfangreiche Datenhistorie über vergangene bzw. laufende IT-Investitionen anzulegen. Auf dieser Basis kann eine IT-unterstützte Schätzung der zentralen Modellparameter wie zum Beispiel der intertemporalen Korrelationen vorgenommen werden und die Aussagekraft des Modells durch Verwendung fundiert geschätzter Parameter erhöht werden. Die Wirtschaftsinformatik-Community kann einen hilfreichen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung dieser Handlungsempfehlungen leisten. Durch ihren interdisziplinären Charakter kann die Wirtschaftsinformatik bestehende finanzwirtschaftliche Steuerungskonzepte weiterentwickeln und zugleich eine adäquate Umsetzung im Rahmen von Informations- und Kommunikationssystemen gewährleisten.

Unter den getroffenen Annahmen weist das vorgestellte Modell allerdings auch Schwächen auf, woraus sich zugleich Anknüpfungspunkte und Erweiterungsmöglichkeiten für zukünftige Forschung ergeben:

- Im vorliegenden Modell trifft die Unternehmung alle Investitionsentscheidungen zum Zeitpunkt $t=0$. Wird die diesem Beitrag zugrundeliegende Fragestellung zu einem dynamischen Optimierungsmodell mit mehreren Entscheidungszeitpunkten erweitert, ist es zusätzlich möglich, im Zeitablauf variierende Informationen in die Analyse mit einzubeziehen.
- Die langfristige und die periodische Steuerung werden in diesem Modell jeweils separat betrachtet. Im Rahmen einer

kurz-/langfristig integrierten Steuerung von IT-Investitionen könnten zusätzlich periodische Nebenbedingungen in einem langfristigen Entscheidungskalkül berücksichtigt werden, um sowohl dem Ziel der langfristigen Wertsteigerung als auch den periodischen Ergebnisanforderungen gerecht zu werden.

- Weiterer Forschungsbedarf besteht weiterhin in der Entwicklung geeigneter Schätzverfahren für die wesentlichen Modellparameter wie z.B. die intertemporalen Korrelationen. Dabei sind insbesondere die spezifischen Charakteristika von IT-Investitionen zu berücksichtigen (zum Beispiel schwierige Vergleichbarkeit aufgrund Einmaligkeitscharakter).

Trotz der genannten Restriktionen konnte mit dem vorliegenden Beitrag gezeigt werden, dass eine periodische Steuerung von IT-Investitionen dem Ziel einer langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts nur unzureichend gerecht wird und die in der Unternehmenspraxis verbreitete kurzfristige Orientierung an periodischen Ergebnissen zu überdenken ist. Dies verdeutlicht die Bedeutung langfristig ausgerichteter Bewertungskalküle zur Steuerung von IT-Portfolios im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung.

5 Literatur

- [1] Au, Y. A. und Kauffman, R. J. 2003. What do you know? Rational expectations in information technology adoption and investment. *Journal of Management Information Systems* 20, 2, 49-76.
- [2] Bamberg, G., Coenenberg, A. G. und Krapp, M. 2008. *Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre*. Vahlen, München.
- [3] Bamberg, G., Dorfleitner, G. und Krapp, M. 2004. Zur Bewertung risikobehafteter Zahlungsströme mit intertemporaler Abhängigkeitsstruktur. *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis* 56, 2, 101-118.
- [4] Bardhan, I., Bagchi, S. und Sougstad, R. 2004. Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. *Journal of Management Information Systems* 21, 2, 33-60.
- [5] Benaroch, M. und Kauffman, R. 1999. A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments. *Information Systems Research* 10, 1, 70-86.
- [6] Deloitte 2009. *Global Risk Management Survey 2009*. 19.09.2009. http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/dtt_fsi_Global%20Risk%20Management%20Survey-Fifth%20Edition_20070328.pdf.
- [7] Dewan, S., Shi, C. und Gurbaxani, V. 2007. Investigating the Risk-Return Relationship of Information Technology Investment: Firm-Level Empirical Analysis. *Management Science* 53, 12, 1829-1842.
- [8] Domschke, W. und Drexl, A. 2005. *Einführung in Operations Research*. Springer Verlag, Berlin.
- [9] Dörner, W. 2003. *IT-Investitionen: Investitionstheoretische Behandlung von Unsicherheit*. Kovac, Hamburg.
- [10] El Hage, B. und Bechmann, T. 2003. Informationstechnologie als Wettbewerbsfaktor. *Vertragsunterlagen Euroforum-Konferenz*, Zürich.
- [11] Fichman, R. G., Keil, M. und Tiwana, A. 2005. Beyond Valuation: Options Thinking in IT Project Management. *California Management Review* 47, 2, 74-96.

- [12] Franke, G. und Hax, H. 2009. *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*. Springer, Berlin.
- [13] Graham, J. R., Harvey, C. R. und Rajgopal, S. 2005. The economic implications of corporate financial reporting. *Journal of Accounting and Economics* 40, 1-3, 3-73.
- [14] Hoppermann, J. 2007. *Banking Platform Renewal: Sizing the Market*. 2007. <http://www.forrester.com/ER/Press/Release/0,1769,1040,00.html>.
- [15] IBM Business Consulting Services 2005. *Reaching efficient frontiers in IT investment management*. https://www-935.ibm.com/services/de/bcs/pdf/2006/reaching_efficient_frontiers.pdf.
- [16] IT Governance Institute 2008. *IT Governance Global Status Report - 2008*.
- [17] Jeffery, M. und Leliveld, I. 2004. Best Practice in IT Portfolio Management. *MIT Sloan Management Review* 45, 41-49.
- [18] Kargl, H. 2000. IV-Strategie. In *IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen*, Dobschütz, L. v., Bart, M., Jäger-Goy, H., Kütz, M. and Möller, H. Eds. Gabler, Wiesbaden, 39-74.
- [19] Kauffman, R. J. und Weill, P. 1989. An evaluative framework for research on the performance effects of information technology investment. In *Proceedings of the 10th International Conference on Information Systems*, Boston.
- [20] Koch, F. A. 2007. *IT-Projektrecht*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [21] Kohli, R. und Grover, V. 2008. Business Value of IT: An Essay on Expanding Research Directions to Keep up with the Times. *Journal of the Association for Information Systems* 9, 1, 23-39.
- [22] Krcmar, H. 2010. *Informationsmanagement*. Springer, Berlin.
- [23] Laux, H. 2007. *Entscheidungstheorie*. Springer, Berlin.
- [24] Maizlish, B. und Handler, R. 2005. *IT (Information Technology) Portfolio Management Step-by-Step: Unlocking the Business Value of Technology*. Wiley, Hoboken.
- [25] Markowitz, H. M. 1952. Portfolio Selection. *The Journal of Finance* 7, 1, 77-91.
- [26] McFarlan, F. W. 1981. Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review* 59.
- [27] Peter Weill, S. A. 2006. Generating Premium Returns on Your IT Investments. *MIT Sloan Management Review* 47, 2, 39.
- [28] Renkema, T. J. W. und Berghout, E. W. 1997. Methodologies for information systems investment evaluation at the proposal stage: a comparative review. *Information and Software Technology* 39, 1, 1-13.
- [29] Rose, J. M., Rose, A. M. und Norman, C. S. 2004. The evaluation of risky information technology investment decisions. *Journal of Information Systems* 18, 53.
- [30] Santhanam, R. und Kyparisis, G. J. 1996. A decision model for interdependent information system project selection. *European Journal of Operational Research* 89, 2, 380-399.
- [31] Schryen, G. 2010. Preserving Knowledge on IS Business Value - What Literature Reviews have done. *Business & Information Systems Engineering* 52, 4, 233-244.
- [32] Schwartz, E. S. und Zozaya-Gorostiza, C. 2003. Investment Under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects. *Management Science* 49, 1, 57-70.
- [33] Standish Group 2005. *Third Quarter Report*. 2005. http://www.standishgroup.com/sample_research/PDFpages/q3-spotlight.pdf.
- [34] Steinhauer, L. 2007. *Die Objektivierung des kapitalmarktorientierten Value Reporting*. Josef Eul Verlag, Lohmar.
- [35] Steria Mummert 2006. *IT Budget 2006*. 2006. <http://www.steria-mummert.de/presse/pressearchiv/4.-quartal-2006/informationstechnologie-soll-unternehmen-vor-allem-beim-sparen-helfen>.
- [36] Stickel, E. 1999. Die Bewertung von IV-Entwicklungsprojekten mit Methoden der Optionspreistheorie. In *Electronic Business Engineering*, Scheer, A. and Nüttgens, M. Eds. Physica, Heidelberg, 685-707.
- [37] Sylla, C. und Wen, H. J. 2002. A conceptual framework for evaluation of information technology investments. *International Journal of Technology Management* 24, 2, 236-261.
- [38] Taudes, A., Feurstein, M. und Mild, A. 2000. Options analysis of software platform decisions: A case study. *MIS Quarterly* 24, 2, 227.
- [39] Verhoef, C. 2005. Quantifying the value of IT-investments. *Science of Computer Programming* 56, 3, 315-342.
- [40] von Hohenbalken, B. und Tintner, G. 1974. Mathematische Programmierung und ihre Anwendung auf die Wirtschaft. *Journal of Economics* 34, 1, 1-44.
- [41] Walter, S. G. und Spitta, T. 2004. Approaches to the Ex-ante Evaluation of Investments into Information Systems. *Wirtschaftsinformatik* 46, 3, 171-180.
- [42] Weber, J., Bramsemann, U., Heineke, C. und Hirsch, B. 2004. *Wertorientierte Unternehmenssteuerung: Konzepte-Implementierung-Praxisstatements*. Gabler, Wiesbaden.
- [43] Webster, J. und Watson, R. T. 2002. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26, 2, xiii-xxiii.
- [44] Wehrmann, A. und Zimmermann, S. 2005. Integrierte Ex-ante-Rendite-/ Risikobewertung von IT-Investitionen. *Wirtschaftsinformatik* 47, 4, 247-257.
- [45] Wehrmann, A., Heinrich, B. und Seifert, F. 2006. Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern. *Wirtschaftsinformatik* 48, 4, 234-245.
- [46] Weill, P. und Broadbent, M. 1998. *Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology*. Harvard Business School Press.
- [47] Wiczorrek, H. W. und Mertens, P. 2007. *Management von IT-Projekten - Von der Planung zur Realisierung*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [48] Zimmermann, S. 2008. Governance im IT-Portfoliomanagement - Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Strategic Alignment bei der Bewertung von IT. *Wirtschaftsinformatik* 50, 5, 357-365.