

Bewertung und Planung von IT-Investitionen unter Berücksichtigung finanzieller Beschränkungen

Stefan Pfosser

Universität Augsburg,
Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement,
86159 Augsburg, Deutschland
stefan.pfosser@fim-rc.de

Abstract. Große Investitionen in Informationstechnologie (IT) sind oftmals langfristig geplante Investitionsvorhaben, die sich über einen längeren Zeitraum erstrecken und dadurch Investitionsauszahlungen in mehreren Perioden erfordern. Bei deren Planung und Budgetierung muss daher ein mehrperiodiger Planungshorizont inklusive relevanter finanzieller Rahmenbedingungen und Risiken berücksichtigt werden. Dadurch können Höhe und Zeitpunkt der Investitionsauszahlungen über mehrere Perioden hinweg optimal bestimmt und der erhoffte Wertbeitrag des Investitionsvorhabens abgesichert bzw. ggf. sogar gesteigert werden. Dies gilt insbesondere für Unternehmen, deren verfügbare finanzielle Eigen- und Fremdmittel stark begrenzt bzw. besonders unsicher sind. Deshalb sollten bei der Planung von langfristigen IT-Investitionen sowohl aktuelle, als auch zukünftig drohende finanzielle Beschränkungen berücksichtigt werden. Dies erfordert einen Disziplinen-übergreifenden Ansatz, der Erkenntnisse aus Finanzmanagement und IT-Management verbindet. In diesem Beitrag wird daher ein Optimierungsmodell entwickelt, bei dem relevante finanziellen Rahmenbedingungen bei der Planung eines IT-Investitionsvorhabens berücksichtigt werden, wodurch dessen Wertbeitrag gesteigert werden kann.

Keywords: IT-Investition; IT-Management; Investitionsbewertung; Investitionsstrategie

1 Einleitung und Motivation

IT-Investitionen sind durch die zunehmende Durchdringung von Unternehmen mit IT und die rapide fortschreitende Digitalisierung ein entscheidender Wettbewerbsfaktor für Unternehmen. Sie leisten einen wichtigen Beitrag zum langfristigen wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens. Gleichzeitig können Unternehmen allerdings gezwungen sein, aufgrund finanzieller Beschränkungen geplante Budgets für langfristige IT-Investitionen zu reduzieren (vgl. bspw. [15], [26], [35]). Dadurch kann ein Unternehmen die Rückflüsse aus dem jeweiligen Investitionsvorhaben nicht bzw. nicht in geplanter Höhe realisieren, wodurch der dazugehörige Wertbeitrag erheblich reduziert wird oder sogar ein negativer Wertbeitrag resultieren kann. Die finanzielle

13th International Conference on Wirtschaftsinformatik,
February 12-15, 2017, St. Gallen, Switzerland

Pfosser, S. (2017): Bewertung und Planung von IT-Investitionen unter Berücksichtigung finanzieller Beschränkungen, in Leimeister, J.M.; Brenner, W. (Hrsg.): Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen, S. 469-483

Situation eines Unternehmens spielt daher auch für das Management von IT-Investitionen eine entscheidende Rolle. Folglich ist eine Disziplinen-übergreifende Integration von IT-Investitions- und Finanzmanagement notwendig, um IT-spezifische und finanzielle Aspekte integriert berücksichtigen zu können [30]. Eine Kombination etablierter Ansätze verschiedener Disziplinen bietet die Möglichkeit neue Lösungen für unternehmerische Fragestellungen zu entwickeln – selbst ohne eine grundlegende Weiterentwicklung der Ansätze. Gleichzeitig stellen wird eine wertvolle Grundlage geschaffen für weiterführende Arbeiten wie bspw. empirische Studien oder exemplarische Anwendungen und Weiterentwicklungen auf Basis von realen Daten.

Zur Bewertung der ökonomischen Potentiale von IT-Investitionen existieren zahlreiche, überwiegend empirische, Arbeiten (bspw. [4], [27], [38], [40]), die den Zusammenhang zwischen IT-Investitionen und unternehmerischem Erfolg untersuchen. Daneben existiert in der Literatur eine weitere Forschungsrichtung, in der auf Basis quantitativer bzw. finanzwirtschaftlicher Ansätze Methoden für eine risikointegrierte Bewertung von IT-Investitionen entwickelt und analysiert werden. Zur Berücksichtigung von IT-spezifischen Risiken erweitert bspw. [39] den allgemeinen Kapitalkostensatz um einen spezifischen IT-Risikozuschlag (WACC zu WACIT). [42] vermindern hingegen den stochastischen Kapitalwert der IT-Investitionen um einen IT-spezifischen Risikoabschlag. [41] und [21] betrachten in ihrer Arbeit insbesondere das Risiko durch stochastische Abhängigkeiten der IT-Investitionen.

In dieser Arbeit werden Ansätze des Investitions- und Finanzmanagements zur Berücksichtigung finanzieller Beschränkungen ([2], [13]) auf den Kontext der IT-Investitionsplanung übertragen und um eine entsprechende Risikobetrachtung erweitert. Dabei ist es nicht originäres Ziel diese Ansätze weiter zu entwickeln. Vielmehr sollen bestehenden Ansätze auf eine Problemstellung in einem anderen Kontext übertragen und entsprechend angepasst werden, um neue Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln. Dadurch ist es möglich, finanzielle Rahmenbedingungen bei der Bewertung und Planung von langfristigen IT-Investitionen zu berücksichtigen. Mit Hilfe des entwickelten Optimierungsmodells kann gezeigt werden, dass der erwartete Wertbeitrag abgesichert bzw. sogar erhöht werden kann, wenn auf finanzielle Beschränkungen mit einer Liquiditäts- bzw. Budgetreserve – welche in der Finanz- bzw. Investitionsliteratur als probates Mittel anerkannt ist ([5], [18]) – reagiert wird. Um die Auswirkungen einer solchen Reserve auf den Wertbeitrag des IT-Investitionsvorhabens zu quantifizieren, wird dieser *mit* und *ohne* Reserve ermittelt und werden beide Alternativen miteinander verglichen.

Dazu wird ein Modell zur Planung von IT-Investitionen entwickelt, mit dessen Hilfe für ein Unternehmen die in Bezug auf Investitionszeitpunkt und Höhe optimalen Auszahlungen in das IT-Investitionsvorhaben unter Berücksichtigung finanzieller Rahmenbedingungen bestimmt werden können. Da es sich um einen integrierten Ansatz handelt, der IT-Investitions- und Finanzmanagement verbindet, wird die zur Entwicklung des Modells relevante Literatur an den jeweiligen Stellen herangezogen, sodass die Literatureinbettung im Modellteil und nicht wie zumeist üblich in einem gesonderten Literaturkapitel erfolgt.

Danach werden grundlegende Einflüsse zentraler Faktoren auf den Wertbeitrag des Investitionsvorhabens diskutiert und auf Basis eines Fallbeispiels analysiert. Zuletzt

werden die Ergebnisse und Limitationen des Beitrags zusammengefasst und ein Ausblick auf weiterführende Forschungsfragen und praxisrelevante Implikationen gegeben.

2 Modell und relevante Literatur

Zunächst werden die Annahmen für die Bewertung des IT-Investitionsvorhabens anhand der relevanten Literatur vorgestellt und darauf aufbauend für das betrachtete Unternehmen die optimalen Investitionsauszahlungen (bzgl. Zeitpunkt und Höhe) zur Erreichung des maximalen Wertbeitrags (WB) ermittelt. Um den Einfluss der finanziellen Rahmenbedingungen auf den WB zu verdeutlichen, wird darauffolgend der resultierende WB in deren Abhängigkeit analysiert.

2.1 Modellannahmen

Im Rahmen eines Zwei-Perioden-Modells wird ein Unternehmen betrachtet, das die für ein mehrperiodiges IT-Investitionsvorhaben verfügbaren finanziellen Eigen- und Fremdmittel mit Hilfe einer Reserve optimal auf zwei mögliche Investitionszeitpunkte aufteilen möchte (vgl. Abbildung 1).

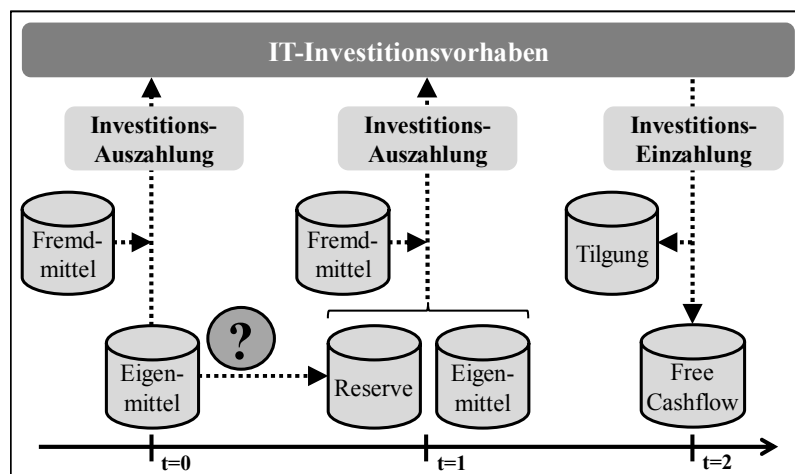


Abbildung 1. Entscheidungssituation des Modells

Annahme 1) Das Unternehmen verfügt in den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = 1$ über die Cashflows \widehat{CF}_t aus dem bestehenden Unternehmensportfolio, die für die IT-Investitionen verwendet werden können. \widehat{CF}_0 ist bekannt, wohingegen \widehat{CF}_1 unbekannt und gemäß $\widehat{CF}_1 \sim N(E[\widehat{CF}_1], \sigma^2(\widehat{CF}_1))$ normalverteilt ist.

Bei der Planung mehrperiodiger IT-Investitionsvorhaben ist es nicht ausreichend, nur für den gegenwärtigen Zeitpunkt die Investitionsauszahlungen zu planen, da deren

Finanzierung über den kompletten Planungszeitraum hinweg sichergestellt sein muss. Andernfalls wird der insgesamt erwartete WB gefährdet, falls das Unternehmen zukünftige Investitionsauszahlungen nicht in ausreichender Höhe finanzieren kann.

Die Cashflows des Unternehmens stellen die Basis für die Planung der Investitionen dar. Dabei wird der zeitliche Horizont der Investitionen berücksichtigt, wobei sich Teilinvestitionen eines IT-Investitionsvorhabens in lang- und kurzfristige IT-Investitionen unterscheiden lassen (vgl. [24], [31], [43]). Dabei konkurrieren die Teilinvestitionen eines Investitionsvorhabens indirekt um begrenzte Unternehmensressourcen, wodurch sie sich gegenseitig beeinflussen und daher im Rahmen der IT-Investitionsplanung integriert betrachtet werden sollten [30].

Zur Finanzierung des Investitionsvorhabens kann das Unternehmen zusätzlich zu den Cashflows \widehat{CF}_t auch Kredite aufnehmen und die für die Investition zu tätigen Auszahlung I_t mit $t \in \{0,1\}$ dadurch erhöhen.

***Annahme 2 a)** Im Zeitpunkt t nimmt das Unternehmen einen Kredit in Höhe von K_t mit $t \in \{0,1\}$ auf, welcher im Zeitpunkt $t = 2$ vollständig getilgt wird. Die mit dem risikolosen Zinssatz r_f anfallenden Zinsen sind zusammen mit der Tilgung im Zeitpunkt $t = 2$ endfällig zu zahlen.*

Insbesondere bei IT-Investitionen ist die Möglichkeit der Fremdfinanzierung allerdings oftmals stark eingeschränkt, da IT-Investitionen (bspw. die Entwicklung einer Software) i. d. R. zu einem hohen Anteil immateriell sind [22] bzw. mit Hilfe von IT-Investitionen unternehmensindividuelle, immaterielle Güter (bspw. Informationsverfügbarkeit und -qualität) geschaffen werden [10]. IT-Investitionen haben daher häufig einen spezifischen Wert für das jeweilige Unternehmen, der auch erhebliche immaterielle Investitionsbestandteile (bspw. aufgebautes Wissen) umfasst. Dieser unternehmensspezifische Wert ist durch den unternehmensspezifischen Wertanteil i. d. R. deutlich höher als ein rein anhand der Investitionsauszahlungen (I_t) feststellbarer objektiver Liquidationswert [11]. Darüber hinaus können IT-Investitionen bei einer kurzfristig notwendigen Liquidation nur mit erheblichen Preisabschlägen veräußert werden (falls überhaupt), da für ein anderes Unternehmen erneut erhebliche unternehmensspezifische Anpassungen erforderlich wären. Dadurch kann kurzfristig oftmals selbst der objektive Liquidationswert nicht erlöst werden.

Finanzielle Restriktionen dieser Art führen grundsätzlich zu einer Einschränkung der Investitionsfähigkeit eines Unternehmens [7], [12], [13]. Dies gilt insbesondere für IT-Investitionen, da deren hoher immaterieller Werteanteil die Aufnahme von Krediten zur Finanzierung der Investitionsauszahlungen erschwert [1], [20], [33]. Diese Besonderheit muss daher bei der IT-Investitionsplanung berücksichtigt werden, da dadurch die maximal finanzierbaren Investitionsauszahlungen begrenzt werden [1], [20], [33].

Annahme 2 b) Die Höhe des Kredits K_t im Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$ ist gemäß $K_t \leq (1 - \gamma_{I_t}) \cdot I_t$ beschränkt und hängt von der Höhe der Investitionsauszahlungen I_t des Unternehmens im jeweiligen Zeitpunkt ab. Dabei bezeichnet $\gamma_{I_t} \in (0,1)$ einen IT-investitionsspezifischen Illiquiditätsparameter.

Der Illiquiditätsparameter γ_{I_t} bildet die beschränkte Fremdfinanzierungsmöglichkeit von IT-Investitionen ab. Die Höhe des Illiquiditätsparameters ist investitionsspezifisch, wobei bspw. ein erworbener Server (als standardisierte Hardware leichter übertragbar) i. d. R. mit einem geringeren Abschlag liquidiert werden kann als eine speziell entwickelte Individualsoftware (i. d. R. nur nutzbar für das jeweilige Unternehmen).

Um die verfügbaren Mittel optimal auf die periodischen Investitionsauszahlungen allozieren zu können, muss ein Unternehmen schätzen, wie die Höhe der erreichbaren Investitionseinzahlungen (d.h. die Rückflüsse der Investitionen) von der Höhe der Investitionsauszahlungen abhängt. Dadurch kann unter Berücksichtigung der geschätzten Grenzein- bzw. -auszahlungen der Wertbeitrag des IT-Investitionsvorhabens maximiert werden. Dazu muss ein Unternehmen das ökonomische Potential, d.h. die für das Unternehmen realisierbaren Einzahlungen, des IT-Investitionsvorhabens schätzen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass verschiedene IT-Investitionen teilweise deutlich unterschiedliche ökonomische Potenziale aufweisen, die auch vom Investitionszeitpunkt und -umfang beeinflusst werden können. So weist bspw. eine frühzeitige Investition in eine IT-Innovation i.d.R. ein sehr hohes ökonomisches Potential auf, da sich dadurch bspw. neue Geschäftsfelder und Märkte erschließen lassen. Eine Investition in eine neue Verwaltungssoftware hat dagegen i.d.R. ein niedrigeres ökonomisches Potential, da sich damit zwar Effizienzgewinne erzielen lassen, diese aber oftmals deutlich geringer sind.

Zur Schätzung des Verhältnisses von monetären und nichtmonetären Inputgrößen zu Outputgrößen skalierbarer IT-Investitionen kann bspw. eine Funktion auf Grundlage der allgemeinen Produktionstheorie [37] verwendet werden (bspw. [8], [9], [16]). Solche Produktionsfunktionen finden bei der Planung von IT-Investitionen Anwendung [3], [22], wobei der dabei angenommene Zusammenhang i. d. R. nicht linear ist. Insbesondere bei großen IT-Investitionen sinkt mit steigendem Input der marginale Output, da mit steigendem Umfang die Komplexität und der Organisationsaufwand überproportional zunehmen [6], [22], d.h. die Einzahlungen sind oftmals durch abnehmende Grenzeinzahlungen gekennzeichnet.

Darüber hinaus lassen sich aufgrund der komplexen und vielfältigen Abhängigkeitsbeziehungen und Wechselwirkungen die Ein- und Auszahlungen von IT-Investitionen ex ante nur schwer abschätzen, weshalb diese mit einer großen Unsicherheit behaftet sind [16], [22]. Dabei tragen insbesondere die unsicheren Einzahlungen einer IT-Investition zu deren finanziellen Risiko bei [29], [34]. Zur Vermeidung von Fehlallokationen des IT-Budgets ist daher das Risiko bzw. die Unsicherheit der Einzahlungen von IT-Investitionen im Rahmen der IT-Investitionsplanung zu berücksichtigen [24].

Annahme 3) Die im Zeitpunkt $t = 2$ durch die Investitionsauszahlungen für das Unternehmen ermöglichten Einzahlungsüberschüsse werden durch die Funktionen $EZ_i(I_t) = k_i \cdot f_i(I_t)$ mit $k_i \sim N(E[k_i], \sigma^2(k_i))$ mit $i = \{0,1\}$ abgebildet. Dabei bildet k_i das unsichere ökonomische Potenzial der IT-Investition ab und $f_i(I_t)$ sind streng monoton steigende und konkave Funktionen. Diese repräsentieren für das Unternehmen den Barwert aller in Abhängigkeit von den Investitionsauszahlungen I_t in der Zukunft realisierbaren Einzahlungsüberschüsse.

Wie bereits beschrieben verringert die Unsicherheit über zukünftig verfügbare Eigen- und Fremdmittel die Investitionsfähigkeit eines Unternehmens [7], [12], [13]. Zur finanziellen Absicherung existieren verschiedene Methoden, wobei in dieser Arbeit das Vorhalten einer Reserve betrachtet wird, da viele Unternehmen bspw. nach [5], [18] hohe Summen als finanzielle Reserven vorhalten. Darüber hinaus ist bspw. eine Betrachtung von Kreditlinien im Rahmen der IT-Investitionsplanung nicht sinnvoll, da IT-Investitionen durch ihre hohe Illiquidität nur sehr eingeschränkt als Sicherheit verwendet werden können und mit Kreditlinien weitere Beschränkungen verbunden sind [12].

Annahme 4) Das Unternehmen bildet in $t = 0$ eine (unverzinsliche) Reserve $R \geq 0$, welche in $t = 1$ zusätzlich für die Finanzierung der Investitionsauszahlung zur Verfügung steht.

Das Unternehmen steht somit vor der Entscheidung, in welcher Höhe die aktuell verfügbaren finanziellen Mittel sofort investiert oder teilweise als Reserve für eine Absicherung der Investition in $t = 1$ vorgehalten werden sollen. Auf Basis der getroffenen Annahmen ergeben sich für das Unternehmen die folgenden Cashflows CF_t für $t \in \{0,1,2\}$, die die Grundlage für die Entscheidung bilden:

$$\begin{aligned} CF_0 &= \widehat{CF}_0 + K_0 - I_0 - R \\ CF_1 &= \widehat{CF}_1 + K_1 - I_1 + R \\ CF_2 &= EZ_0(I_0) + EZ_1(\tilde{I}_1) - K_0 \cdot (1 + r_f)^2 - K_1 \cdot (1 + r_f) \end{aligned} \quad (1)$$

Dabei bezeichnet $CF_t \geq 0$ den nachschüssig anfallenden Free Cashflow, der für Ausschüttungen an die Eigenkapitalgeber zur Verfügung steht und die Grundlage für eine objektive Bewertung der IT-Investition bildet [19].

Um den Zeitwert der Zahlungen zu berücksichtigen, wird der Wert des Investitionsvorhabens zum Bewertungszeitpunkt $t = 0$ mit Hilfe eines Discounted Cashflow-Verfahrens ermittelt [25]. Die Risiken der unsicheren Zahlungsüberschüsse können dabei mit Hilfe der Risikozuschlags- oder Risikoabschlagsmethode berücksichtigt werden, welche bei konsistenter Anwendung zu identischen Ergebnissen führen [14], [32]. Zur Bewertung mehrperiodiger Investitionen kann die Risikoabschlagsmethode verwendet werden [28], bei der ein Abzug eines Risikoabschlags von den erwarteten Free Cashflows gemäß $E[CF_t] - RA(CF_t)$ erfolgt. Der Risikoabschlag $RA(CF_t)$ wird dabei basierend auf dem Capital Asset Pricing

Model (CAPM)¹ [17] multiplikativ mit Hilfe des Marktpreises des Risikos $\lambda = \frac{E[r_M] - r_f}{\sigma^2(r_M)}$ und der Kovarianz des Zahlungsüberschusses CF_t mit der Rendite r_M des Marktportfolios² $Cov(CF_t, r_M)$ ermittelt [23], [36]:

$$RA(CF_t) = \lambda \cdot Cov(CF_t, r_M) \quad (2)$$

Somit kann ein risikoadjustierter WB für den Zahlungsstrom der IT-Investition als Summe der auf den Zeitpunkt $t = 0$ mit dem risikolosen Zinssatz r_f diskontierten Cashflows abzüglich der jeweiligen Risikoabschläge berechnet werden. Dabei soll der erwartete WB durch die Wahl der optimalen Höhe der Investitionsauszahlungen I_t^* mit $t \in \{0,1\}$ maximiert werden, wodurch sich das folgende Optimierungsproblem ergibt:

$$\max_{I_t} WB = \sum_{t=0}^2 \frac{E[CF_t] - RA(CF_t)}{(1+r_f)^t} = CF_0 + \frac{E[CF_1] - \lambda \cdot Cov(CF_1, r_M)}{1+r_f} + \frac{E[CF_2] - \lambda \cdot Cov(CF_2, r_M)}{(1+r_f)^2}$$

$$CF_t \geq 0 \text{ für } t \in \{0,1,2\}$$

$$K_t \leq (1 - \gamma_{I_t}) \cdot I_t \text{ für } t \in \{0,1\} \quad (3)$$

Da im Optimum der Barwert der erwarteten Grenzzahlungsüberschüsse aus dem IT-Investitionsvorhaben dem Barwert der marginalen Investitionsauszahlungen entsprechen muss, können die optimalen Investitionsauszahlungen I_t^* folgendermaßen bestimmt werden:

$$\frac{\partial WB}{\partial I_0} = 0 \Leftrightarrow \frac{E[EZ'_0(I_0^*)] - \lambda \cdot f'_0(I_0^*) \cdot Cov(k_0, r_M)}{(1+r_f)^2} = 1 \text{ für } t = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial WB}{\partial I_1} = 0 \Leftrightarrow \frac{E[EZ'_1(I_1^*)] - \lambda \cdot f'_1(I_1^*) \cdot Cov(k_1, r_M)}{(1+r_f)^2} = \frac{1}{(1+r_f)} \text{ für } t = 1 \quad (5)$$

Von I_t^* abweichende Investitionsauszahlungen vermindern den Wertbeitrag, da einerseits höhere Investitionsauszahlungen ($I_t > I_t^*$) nicht durch die hieraus zusätzlich resultierenden risikoadjustierten Zahlungsüberschüsse kompensiert werden und andererseits niedrigere Investitionsauszahlungen ($I_t < I_t^*$) weitere, noch mögliche Steigerungen des Wertbeitrags nicht realisieren.

2.2 Analyse des Modells

Im Folgenden wird die Investitionsstrategie eines Unternehmens analysiert, das finanziellen Beschränkungen unterliegt, d.h. es kann die eigentlich optimalen Investitionsauszahlungen I_t^* auf Grund von zu niedrigen bzw. zu unsicheren Cashflows $\bar{C}F_t$ oder zu hohen Illiquiditätsabschlägen γ_{I_t} bei der Kreditaufnahme nicht finanzieren.

¹ Es liegen keine Unsicherheit und intertemporalen Abhängigkeiten bzgl. der Verteilungsparameter vor, sodass eine mehrperiodige Anwendung des CAPM möglich ist.

² Das Marktportfolio enthält alle am Kapitalmarkt verfügbaren Vermögenswerte im Verhältnis zu ihrer Kapitalisierung.

Somit kann das Unternehmen selbst bei Verwendung aller zu den Investitionszeitpunkten $t \in \{0,1\}$ verfügbaren Mittel nur die geringeren *Investitionsauszahlungen eines finanziell beschränkten Unternehmens* $I_t^B < I_t^*$ finanzieren. Zur Maximierung des WB kann das Unternehmen mit Hilfe einer Reserve die Investitionsauszahlungen I_t^B mit $t \in \{0,1\}$ folgendermaßen optimieren:

Einerseits wird die Investitionsauszahlung I_0^B durch die Bildung der Reserve verringert und andererseits die Investitionsauszahlung I_1^B erhöht. Folglich verringert bzw. erhöht sich der resultierende Zahlungsüberschuss der jeweiligen Teilinvestition des Investitionsvorhabens. Je nachdem, welche Veränderung die höheren Auswirkungen hat, wird durch die Einzahlung in eine Reserve der insgesamt aus dem Investitionsvorhaben resultierende Wertbeitrag negativ oder positiv beeinflusst. Zur Maximierung muss daher die optimale Höhe der Reserve R^* bestimmt werden.

Das Unternehmen wird in beiden Investitionszeitpunkten alle verfügbaren Mittel investieren, weil die Investition höhere Grenzein- als -auseinzahlungen erwarten lässt, da $I_t^B < I_t^*$ für $t \in \{0,1\}$. Zusätzlich werden die Investitionen mit so hohen Krediten wie möglich finanziert um die Investitionsauszahlungen zu erhöhen. Somit ergibt sich I_0^B mit Hilfe von Annahme 2b) und Formel (1) folgendermaßen:

$$I_0^B = \frac{\widehat{CF}_0 - R}{\gamma_{I_0}} \quad (6)$$

Sie ist von der Höhe der verfügbaren finanziellen Mittel sowie von der Höhe der gebildeten Reserve abhängig. Analog dazu ist in $t = 1$ die Höhe der Investitionsauszahlung I_1^B ebenfalls von der Höhe der risikoadjustierten finanziellen Mittel und der Höhe der in diesem Zeitpunkt aufgelösten Reserve gemäß

$$I_1^B = \frac{E[\widehat{CF}_1] - \lambda \cdot \text{Cov}(\widehat{CF}_1, r_M) + R}{\gamma_{I_1}} \quad (7)$$

abhängig. Da in beiden Investitionszeitpunkten alle verfügbaren finanziellen Mittel investiert werden ($CF_0 = CF_1 = 0$), ist nur der resultierende Cashflow des Zeitpunkts $t = 2$ für die Bestimmung der optimalen Höhe der Investitionsauszahlungen relevant. Das Optimierungsproblem des Unternehmens lässt sich damit nach

$$\begin{aligned} \max_{I_t} WB^B &= \frac{E[k_0] \cdot f_0(I_0^B) - \lambda \cdot f_0(I_0^B) \cdot \text{Cov}(k_0, r_M)}{(1+r_f)^2} + \frac{E[k_1] \cdot f_1(I_1^B) - \lambda \cdot f_1(I_1^B) \cdot \text{Cov}(k_1, r_M)}{(1+r_f)^2} \\ &- \frac{(1-\gamma_{I_0}) \cdot (I_0^B) \cdot (1+r_f)}{(1+r_f)^2} - \frac{(1-\gamma_{I_1}) \cdot (I_1^B) \cdot (1+r_f)}{(1+r_f)^2} \end{aligned} \quad (8)$$

als Summe der risikoadjustierten Barwerte der erwarteten Zahlungsüberschüsse aus dem IT-Investitionsvorhaben abzüglich der Barwerte der Tilgung der aufgenommenen Kredite (inklusive Zinsen) abbilden.

Wie bereits erläutert hat die Reserve für das Unternehmen sowohl erhöhende, als auch verringernde Auswirkungen auf den Wertbeitrag. Daher werden so viele Mittel in die Reserve eingestellt, bis die marginale Erhöhung des WB (durch die höhere Investitionsauszahlung in $t = 1$) der marginalen Verringerung des Wertbeitrags (durch

die geringere Investitionsauszahlung in $t = 0$) entspricht. Diese optimale Höhe der finanziellen Reserve R^* kann mit Hilfe der folgenden Bedingung bestimmt werden:

$$\begin{aligned}
& \left[E[k_0] \cdot f_0'(I_0^B) - \lambda \cdot f_0'(I_0^B) \cdot Cov(k_0, r_M) - (1 - \gamma_{I_0}) \cdot (1 + r_f)^2 \right] \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{I_0}} \right) \\
&= \left[E[k_1] \cdot f_1'(I_1^B) - \lambda \cdot f_1'(I_1^B) \cdot Cov(k_1, r_M) - (1 - \gamma_{I_1}) \cdot (1 + r_f) \right] \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{I_1}} \right) \Leftrightarrow \\
&\Leftrightarrow \left[E[k_0] \cdot f_0' \left(\frac{\bar{C}F_0 - R^*}{\gamma_{I_0}} \right) - \lambda \cdot f_0' \left(\frac{\bar{C}F_0 - R^*}{\gamma_{I_0}} \right) \cdot Cov(k_0, r_M) - (1 - \gamma_{I_0}) \cdot (1 + r_f)^2 \right] \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{I_0}} \right) \\
&= \left[\begin{array}{c} E[k_1] \cdot f_1' \left(\frac{E[\bar{C}F_1] + R^* - \lambda \cdot Cov(\bar{C}F_1, r_M)}{\gamma_{I_1}} \right) \\ - \lambda \cdot f_1' \left(\frac{E[\bar{C}F_1] + R^* - \lambda \cdot Cov(\bar{C}F_1, r_M)}{\gamma_{I_1}} \right) \cdot Cov(k_1, r_M) - (1 - \gamma_{I_1}) \cdot (1 + r_f) \end{array} \right] \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{I_1}} \right) \quad (9)
\end{aligned}$$

Unter Berücksichtigung der marginalen Erhöhung bzw. Verringerung des WB kann ein finanziell beschränktes Unternehmen durch optimale Wahl der Höhe der finanziellen Reserve R^* den resultierenden WB maximieren. Diese Möglichkeit zur Maximierung besteht allerdings nur für ein Unternehmen, welches finanzielle Beschränkungen bereits bei der IT-Investitionsplanung berücksichtigt.

Um die Auswirkung der Reserve auf den WB zu quantifizieren, wird für ein finanziell beschränktes Unternehmen der WB mit optimaler Höhe der Reserve $WB_{R^*}^B$ (d.h. unter Berücksichtigung der finanziellen Beschränkungen im Rahmen der IT-Investitionsplanung) mit dem WB ohne Reserve $WB_{R=0}^B$ verglichen. Somit kann eine Wertbeitragssteigerung WBS_{R^*} als Differenz der beiden Wertbeiträge definiert werden:

$$WBS_{R^*} = WB_{R^*}^B - WB_{R=0}^B \geq 0 \quad (10)$$

Im Folgenden wird das Modell auf Basis einer exemplarische Anwendung analysiert, um die Effekte geänderter finanzieller Beschränkungen zu quantifizieren.

3 Exemplarische Anwendung des Modells

Die folgende exemplarische Anwendung hat zum Ziel, zentrale Wirkungszusammenhänge des Modells mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen zu verdeutlichen. Dabei werden auch die für ein Unternehmen relevanten ökonomischen Auswirkungen einer Reserve veranschaulicht. Für die exemplarische Anwendung werden zunächst die optimalen Investitionsauszahlungen ermittelt – ohne und mit Berücksichtigung der finanziellen Situation des Unternehmens – und anschließend mittels der Sensitivitätsanalysen der Einfluss relevanter Parameter auf den resultierenden WB bzw. die mögliche WBS_{R^*} analysiert.

Da eine Evaluierung des Modells auf Basis von Realweltdaten noch aussteht, wird im vorliegenden Beitrag als erster Schritt eine Analyse auf Basis exemplarischer Werte bzw. Funktionen vorgenommen. Dabei wird von den in Tabelle 1 aufgeführten Funktionen ausgegangen, sodass sich durch Abzug der Risikokosten von den

Einzahlungen und deren Optimierung anhand Formel (4) bzw. (5) optimale Investitionsauszahlungen I_t^* i. H. v. 55,47 bzw. 113,38 Geldeinheiten (GE) ergeben.

Tabelle 1. Einzahlungen, Risikokosten und optimale Investitionsauszahlungen

Zeitpunkt	$EZ_i(I_t)^3$	$\lambda \cdot f_i(I_t) \cdot Cov(k_i, r_M)$	I_t^*
$t = 0$	$1 \cdot 100 \cdot \ln(I_0)$	$2,67 \cdot 100 \cdot \ln(I_0) \cdot 0,15$	55,47
$t = 1$	$1 \cdot 150 \cdot \ln(I_1)$	$2,67 \cdot 150 \cdot \ln(I_1) \cdot 0,075$	113,38

Über die zur Finanzierung der Investitionsauszahlungen verfügbaren Cashflows (d.h. Eigenmittel) liegen Schätzungen zur erwarteten Höhe und deren Risiko vor. Die eingeschränkte Kreditaufnahme ist durch den Illiquiditätsparameter γ_t abgebildet. Tabelle 2 enthält die entsprechenden Werte zur Höhe der in den Investitionszeitpunkten verfügbaren Eigen- und Fremdmittel.

Tabelle 2. Parameterwerte zur finanziellen Situation des Unternehmens

	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$
Bestehender Cashflow \widehat{CF}_t	20	20	20
Standardabweichung der Cashflows $\sigma(\widehat{CF}_t)$	-	10	15
Illiquiditätsparameter γ_t	0,5	0,9	-

Auf Basis der in den Investitionszeitpunkten beschränkten Eigen- und Fremdmittel plant das Unternehmen für den Zeitpunkt $t = 0$ mit 40 GE (vgl. Formel (6)) und für den Zeitpunkt $t = 1$ mit 15,55 GE (vgl. Formel (7)) als erwartete Mittel, die für das IT-Investitionsvorhaben zur Verfügung stehen. Mit diesen Werten, die deutlich unter den optimalen Investitionsauszahlungen liegen (vgl. Tabelle 1), kann nur ein erwarteter WB i. H. v. 497,79 GE erreicht werden (vgl. Formel (3)). Werden dagegen mit Hilfe einer Reserve verfügbare Mittel i. H. v. 9,96 GE von $t = 0$ auf $t = 1$ übertragen, so können Investitionsauszahlungen i. H. v. 20,05 GE in $t = 0$ und 26,2 GE in $t = 1$ finanziert werden, die ebenfalls deutlich unter den optimalen Investitionsauszahlungen liegen, aber einen höheren WB i. H. v. 528,07 GE (vgl. Formel (8)) ermöglichen.

Tabelle 3. Vergleich der Situation mit und ohne Reserve

	R^*	I_0^B	I_1^B	WB_R^B
Mit Reserve	9,96	20,05	26,2	528,07
Ohne Reserve	-	40	15,56	497,79

Ohne Reserve würde das Unternehmen in $t = 0$ einen zu hohen Betrag und in $t = 1$ einen zu niedrigen Betrag investieren. Die Reserve ermöglicht eine optimale Anpassung der Investitionsauszahlungen, wodurch eine Wertbeitragssteigerung

³ Die Funktionen bilden den Barwert aller zukünftig anfallenden Einzahlungsüberschüsse zum Zeitpunkt $t = 2$ ab.

WBS_{R^*} i. H. v. 30,28 GE ($\sim 6,1\%$) erreicht werden kann. Um zu verdeutlichen, wie WBS_{R^*} von den finanziellen Rahmenbedingungen beeinflusst wird, werden die folgenden Sensitivitätsanalysen durchgeführt.

3.1 Analyse des Cashflows aus dem Unternehmensportfolio in $t = 0$

Ist in $t = 0$ ein im Vergleich zu den Startwerten des Beispiels höherer Cashflow \widehat{CF}_0 verfügbar, werden die höheren Mittel auf die Investitionsauszahlung in diesem Zeitpunkt und die Reserve aufgeteilt. Je höher dabei \widehat{CF}_0 ist, desto höher ist auch die Einstellung in die Reserve, da das Unternehmen durch die Investitionsauszahlungen in $t = 1$ höhere Grenzeinzahlungen erreichen kann. Ohne Reserve würde der höhere Zahlungsüberschuss für die Investitionsauszahlungen in $t = 0$ verwendet werden, wodurch aufgrund der niedrigeren Grenzeinzahlungen nur ein geringerer WB erzielt werden könnte. Zur Veranschaulichung sind in Abb. 2 sind WBS_{R^*} und R^* in Abhängigkeit vom \widehat{CF}_0 abgebildet.

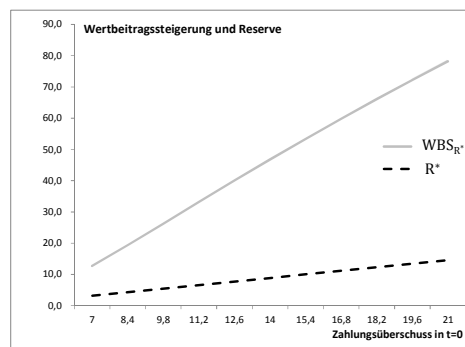


Abbildung 2. Einfluss der Höhe des Cashflows in $t = 0$

Der wertbeitragssteigernde Effekt der Reserve wird größer und eine höhere Reserve wird vorgehalten, je höher der in $t = 0$ verfügbare Cashflow \widehat{CF}_0 ist.

3.2 Analyse des Cashflows aus dem Unternehmensportfolio in $t = 1$

Erwartet das Unternehmen in $t = 1$ einen im Vergleich zu den Startwerten des Beispiels höheren Cashflow \widehat{CF}_1 , kann die Höhe der Reserve verringert werden, da mehr Mittel zur Finanzierung der Investitionsauszahlung in $t = 1$ erwartet werden. Bei einem niedrigeren Cashflow \widehat{CF}_1 wird die Reserve dagegen erhöht, um die Investitionsfähigkeit in $t = 1$ abzusichern. Ohne Reserve kann das Unternehmen die verfügbaren Investitionsauszahlungen in $t = 1$ nicht erhöhen, obwohl eine höhere Investition vorteilhaft wäre, da sich in $t = 1$ höhere marginale Einzahlungen erreichen lassen. Die Wertbeitragssteigerung WBS_{R^*} wird daher auch überproportional größer, je niedriger der erwartete Cashflow $E[\widehat{CF}_1]$ ist (vgl. Abb. 3).

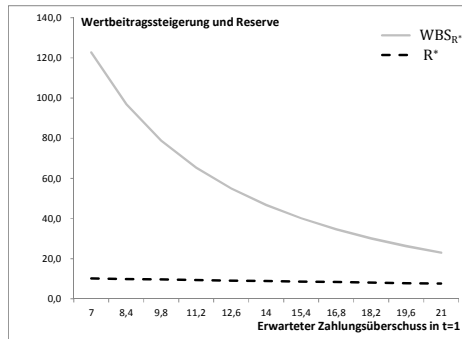


Abbildung 3. Einfluss der Höhe des erwarteten Cashflows in $t = 1$

Abb. 3 verdeutlicht, dass bei sinkendem erwarteten Cashflow $E[\widehat{CF}_1]$ durch eine Erhöhung der Reserve eine zunehmende Wertbeitragssteigerung WBS_{R^*} möglich ist.

3.3 Analyse des Risikos des Einzahlungsüberschusses in $t = 1$

Erhöht sich das Risiko des Cashflows \widehat{CF}_1 (d.h. $\sigma(\widehat{CF}_1)$) im Vergleich zu den Startwerten des Beispiels, sinken die verfügbaren risikoadjustierten Mittel in $t = 1$ durch die höheren Unsicherheit. Durch die Reserve kann dies bei der IT-Investitionsplanung berücksichtigt werden, sodass mehr Mittel für die Investition in $t = 1$ vorgehalten werden. Dabei steigt WBS_{R^*} wenn sich das Risiko des Cashflows $\sigma(\widehat{CF}_1)$ erhöht (vgl. Abb. 4).

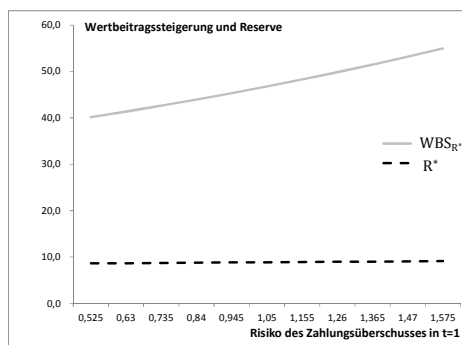


Abbildung 4. Einfluss des Risikos des Zahlungsüberschusses in $t = 1$

Insgesamt erhöht sich somit der Vorteil einer Reserve (gemessen durch WBS_{R^*}), je niedriger aktuelle und je höher zukünftige erwartete finanzielle Beschränkungen sind. Die Reserve hat somit einen hohen positiven Einfluss auf den WB von IT-Investitionen wenn ein Unternehmen gegenwärtig über hohe Mittel verfügt und davon einen Teil für Investitionen in zukünftigen Perioden vorhält, in denen die Finanzierung der geplanten Investitionsauszahlungen sehr unsicher ist.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Durch finanzielle Beschränkungen besteht die Gefahr, dass langfristige IT-Investitionen eingeschränkt bzw. sogar kurzfristig abgebrochen werden müssen, wodurch ein Unternehmen deren geplanter WB nicht realisieren kann. Da die Relevanz von IT-Investitionen bspw. durch die voranschreitende Digitalisierung für Unternehmen verschiedenster Branchen weiter zunimmt und eine Berücksichtigung der finanziellen Rahmenbedingungen bei der Planung von solchen Investitionsvorhaben i. d. R. nicht ausreichend erfolgt, wurden in dieser Arbeit IT-Investitions- und Finanzmanagement in einen Ansatz integriert.

Mit dem entwickelten Modell können mit Hilfe einer finanziellen Reserve die negativen Auswirkungen finanzieller Beschränkungen verringert werden, da ein Unternehmen die Investitionsauszahlungen anpassen kann und dadurch der resultierende WB steigt. Zur Verdeutlichung des Einflusses der Reserve wurde die mögliche Wertbeitragssteigerung anhand eines Fallbeispiels analysiert. Dabei zeigen die durchgeführten Sensitivitätsanalysen, dass der wertbeitragssteigernde Effekt besonders deutlich ist, wenn ein Unternehmen aktuell über hohe Mittel verfügt und zukünftige Mittel geringer bzw. unsicher sind und dadurch die zukünftige Investitionsfähigkeit gefährdet ist. In diesem Fall kann durch die Reserve die langfristige Finanzierung des IT-Investitionsvorhabens abgesichert und dessen WB gesteigert werden.

Daher sollten Unternehmen bei der Budgetierung längerfristiger IT-Investitionsvorhaben nicht nur die Investitionsauszahlungen der aktuellen Periode optimieren, sondern auch zukünftige Investitionsauszahlungen berücksichtigen und deren Finanzierung absichern. Daher sollte eine Abstimmung zwischen Finanz- und IT-Abteilung erfolgen, damit die notwendigen Mittel zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Dazu sollte ein langfristiges Optimierungskalkül zugrunde gelegt werden, bei dem neben IT-spezifischen Faktoren auch finanzielle Ertrags- und Risikoaspekte berücksichtigt werden. Auf dieser Basis können optimale langfristige Budgets bestimmt werden. Dabei sollte es einem IT-Projektmanager auch ermöglicht werden einen Teil des Budgets für Investitionsauszahlungen in Folgeperioden zu reservieren, ohne eine Budgetkürzung befürchten zu müssen.

Durch die getroffenen Annahmen und gewählten Parameter weist das Modell Schwächen bzw. Einschränkungen auf, die allerdings zugleich Raum für Erweiterungen im Rahmen zukünftiger Forschungsarbeiten bieten. So könnte für die Quantifizierung der Einzahlungen und Risiken Schätzverfahren entwickelt werden, die für verschiedene IT-Investitionen passende Funktionen auf Basis historischer Daten spezifizieren. Da der Fokus der Arbeit auf den finanziellen Aspekten der IT-Investitionen liegt, bleibt eine tiefergehende Analyse und Abbildung immaterieller Werte von IT-Investitionen künftiger Forschung vorbehalten. Da das auf bestehenden Ansätzen aufbaut und diese neu kombiniert, kann es keine fundamentale Weiterentwicklung dieser Ansätze leisten. Nichtsdestotrotz bietet das Modell einen Disziplinen-übergreifenden Ansatz, der im Rahmen weiterer Arbeiten empirisch validiert oder anhand eines realen Praxisbeispiels angewendet werden könnte (bspw. durch großzahlige empirische Untersuchungen oder Fallstudien).

Trotz der genannten Restriktionen kann der vorliegende Beitrag in einem ersten Schritt zeigen, dass eine Berücksichtigung finanzieller Rahmenbedingungen bei der Planung mehrperiodiger IT-Investitionen einen Beitrag zur Absicherung bzw. Erhöhung des resultierenden WB leisten kann.

Literatur

1. Almeida, H., Campello, M.: Financial Constraints, Asset Tangibility, and Corporate Investment. *Rev. Financ. Stud.*, 20, pp. 1429-1460 (2007)
2. Almeida, H., Campello, M., Weisbach, M. S.: Corporate financial and investment policies when future financing is not frictionless. *J. Corp. Fin.*, 17, pp. 675-693 (2011)
3. Banker, R. D., Chang, H., Kemerer, C. F.: Evidence on economies of scale in software development. *Inf. Soft. Techn.*, 36, pp. 275-280 (1994)
4. Banker, R. D., Kauffman, R. J.: The evolution of research on on information systems - A Fiftieth-Year Survey of the Literature in Management Science. *Manag. Sci.*, 50, pp. 281-298 (2004)
5. Bates, T. W., Kahle, K. M., Stulz, R. M.: Why do U.S. Firms Hold So Much More Cash than They Used To? *J. Fin.*, 64, pp. 1985-2021 (2009)
6. Boehm, B., Clark, B., Horowitz, E., Westl, C., Madachy, R., Selby, R.: Cost models for the future life cycle processes: COCOMO 2. *An. Softw. Eng.*, 1, pp. 57-94 (1995)
7. Boyle, G. W., Guthrie, G. A.: Investment, Uncertainty, and Liquidity. *J. Fin.*, 58, pp. 2143-2166 (2003)
8. Brynjolfsson, E., Hitt, L.: Information Technology As A Factor Of Production: The Role Of Differences Among Firms. *Eco. Innov. New Tech.*, 3, pp. 183-200 (1995)
9. Brynjolfsson, E., Hitt, L. M.: Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *Rev. Econ. Stat.*, 85, pp. 793-808 (2003)
10. Brynjolfsson, E., Hitt, L. M., Yang, S.: Intangible Assets: Computers and Organizational Capital. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002, pp. 137-181 (2002)
11. Brynjolfsson, E., Yang, S.: The Intangible Benefits and Costs of Investments: Evidence from Financial Markets. *ICIS 1997 Proc.*, Paper 10, pp. 147-166 (1997)
12. Campello, M., Giambona, E., Graham, J. R., Harvey, C. R.: Liquidity Management and Corporate Investment During a Financial Crisis. *Rev. Financ. Stud.*, pp. 1944-1979 (2011)
13. Cleary, S.: The Relationship between Firm Investment and Financial Status. *J. Fin.*, 54, pp. 673-692 (1999)
14. Copeland, T. E., Weston, J. F., Shastri, K.: *Financial Theory and Corporate Policy*. 4th. Pearson Education Inc., Boston, MA (2005)
15. Dedrick, J., Gurbaxani, V., Kraemer, K. L.: Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Comp. Surv.*, 35, pp. 1-28 (2003)
16. Dewan, S., Shi, C., Gurbaxani, V.: Investigating the Risk-Return Relationship of Information Technology Investment: Firm-Level Empirical Analysis. *Manag. Sci.*, 53, pp. 1829-1842 (2007)
17. Fama, E. F.: Risk-adjusted discount rates and capital budgeting under uncertainty. *J. Financ. Econ.*, 5, pp. 3-24 (1977)
18. Ferreira, M. A., Vilela, A. S.: Why Do Firms Hold Cash? Evidence from EMU Countries. *Eur. Financ. Manag.*, 10, pp. 295-319 (2004)
19. Franke, G., Hax, H.: *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*. 6. Springer, Berlin (2009)

20. Gamba, A., Triantis, A.: The Value of Financial Flexibility. *J. Fin.*, 63, pp. 2263-2296 (2008)
21. Häckel, B., Hänsch, F.: Managing an IT Portfolio on a Synchronized Level or: The Costs of Partly Synchronized Investment Valuation. *Dec. Sci.*, 23, pp. 388-412 (2014)
22. Krčmar, H.: *Informationsmanagement*. 5. Springer, Berlin (2010)
23. Kruschwitz, L., Husmann, S.: *Finanzierung und Investition*. 6th. Oldenbourg, München (2010)
24. Maizlish, B., Handler, R.: *IT (Information Technology) Portfolio Management Step-by-Step: Unlocking the Business Value of Technology*. 1st. Wiley, Hoboken (2005)
25. Perridon, L., Steiner, M., Rathgeber, A.: *Finanzwirtschaft der Unternehmung*. 15th. Vahlen, Munich (2009)
26. Gartner Says EMEA Enterprise IT Spending in Euros Will Decline 1.4 Percent in 2011 and Grow Only 2.3 Percent in 2012, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1841115>
27. Potthof, I.: Empirische Studien zum wirtschaftlichen Erfolg der Informationsverarbeitung. *WIRTSCHAFTSINF.*, 40, pp. 54-65 (1998)
28. Röder, K., Müller, S.: Mehrperiodige Anwendung des CAPM im Rahmen von DCF-Verfahren. *FB.*, pp. 225-233 (2001)
29. Ross, J. W., Beath, C. M.: Beyond the business case: New approaches to IT investment. *MIT Sloan Manag. Rev.*, 43, pp. 51-59 (2002)
30. Santhanam, R., Kyparisis, G. J.: A decision model for interdependent information system project selection. *Eur. J. Oper. Res.*, 89, pp. 380-399 (1996)
31. Schwartz, E. S., Zozaya-Gorostiza, C.: Investment under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects. *Manag. Sci.*, 49, pp. 57-70 (2003)
32. Schwetzler, B.: Unternehmensbewertung unter Unsicherheit - Sicherheitsäquivalent- oder Risikozuschlagsmethode? *Z. betriebswirt. Forsch.*, 52, pp. 469-486 (2000)
33. Shleifer, A., Vishny, R. W.: Liquidation Values and Debt Capacity: A Market Equilibrium Approach. *J. Fin.*, 47, pp. 1343-1366 (1992)
34. Modernization: Clearing a Pathway to Success, <http://www.standishgroup.com/newsroom/modernization.php>
35. Trends in IT Investments, <http://www.standishgroup.com/newsroom/investments.php>
36. Steiner, M., Bruns, C.: *Wertpapiermanagement*. 9th. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart (2007)
37. Stiglitz, J. E.: *Economics*. W W Norton & Company, New York, London (1993)
38. Urbach, N., Smolnik, S., Riempp, G.: Der Stand der Forschung zur Erfolgsmessung von Informationssystemen - Eine Analyse vorhandener mehrdimensionaler Ansätze. *WIRTSCHAFTSINF.*, 54, pp. 363-375 (2009)
39. Verhoef, C.: Quantifying the value of IT-investments. *Sci. Comp. Prog.*, 56, pp. 315-342 (2005)
40. Walter, S. G., Spitta, T.: Approaches to the Ex-ante Evaluation of Investments into Information Systems. *WIRTSCHAFTSINF.*, 46, pp. 171-180 (2004)
41. Wehrmann, A., Heinrich, B., Seifert, F.: Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern. *WIRTSCHAFTSINF.*, 48, pp. 234-245 (2006)
42. Wehrmann, A., Zimmermann, S.: Integrierte Ex-ante-Rendite-/ Risikobewertung von IT-Investitionen. *WIRTSCHAFTSINF.*, 47, pp. 247-257 (2005)
43. Weill, P., Broadbent, M.: *Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology*. Harvard Business School Press (1998)