



Universität Augsburg
Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl
Kernkompetenzzentrum
Finanz- & Informationsmanagement
Lehrstuhl für BWL, Wirtschaftsinformatik,
Informations- & Finanzmanagement

UNIA
Universität
Augsburg
University

Diskussionspapier WI-140

Integrierte Ex-ante-Rendite-/ Risikobewertung von IT-Investitionen

von

Alexander Wehrmann, Steffen Zimmermann

Juni 2004

in: Wirtschaftsinformatik, 47, 4, 2005, S. 247-257

Key findings

In this paper an approach for the ex ante evaluation of software development projects regarding both risk and return is presented. The valuation of a real IT project is used to exemplify the model.

- Due to the specific properties of IT-investments the effectiveness of traditional methods applied to the evaluation of IT investments is limited.
- The impact of development aspects (e. g. the process model used) and the project size on the risk-return position of IT projects is demonstrated.
- Measuring the project value solely according to its net present value tends to result in risk-return positions with high risk.
- Companywide given standardized process models can lead to disadvantageous project values depending on the company's CMM level.

Keywords: Valuation, IT-Investments, Risk-/Return-Valuation, Software Development

Kernpunkte

In diesem Beitrag wird ein Modell zur ex ante Bewertung von Softwareentwicklungsprojekten vorgestellt, welches eine integrierte Rendite-/Risiko-Betrachtung erlaubt. Die Anwendung des Modells und dessen Vorzüge und Limitationen werden anhand der Bewertung eines IT-Projekts veranschaulicht.

- Traditionelle Methoden zur Investitionsbewertung eignen sich nur bedingt zur Bewertung von IT-Projekten.
- Entwicklungsnahe Entscheidungen und die Projektgröße beeinflussen die Rendite-/Risiko-Position eines Projektes maßgeblich. Hieraus ergeben sich Gestaltungsspielräume zur Maximierung des Projektwertes.
- Die heute übliche Praxis, Projekte im Wesentlichen nur nach ihrem Kapitalwert zu beurteilen, führt zu Kapitalwert-/Risikopositionen mit hohem Risiko.
- Abhängig vom CMM-Level können Unternehmensweit vorgegebene, standardisierte Vorgehensweisen nachteilig sein.

Stichworte: Bewertung, IT-Investitionen, Rendite-/Risiko-Bewertung, Softwareentwicklung

Integrierte Ex-ante-Rendite-/ Risikobewertung von IT-Investitionen

Ein Modell zur Bewertung von IT-Projekten unter Berücksichtigung von Handlungsspielräumen zur Beeinflussung der Rendite-/Risikoposition

Alexander Wehrmann, Steffen Zimmermann

Universität Augsburg

Lehrstuhl für BWL, Wirtschaftsinformatik und Financial Engineering
Kernkompetenzzentrum IT & Finanzdienstleistungen, 86135 Augsburg

E-Mail: {alexander.wehrmann|steffen.zimmermann}@wiwi.uni-augsburg.de

Management Summary

In Unternehmen werden regelmäßig Entscheidungen über IT-Projekte getroffen mit dem Ziel, den Nutzen dieser Investitionen zu maximieren. Vor dem Hintergrund, dass rund zwei Drittel der IT-Projekte den prognostizierten Nutzen nicht erreichen, wird die Notwendigkeit einer ex ante Bewertung von Softwareentwicklungsprojekten, in der Rendite- und Risikogesichtspunkte gleichermaßen berücksichtigt werden, deutlich. Zu diesem Thema existieren bisher nur wenige Beiträge. Anhand zweier ausgewählter Aktionsvariablen – Projektumfang und Strukturierungsgrad der Projektumsetzung – wird erläutert, wie eine integrierte Rendite-/Risikobetrachtung erfolgen kann und wie sich die Rendite-/Risikoposition eines IT-Projektes beeinflussen lässt. Dieser Gestaltungsspielraum lässt sich bei der Auswahl, Priorisierung und Optimierung von IT-Investitionen nutzen.

In enterprises decisions whether to undertake investments into IT projects or not have to be made regularly. Regarding the fact that two out of three IT projects fail or do not reach their expected value the need for an integrated valuation which addresses returns and connected risks is evident. The impact of development aspects (e. g. the process model used) and project size on the risk-return position of IT projects is demonstrated and it is shown how this can be taken into account when valuing, optimizing and selecting IT investments.

Ein Ansatz zur integrierten Rendite-/Risikobewertung von IT-Investitionen

Ein Modell zur Bewertung von IT-Projekten unter Berücksichtigung von Handlungsspielräumen zur Beeinflussung der Rendite-/Risikoposition

1 Einleitung

Die Abbruchrate der größten IT-Projekte überschreitet das Ausfallrisiko der schlechtesten junk bonds [Verh02]. Dies wird durch die viel zitierten Berichte der „Standish Group“, die IT-Projekte in amerikanischen Unternehmungen untersucht hat, bestätigt [Stan01]. Danach wurden im Jahr 2000 nur 28% der IT-Projekte innerhalb der geplanten Zeit, des geplanten Budgets und mit allen geplanten Funktionalitäten abgeschlossen. Auch in Deutschland sehen die Ergebnisse gemäß einer Studie der Droege & Company GmbH nicht besser aus: Mehr als die Hälfte aller geplanten Projekte erreichen ihr Ziel nicht [Gaul03].

Die Problematik, dass IT-Projekte den prognostizierten Nutzen nicht erreichen, ist nicht neu und wurde bereits in den 80er Jahren geschildert [Boeh87] und es ist deshalb nicht anzunehmen, dass sich dieser Sachverhalt in absehbarer Zeit ändert. Verändert hingegen hat sich die Relevanz der IT – ihr Einfluss auf Veränderungen in Unternehmungen ist heute bedeutend [BoSu00] und die Forderung nach einer a priori Bewertung geplanter IT-Projekte unter Berücksichtigung der damit verbundenen Risiken nachvollziehbar (vgl. [Snee03]).

Gemäß einer Umfrage der IBM aus dem Jahre 2001 verfügen 80% der befragten Unternehmungen über keine klar definierte Vorgehensweise zur Bewertung geplanter IT-Projekte [GIBH01]. Obgleich sich dieser Anteil inzwischen etwas verringert haben dürfte, stellt sich vor dem Hintergrund, dass mehr als die Hälfte der IT-Budgets für nicht wahlfreie Leistungen (Wartung, Betrieb und Service) ausgegeben werden [Data02] und angesichts der hohen Risiken die Frage, ob die bisher eingesetzten Verfahren in der Lage sind, IT-Projekte adäquat zu bewerten.

Die Rendite-/Risikoposition von IT-Projekten, die – wie dargelegt wird – u. a. vom Projektumfang und der Art der Projektumsetzung (z. B. chaotisch oder wohl strukturiert) abhängt, ist gestaltbar. Daraus ergeben sich Handlungsalternativen, die sich bei der Auswahl und Priorisierung von IT-Investitionen nutzen lassen.

Im Beitrag wird anhand eines möglichen funktionalen Zusammenhangs, der die Grundlage quantitativen IT-Portfoliomanagements unter Rendite-/Risikoaspekten widerspiegeln kann, skizziert, wie sich dieser Handlungsspielraum explizit adressieren lässt. Dazu wird im zweiten Kapitel, ausgehend vom Status quo der IT-Projektbewertung, die Beeinflussbarkeit der Rendite-/Risikoposition erläutert. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst, kritisch beleuchtet und sich ergebende Forschungsfragen abgeleitet.

2 Bewertung von IT-Projekten: Anforderungen und Status quo

Die Bewertung von Projekten ist i. A. Bestandteil der strategischen Projektplanung, deren Aufgaben die Sammlung von Projektvorschlägen, die Bewertung und Auswahl der Alternativen und die Analyse der Ressourcenverfügbarkeit umfasst. Projektvorschläge werden sowohl von der Unternehmensleitung als auch von verschiedenen Fachbereichen in den Planungsprozess eingesteuert [Fied01]. Bei knappen Ressourcen lassen sich nicht alle Vorschläge realisieren. Deshalb sind im ersten Schritt operativ zwingend notwendige (z. B. aufgrund gesetzlicher Vorgaben) und als strategisch notwendig erachtete Projekte („*Muss-Projekte*“) zu selektieren. Wie die verbleibenden Ressourcen auf die übrigen Projektalternativen zu verteilen sind, wird anhand eines Entscheidungsmodells bestimmt (vgl. z. B. [ScSL99; Stad00]).

Klassische Verfahren zur Bewertung von Sachinvestitionen werden auf die IT-Projektbewertung übertragen, ohne deren Anwendbarkeit zu prüfen [DoSc94]. Dass diese Verfahren den Anforderungen an die Bewertung von IT-Projekten offensichtlich nicht genügen, wird damit begründet, dass sich mit den traditionell verwendeten Methoden die Dynamik und das Risiko von IT-Projekten nicht adäquat berücksichtigen lässt (z. B. [ScBo01; Verh02]). Es wird zwar gefordert, die Risiken von IT-Projekten frühzeitig zu identifizieren und diese in die Bewertung einzubeziehen [Vers03; JeLe04; Gaul03], die integrierte Rendite-/Risikobetrachtung und -bewertung findet dennoch meist nur in Ausnahmen statt (vgl. z. B. [JeLe04; WaSp04]).

Neben der rein wirtschaftlichen Notwendigkeit, Risiken von IT-Investitionen bei der Bewertung zu berücksichtigen, lässt sich aus der Tatsache, dass die IT unternehmensübergreifend wirkt [ÖsBH92], auch eine gesetzliche Notwendigkeit, Risiken zu messen und zu bewerten, aus einer Reihe rechtlicher Regelungen und Vereinbarun-

gen (u. a. KonTraG, KWG, Basel II, Sarbanes-Oxley) ableiten. Folglich müsste auch das Risikomanagement von IT-Projekten in das gesamtunternehmerische Risikomanagement eingebunden werden.

Grundsätzlich lassen sich „qualitative“ und quantitative Entscheidungsmodelle unterscheiden. Ein Vertreter der so genannten „qualitativen“ Verfahren ist die Nutzwertanalyse. Mittels qualitativer Kriterien wird versucht, Nutzen und ggf. Risiken von IT-Projekten abzuschätzen (vgl. [Karg00; DeSc00; Stad00]). Unbenommen der Einfachheit und Vorteilhaftigkeit dieser Verfahren bei Vorliegen dominanter Alternativen bleibt die Vergleichbarkeit der quantifizierten Ausprägungen und Gewichte nicht-dominanter Alternativen sowie die Interpretation der *scores* problematisch.

Die starke Verankerung der wertorientierten Unternehmungsführung hat zur Folge, dass die Zielerreichung einer Investition letztlich in ihrem Beitrag zur Sicherung oder Steigerung des Unternehmungswertes gemessen wird. D. h., eine generelle Quantifizierung durch finanzwirtschaftliche Größen erfolgt früher oder später ohnehin auf höherer Ebene oder seitens des Marktes (z. B. Börsen). Daher scheint die finanzwirtschaftliche Quantifizierung mittels bewertungsunabhängiger Größen (Cashflows) von Beginn an vorteilhaft und angemessen. Durch den Einsatz klassischer Verfahren (z. B. der Kapitalwertmethode) wird versucht, der Forderung nach quantitativen finanzwirtschaftlichen Größen Rechnung zu tragen [DoSc94]. Die Berücksichtigung der Investitionsrisiken erfolgt hierbei durch die risikoadjustierte Abzinsung der unsicheren, erwarteten Einzahlungsüberschüsse oder deren Multiplikation mit einem Sicherheitsäquivalenzkoeffizienten. Wie bereits [Moon76] beschreibt, führt die undifferenzierte Verwendung konstanter risikoadjustierter Zinsfüße oder Sicherheitsäquivalenzkoeffizienten für unterschiedliche Projekte jedoch zu falschen Ergebnissen. Daraus ergibt sich die Forderung nach einer projektspezifischen Risikobetrachtung.

Als Zwischenergebnis lässt sich festhalten, dass eine quantitative Bewertungsmethode Verwendung finden und eine projektspezifische und integrierte Rendite-/Risiko-Betrachtung erfolgen sollte. Wie sich die einleitend beschriebene Rendite-/Risiko-position eines IT-Projekts beeinflussen lässt, wird nachfolgend beschrieben.

2.1 Rendite-/Risikoposition von IT-Projekten

Bei der Beurteilung von Finanzinvestitionen (z. B. in Wertpapiere) ist die integrierte Rendite-/Risikobetrachtung etablierter Standard. Während Renditeerwartung und Risiko einzelner Wertpapiere zumindest für kleine Anleger (ohne nennenswerte Einflussmöglichkeit über große Transaktionsvolumina, Aufsichtsratsmandate oder in Hauptversammlungen) nicht beeinflussbare Größen darstellen, d. h. der Investor kann nur darüber entscheiden, welche Wertpapiere er in welcher Menge in sein Portfolio nimmt, ist die Rendite-/Risikoposition eines IT-Projekts gestaltbar.

Dem Investor stehen meist viele Investitionsalternativen, die sich in ihren spezifischen Eigenschaften unterscheiden, zur Auswahl. Ross und Beath bspw. klassifizieren IT-Projekte anhand der Dimensionen *strategische Zielsetzung* und *technologische Ausrichtung* und charakterisieren vier grundsätzliche Projekttypen: Prozessverbesserungen, Experimente, Erneuerungen und Transformationen [RoBe02]. Sie argumentieren die Verwendung potenziell unterschiedlicher Bewertungsmethoden für jeden Projekttyp. Die im Folgenden vorgestellte Bewertungsmethode adressiert insbesondere die Entwicklung betrieblicher Anwendungen, die nach Ross und Beath Prozessverbesserungen oder Experimenten entsprechen [RoBe02]. Zunächst werden zwei Aktionsvariablen vorgestellt, die Einfluss auf die Rendite-/Risikoposition eines derartigen Projektes haben. Darauf aufbauend wird im dritten Kapitel ein Entscheidungsmodell zur Bestimmung der Aktionsvariablen abgeleitet.

Eine *produktbezogene* Aktionsvariable lässt sich aus den häufig geführten Diskussionen um einen Verzicht auf einzelne Funktionalitäten (z. B. auf „Nice-to-have“-Funktionalitäten) oder ganze Anwendungsteile ableiten [DoSc94]. Viele Quellen beschreiben den Einfluss des Projektumfangs einerseits auf die Rendite eines IT-Projekts und andererseits auf das Projektrisiko (bspw. [Verh02; Boeh81]). Eine produktbezogene, als **Projektumfang** (PU) bezeichnete Aktionsvariable wird deshalb in das Modell zur Bewertung von IT-Investitionen aufgenommen.

Die zweite Aktionsvariable ist *prozessbezogen* und ergibt sich aus der Art und Weise der Projektumsetzung. Anerkannt ist die Notwendigkeit strukturierter, methodisch fundierter Vorgehensweisen bei der Anwendungsentwicklung (vgl. [Some01]). Dies bezieht sich auf Fragen der Systemarchitektur, des Vorgehensmodells, aber auch auf

die Projektorganisation und -planung. In der Praxis werden Entscheidungen über die Vorgehensweise bei der Projektumsetzung – obwohl diese sich in ihrem Aufwand und in ihrem Beitrag zur Risikominimierung maßgeblich unterscheiden – meist unabhängig von der Frage der Investitionsbewertung und -entscheidung getroffen. Als weitere, von einer konkreten Vorgehensweise abstrahierende, prozessbezogene Aktionsvariable geht deshalb der **Strukturierungsgrad** (SG) des Vorgehens in das Entscheidungsmodell ein.

Beide o. g. Einflussfaktoren lassen sich verfeinern und darüber hinaus existieren auch weitere Faktoren mit Einfluss auf die Rendite-/Risikoposition. Um die modellgestützte Analyse überschaubar und den Modellrahmen einfach zu halten, werden hier keine zusätzlichen Faktoren berücksichtigt. Auf Basis der zwei beschriebenen Aktionsvariablen wird im folgenden Abschnitt modellgestützt eine Vorgehensweise zur ex ante Gestaltung und Bewertung von IT-Investitionen hergeleitet. Die grundsätzliche Vorgehensweise lässt sich später beliebig verfeinern.

3 Modell zur IT-Projektbewertung

Zur Herleitung einer geeigneten Bewertungsfunktion zur Selektion und Allokation von IT-Projekten (unter einer integrierten Rendite-/Risikobetrachtung) sind einige grundlegende Annahmen notwendig.

3.1 Allgemeine Annahmen und geforderte Eigenschaften der Bewertung

Wie in Kapitel 2 begründet wurde, soll bei der Bewertung von IT-Projekten auf bewertungsunabhängige Größen zurückgegriffen werden. Hier bieten sich Cashflows bzw. deren Kapitalwerte, die aus der risikolosen Diskontierung der unsicheren Einzahlungsüberschüsse zukünftiger Perioden resultieren, an.

(A1) Die Kapitalwerte der Projekte $i=1,\dots,N$ sind unsicher und werden durch normalverteilte, unabhängige $(N(\mu, \sigma))$ Zufallsvariablen Z_i ($i=1,\dots,N$) repräsentiert.

Je größer das mit dem Projekt verbundene Risiko, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, den erwarteten Kapitalwert nicht zu erreichen. Zur Beschreibung der Abwei-

chung vom Erwartungswert einer Verteilung dienen Streuungsmaße. Daher liegt es nahe, auf sie auch als Risikomaß zurückzugreifen [FrHa99].

(A2) Das Projektrisiko wird als Möglichkeit einer negativen oder positiven Zielabweichung der realisierten Kapitalwerte z_i von deren Erwartungswert $\bar{z}_i = E(Z_i)$ verstanden.

(A3) Die Lage- und Streuungsparameter für die Kapitalwerte Z_i sind bekannt.

Die Annahme der Kenntnis der Lage- und Streuungsparameter gründet darauf, dass bereits heute Risiken und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten abgeschätzt werden. In Verbindung mit der pragmatischen Annahme multivariater Normalverteilungen (vgl. [BaCo02]), wird die Behandlung der Risiken erheblich vereinfacht und es lassen sich verhältnismäßig leicht die zugehörigen Varianzen ermitteln.

Bei Entscheidungsmodellen unter Unsicherheit ist es möglich, sich der Entscheidungstheorie gemäß (A4) zu bedienen:

(A4) Der Wert eines Projekts soll unter Berücksichtigung der individuellen Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers bestimmt werden (Bernoulli-Prinzip). Es wird ein risikoaverser Entscheider angenommen.

Bewertungsfunktionen, die als fachliche Basis wertorientierter Entscheidungsunterstützungssysteme zum Zwecke der Rendite-/Risikosteuerung dienen, sollten darüber hinaus folgende Eigenschaften aufweisen [Huth03]:

(E1) Der Wert V_i eines Projekts i ist das Ergebnis einer deterministischen Funktion v des erwarteten Kapitalwertes \bar{z}_i und des Risikos σ_i^2 eines Projekts:
$$V_i = v(\bar{z}_i, \sigma_i).$$

(E2) Der Wert eines sicheren Projekts (Risiko $\sigma_i^2 = 0$) entspricht seinem erwarteten Kapitalwert: $V_i = v(\bar{z}_i, 0) = \bar{z}_i$.

3.2 Bewertungsfunktion

Für die Bewertungsfunktion wird auf eine (μ, σ) -Regel zurückgegriffen, die sich speziell zur Analyse des Verhaltens risikoaverser Investoren bewährt haben (vgl. z. B. [StBr00; BaCo02]). In der Literatur wird häufig die Bernoulli-Nutzenfunktion $u(x) = 1 - e^{-ax}$ verwendet [BaCo02; FrHa99], wobei der Parameter a dem Arrow-Pratt-Maß entspricht und den Risikoaversionsgrad ausdrückt. Es lässt sich nachweisen, dass bei normalverteilten Zufallsvariablen und der beschriebenen Bernoulli-Nutzenfunktion nur ein Präferenzfunktional vom Typ $\phi(\mu, \sigma) = \mu - \frac{a}{2}\sigma^2$ mit dem in (A4) geforderten Bernoulli-Prinzip verträglich ist [Schn67]. Auf das Anwendungsbeispiel angewandt, ergibt sich daher als Bewertungsfunktion:

$$V_i = v(\bar{z}_i, \sigma_i) = \bar{z}_i - \frac{a}{2}\sigma_i^2 \quad (1)$$

Sie erlaubt die Ermittlung des Wertes eines IT-Projekts bei integrierter Berücksichtigung von Kapitalwert \bar{z}_i und Risiko σ_i^2 (vgl. (E1)), wobei sich bei einer risikolosen Investition ein Wert in Höhe des erwarteten Kapitalwertes (vgl. (E2)) ergibt. Das Risiko kann hierbei verstanden werden als Ausmaß der Abweichung von einer Zielgröße, oder als notwendige Risikoprämie, die zu entrichten ist.

3.3 Einfluss der Aktionsvariablen auf die Kapitalwert-/Risikoposition eines isolierten Einzelprojekts

Es wird ein isoliertes Einzelprojekt i betrachtet, dessen Projektwert V_i durch eine optimale Bestimmung der Aktionsvariablen maximiert werden soll. Wie in Kapitel 2.1 angedeutet und nachfolgend näher erläutert, haben die Aktionsvariablen PU und SG, die im Folgenden durch die Variablen b_i bzw. d_i repräsentiert werden, wesentlichen Einfluss auf die Zufallsvariable Z_i , d. h. auf den erwarteten Projektkapitalwert \bar{z}_i und dessen Varianz σ_i^2 .

3.3.1 Erwarteter Kapitalwert und Risiko in Abhängigkeit des Projektumfangs

Empirische Untersuchungen zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen PU und dem erwarteten Kapitalwert \bar{z}_i bzw. dem Projektrisiko σ_i^2 eines Einzelprojekts i auf:

Bereits vielfach beschrieben ist, dass mit steigendem PU zunächst sowohl der erwartete Kapitalwert \bar{z}_i , als auch die Varianz σ_i^2 steigen. Der Verlauf des erwarteten Kapitalwertes \bar{z}_i in Abhängigkeit vom PU ist konkav. Mit steigendem PU werden zusätzliche Funktionalitäten umgesetzt, deren Beitrag zum erwarteten Kapitalwert zunächst positiv ist. Ab einem gewissen PU jedoch überwiegen die Grenzauszahlungen die Grenzeinzahlungen (beschrieben in [Verh02; Boeh81]). Alle möglichen, gewünschten oder geplanten Funktionalitäten zu erfassen und umzusetzen ist deshalb häufig ökonomisch nicht sinnvoll.

Weniger intuitiv ist auf den ersten Blick die Zunahme der Varianz (Risiko) der Kapitalwerte mit steigendem PU, wie sie bspw. [Verh02] beschreibt. Offensichtlich nimmt mit steigendem PU die Komplexität des Projekts zu. Die Zunahme der Anzahl der zu koordinierenden Mitarbeiter, Einheiten, Klassen etc. erhöht nicht nur die Komplexität, sondern erschwert gleichzeitig die Aufwandsschätzung (weil bspw. der Aufwand für wichtige Funktionen vergessen oder unterschätzt wird). Damit erhöht sich das Risiko, dass der realisierte vom erwarteten Kapitalwert abweicht. Weiter ist zu erwarten, dass größere Projekte zudem mit einem längeren Planungshorizont einhergehen. Je weit reichender die Investitionsplanung ist, desto größer ist der Teil an Zahlungen, die erst in Zukunft anfallen und damit die Unsicherheit über deren Höhe und Zeitpunkt. Mit zunehmendem PU und zunehmender Projektdauer wird deshalb die Abschätzung der erwarteten Zahlungen unsicherer. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Unsicherheit mit steigendem PU in steigendem Maße zunimmt, also durch einen konvexen Verlauf gekennzeichnet ist (vgl. [Verh02]). In der Praxis zeigt sich dies darin, dass viele Unternehmungen Projekte mit langem Zeithorizont meiden.

Während zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen Projektgröße und Projektwert bzw. -risiko unterschiedliche Metriken (z. B. Lines of Code, Function-Points

oder Object-Points) Verwendung finden, wird nachfolgend von einer konkreten Metrik abstrahiert.

Jede Veränderung des PU von einem Wert b_i^1 zu einem Wert b_i^2 führt unter den gegebenen Annahmen zu einer Änderung des erwarteten Kapitalwertes \bar{z}_i und des damit verbundenen Projektrisikos σ_i^2 und deshalb zu einer Änderung des Projektwertes. Wird jede Änderung des PU (b_i) als lineare, die Normalverteilungsannahme erhaltende Transformationen dargestellt, lassen sich mittels multipler linearer Transformationen quasi-kontinuierlich ansteigende b_i -Werte und damit der erwartete Kapitalwert und die Varianz in Abhängigkeit von b_i darstellen (vgl. Bild 1). Somit kann (A5) formuliert werden:

(A5) Der PU b_i sei skalierbar, wobei $b_i = 0$ bedeutet, dass das Projekt de facto nicht durchgeführt wird und $b_i = 1$ den maximalen PU kennzeichnet. Der erwartete Kapitalwert \bar{z}_i sei eine stückweise stetige Funktion des PU mit konkavem Verlauf. Weiter sei die Varianz eine Funktion des PU, die durch einen konvexen Verlauf gekennzeichnet ist. Dieses, durch den PU induzierte Risiko sei als projektimmanentes Nutzenrealisierungsrisiko bezeichnet.

Ein Projekt i , welches nicht durchgeführt wird, hat einen Projektwert von $V_i = 0$. Projekte, die, falls sie nicht durchgeführt werden, prohibitiv hohe Opportunitätskosten verursachen (also $V_i < 0 \mid b_i = 0$), werden als „Muss-Projekte“ aufgefasst und sind nicht Teil der Betrachtung (vgl. Kap. 2). Weiter muss die Bewertungsfunktion demzufolge der Eigenschaft (E4) genügen:

(E4) Bei einem PU von $b_i = 0$ gilt: $V_i(\bar{z}_i, \sigma_i) = 0$, $\bar{z}_i(0) = 0$ und $\sigma_i^2(0) = 0$. Wird das Projekt nicht durchgeführt, sind projektimmanentes Risiko und erwarteter Kapitalwert gleich Null.

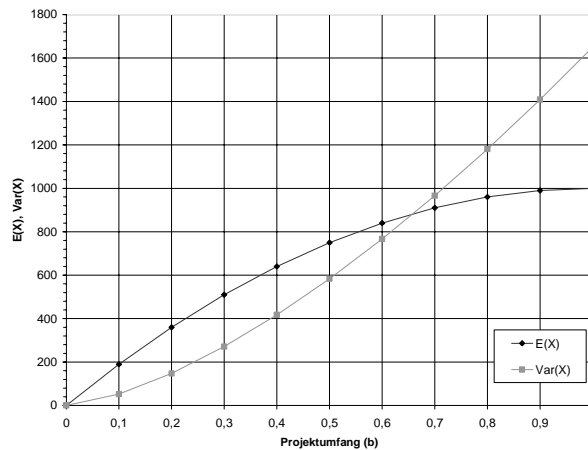


Bild 1 Beispielhafte Entwicklung von $E(Z_i)$ und $Var(Z_i)$ bei Veränderung von b_i

3.3.2 Erwarteter Kapitalwert und Risiko in Abhängigkeit vom Strukturierungsgrad

Nachdem der Zusammenhang zwischen PU und erwartetem Kapitalwert bzw. Projektrisiko erläutert wurde, wird der Einfluss des SG d_i auf ein Einzelprojekt erläutert. Voraussetzung, um den erwarteten Projektkapitalwert generieren zu können, ist die Entwicklung einer Software, die den definierten Anforderungen gerecht wird und innerhalb der geplanten Zeit und des geplanten Budgets fertig gestellt wird. Um dieses Ziel zu erreichen, wird ein wohldefinierter und nachvollziehbarer Entwicklungsprozess (Vorgehensmodell) gefordert, der als entscheidend für die Entwicklung „fehlerfreier“ Software gilt [Some01]. Hinsichtlich des Vorgehensmodells werden unterschiedliche, mehr oder weniger stark strukturierte Vorgehensweisen propagiert (von eXtreme Programming bis hin zum Industriestandard Rational Unified Process). Zahl und Art der Aktivitäten, die den Softwareentwicklungsprozess kennzeichnen, beeinflussen den Projektaufwand und das Risiko wesentlich [PaSR03] – und folglich auch den Projektwert, das Aggregat aus Kapitalwert und Risiko. Entwicklungsnahe Entscheidungen werden jedoch meist in einem „economics-independent flatland“ [BoSu00] getroffen. Zwar wird der SG der Vorgehensweise (z. B. Vorgehensmodell) z. T. an die projektspezifischen Risiken angepasst, er wird jedoch nicht bei der Bewertung und Selektion der Projekte berücksichtigt: Entwicklungsnahe, wertbeeinflussende Entscheidungen sollten in die Projektbewertung einbezogen werden. Analog der Argumentation hinsichtlich des PU wird davon ausgegangen, dass auch eine Verände-

ung des SG d_i eine stückweise stetige Veränderung des zufälligen Kapitalwertes Z_i bedingt (vgl. Bild 2).

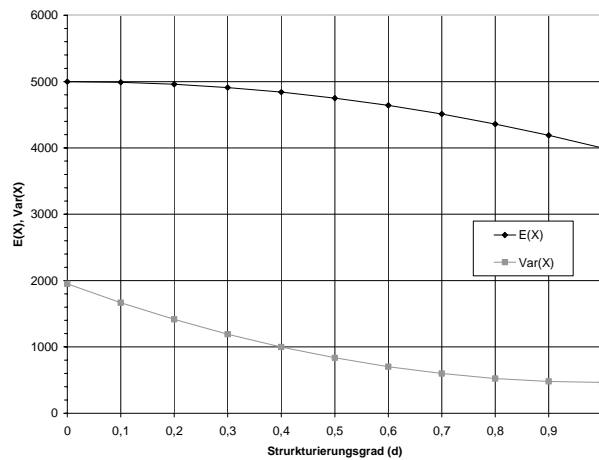


Bild 2 Beispielhafte Entwicklung von $E(Z_i)$ und $Var(Z_i)$ bei Veränderung von d_i

(A6) Der projektspezifische SG wird durch d_i ausgedrückt, begrenzt durch die zwei (theoretischen) Extrema $d_i = 0$, das ein völlig unstrukturiertes Vorgehen und $d_i = 1$, das ein maximal strukturiertes Vorgehen kennzeichnet. Der erwartete Kapitalwert $\bar{z}_i(b_i, d_i)$ und die Varianz $\sigma_i^2(b_i, d_i)$ seien zusätzlich (vgl. (A4)) auch vom SG d_i abhängig. Es ist sinnvoll, zuerst die Strukturierungsanstrengungen (z. B. die Methode zur Anforderungsanalyse) umzusetzen, die den größten Beitrag zu Risikoreduktion liefern und die größten Risikotreiber eliminieren. Damit ergibt sich hinsichtlich des Risikos ein konvexer Verlauf. Mit steigendem SG lässt sich das Umsetzungsrisiko zwar stetig reduzieren, die dafür notwendigen Auszahlungen steigen jedoch überproportional an und folglich nimmt der Projektkapitalwert immer stärker ab (konkaver Verlauf). Da gleichzeitig auch Risiko eliminiert wird, kann der Projektwert insgesamt dennoch zunehmen.

Für die Bewertungsfunktion werden zusätzliche folgende Eigenschaften gefordert:

(E5) Mit zunehmendem SG nimmt das projektspezifische Umsetzungsrisiko c. p. stetig ab, bis ein Restrisiko ε_i erreicht ist, welches sich auch durch die Maximierung des SG auf $d_i = 1$ nicht eliminieren lässt.

- (E6)** Es ist einsichtig, dass sich bei Veränderung des PU b_i c. p. auch die Strukturierungsauszahlungen und das Strukturierungsrisiko verändern, sodass an die Bewertungsfunktion zusätzlich die Eigenschaft gestellt wird, dass c. p. die Strukturierungsauszahlungen und das Strukturierungsrisiko mit steigendem PU b_i monoton zunehmen.

3.3.3 Gesamtzusammenhang

Ausgangspunkt der Betrachtungen war eine Bewertungsfunktion vom Typ $V_i = v(\bar{z}_i, \sigma_i) = \bar{z}_i - \frac{a}{2} \sigma_i^2$ (vgl. 3.2). Mit den bisher getroffenen Annahmen, lässt sich die Bewertungsfunktion für ein Einzelprojekt als Funktion von PU und SG $V_i = \bar{z}_i(b_i, d_i) - \frac{a}{2} \sigma_i^2(b_i, d_i)$ darstellen. In der Sache begründet liegt das besondere Interesse an Lösungen, die einen positiven Projektwert generieren. Betrachtungsgegenstand ist deshalb insbesondere der Teil des Definitionsbereiches für den gilt: $V_i(b_i, d_i) > 0$.

Nachdem eine im Definitionsbereich zumindest abschnittsweise stetige Funktion vorliegt, die im Definitionsbereich ihr Maximum annehmen muss, existiert mindestens ein zugehöriges Wertepaar der Aktionsvariablen (b_i^*, d_i^*) mit der Eigenschaft, dass $V_i(b_i^*, d_i^*) = V_i^{\max}$. Zur Bestimmung der Eindeutigkeit des Maximums, ist es hinreichend zu zeigen, dass die Bewertungsfunktion im Definitionsbereich streng konkav ist. Im Folgenden wird, um die Vorgehensweise bei der Bewertung eines isolierten Einzelprojekts aufzuzeigen und zu erläutern, auf eine mit den obigen Annahmen und Eigenschaften kompatible, konkrete Bewertungsfunktion zurückgegriffen.

3.3.4 Funktionaler Zusammenhang

Aufgrund der additiven Verknüpfung von Kapitalwert- und Risikokomponente zum Projektwert (vgl. 3.2), sind die beiden Komponenten separierbar und lassen sich getrennt betrachten. Deshalb wird zunächst ein funktionaler Zusammenhang für den erwarteten Kapitalwert $\bar{z}_i(b_i, d_i)$ beschrieben und anschließend der funktionale Zusammenhang für die Risikokomponente $\sigma_i^2(b_i, d_i)$ entwickelt.

3.3.4.1 Funktionaler Zusammenhang der Kapitalwertkomponente

Um eine Funktion für den erwarteten Kapitalwert, die den obigen Annahmen und Eigenschaften genügt, abzuleiten, werden projektimmanenter Kapitalwert und die davon zu subtrahierenden Strukturierungsauszahlungen vorerst einzeln betrachtet.

Betrachtet man den Verlauf des Kapitalwertes ausschließlich in Abhängigkeit von b_i (bei beliebigem, aber konstantem SG $d_i = \tilde{d}$), ergibt sich gemäß der Annahmen eine Funktion folgender Gestalt (vgl. Bild 3, links). Der Funktionsverlauf ist konkav

($\frac{\delta^2 \bar{z}_i}{\delta b_i^2} < 0; \forall b_i \in [0,1] | \tilde{d} \in [0,1]$) und genügt der Annahme (A5).

Formal lässt sich der Kapitalwert bei gegebenen, aber konstantem SG definieren als $\bar{z}_i(b_i, d_i) = I_i \cdot (e_i \cdot b_i^\delta - b_i^\gamma) - b_i \cdot h(\tilde{d})$, wobei $h(\tilde{d})$ eine Konstante darstellt, deren Wert sich aus konstantem \tilde{d} ergibt.

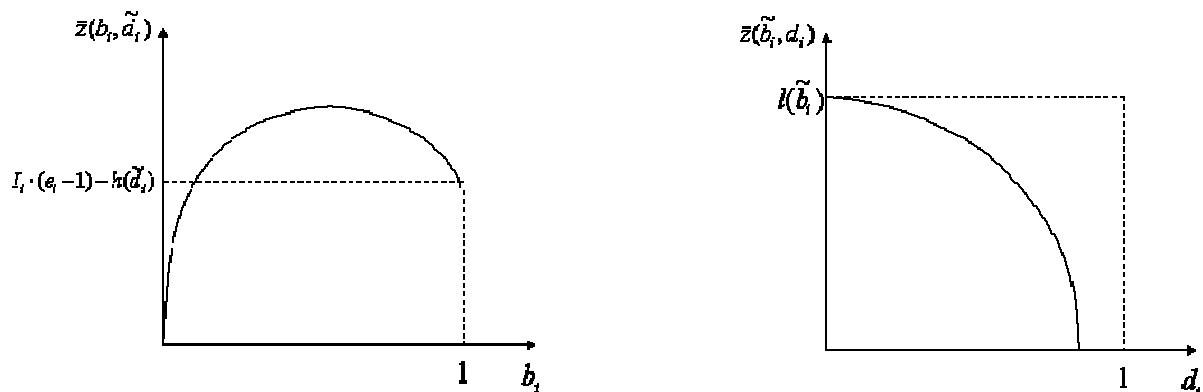


Bild 3 Zusammenhang zwischen Kapitalwert und Projektumfang (links) bzw. Kapitalwert und Strukturierungsgrad (rechts)

$I_i \in R^+$: Dieser Term bezeichnet die projektspezifischen Auszahlungen (Investition) bei geplantem PU ($b_i = 1$), ohne Berücksichtigung von Strukturierungsauszahlungen.

$e_i \cdot b_i^\delta$: Die vom PU abhängigen Einzahlungen ergeben sich durch Multiplikation von I_i mit (dem auf $b_i = 1$ normierten) projektspezifischen Einzahlungskoeffizienten $e_i > 1$ und dem PU b_i . Durch den Exponenten δ ($0 < \delta \leq 1$) werden die fallende bzw. konstante Grenzeinzahlungen beschrieben.

b_i^γ : Das Produkt aus I_i und b_i^γ beschreibt die in Abhängigkeit des PU notwendigen Auszahlungen. Der Exponent $\gamma > 1$, der steigende Grenzauszahlungen beschreibt, ist projektunabhängig und wurde mittels empirischer Daten auf einen Wert zwischen 1,05 und 1,2 geschätzt [Boeh81].

Betrachtet man den Funktionsverlauf des erwarteten Kapitalwertes in Abhängigkeit von d_i (bei beliebigem aber konstantem PU $b_i = \tilde{b}$), ergibt sich ein möglicher Funktionsverlauf (vgl. Bild 3, rechts), bei dem sich z. B. bereits vor Erreichung des maximalen SG ($d_i = 1$) ein erwarteter Kapitalwert von Null ergeben würde. Er genügt der Annahme (A5) ($\frac{\delta \bar{z}_i}{\delta d_i} < 0; \frac{\delta^2 \bar{z}_i}{\delta d_i^2} < 0; \forall d_i \in [0,1] \mid \tilde{b} \in [0,1]$).

Der vom SG abhängige Teil des Projektkapitalwertes lässt sich bei gegebenem aber konstantem PU formal darstellen als: $\bar{z}_i(b_i, d_i) = l(\tilde{b}) - b_i \cdot c \cdot d_i^\varphi$, wobei $l(\tilde{b})$ die Konstante ist, deren Wert sich aus dem konstantem \tilde{b} ergibt.

$b_i \cdot c \cdot d_i^\varphi$: Dieser zu subtrahierende Term beschreibt die vom PU b_i abhängigen Strukturierungsauszahlungen. Der Koeffizient c ($c \in R^+$) beeinflusst die Höhe der Grenzauszahlungen. Dieser entspricht gleichzeitig den Auszahlungen, die notwendig sind, um den SG von $d_i = 0$ auf $d_i = 1$ zu erhöhen und kann damit in Verbindung mit dem Exponenten φ ($\varphi > 1$) als Gradmesser für den Prozessreifegrad (z. B. gemessen am CMM-Level) einer Unternehmung interpretiert werden. Je kleiner dieser Koeffizient ist, desto geringer sind die Auszahlungen, um den SG zu erhöhen. Durch den Exponenten φ ergeben sich steigende Grenzauszahlungen der Strukturierung.

Insgesamt wird für den Kapitalwert damit eine Funktion folgender Gestalt definiert: $z_i \cdot (e_i \cdot b_i^\delta - b_i^\gamma) - b_i \cdot c \cdot d_i^\varphi$. Wie sich leicht zeigen lässt, genügt sie (A4) und (A5). Die in (E6) geforderte Monotonie ergibt sich aus der multiplikativen Verknüpfung der Strukturierungsauszahlungen mit dem PU b_i . Damit wird gleichzeitig (E4) erfüllt: bei einem PU von $b_i = 0$ resultiert ein erwarteter Kapitalwert von $\bar{z}_i(b_i, d_i) = 0$. Es kann fest-

gehalten werden, dass der vorgestellte funktionale Zusammenhang für die Kapitalwertkomponente den Annahmen und Eigenschaften genügt.

3.3.4.2 Funktionaler Zusammenhang der Risikokomponente

Nachdem eine mit den Annahmen kompatible Funktion für den erwarteten Kapitalwert $\bar{z}_i(b_i, d_i)$ beschrieben ist, wird nun ein funktionaler Zusammenhang für die Risikokomponente $\sigma_i^2(b_i, d_i)$ vorgeschlagen und auf seine Eigenschaften untersucht.

Auch die Risikokomponente wird partiell betrachtet. Vorerst sei der SG beliebig, aber konstant ($d_i = \tilde{d}$). Mit steigendem PU steigt das Risiko, den prognostizierten Nutzen nicht zu erreichen, überproportional an. Eine Funktion diesen Typs ist konvex

($\frac{\delta^2 \sigma_i^2}{\delta b_i^2} > 0; \forall b_i \in [0,1] \mid \tilde{d} \in [0,1]$) und genügt (A4). Einen beispielhaften Verlauf zeigt Bild

4 (links). Formal lässt sich eine derartige Funktion darstellen als: $\sigma_i^2(b_i, d_i) = v_i \cdot b_i^\eta + b_i \cdot f(\tilde{d})$, wobei $f(\tilde{d})$ der konstante Wert ist, der aus beliebigem, aber konstantem \tilde{d} resultiert.

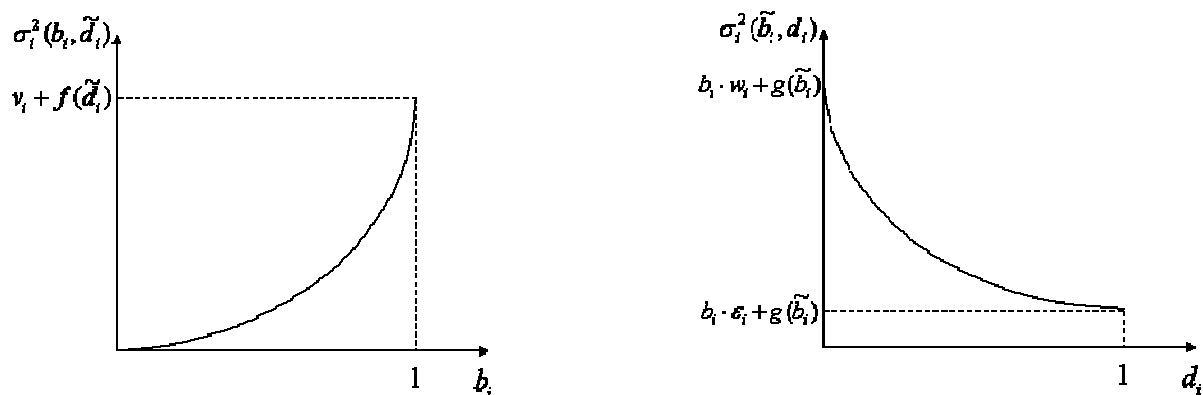


Bild 4 Zusammenhang zwischen Risiko und Projektumfang (links)
bzw. Risiko und Strukturierungsgrad (rechts)

$v_i \cdot b_i^\eta$: Dieser Teil beschreibt das projektimmanente Risiko, wobei der Koeffizient v_i dem projektspezifischen, immanenten Risiko bei einem PU von $b_i = 1$ entspricht. Das projektimmanente Risiko lässt sich nicht durch die Erhöhung des Strukturierungsgrades verringern. Es wird nur durch die Skalierung des Projektumfangs beeinflusst. Insbesondere ist darin beispielsweise das Risiko

enthalten, den prognostizierten Nutzen (Einzahlungen) nicht zu erreichen. Der Exponent $\eta > 1$ ergibt ein steigendes immanentes Grenzkrisiko.

Bei beliebigem aber konstantem PU ($b_i = \tilde{b}$) und in Abhängigkeit von d_i ergibt sich ein Funktionsverlauf, wie Bild 4 (rechts) beispielhaft dargestellt. Der Funktionsverlauf ist konvex ($\frac{\delta^2 \sigma_i^2}{\delta d_i^2} > 0; \forall d_i \in [0,1] \mid \tilde{b} \in [0,1]$), genügt (A5), d. h. mit zunehmendem SG sinkt das Projektrisiko und erreicht bei $d_i = 1$ das (auch durch maximale Strukturierungsmaßnahmen) nicht eliminierbare Umsetzungsrestisiko ε_i .

Formal genügt die Funktion $\sigma_i^2(b_i, d_i) = g(b_i) + b_i \cdot ((w_i - \varepsilon_i) \cdot (1 - d_i)^\chi + \varepsilon_i)$ den Annahmen und Eigenschaften ($g(\tilde{b})$ ist die Konstante, deren Wert sich aus \tilde{b} ergibt).

$(w_i - \varepsilon_i) \cdot (1 - d_i)^\chi + \varepsilon_i$: Beschreibt das Risiko der Projektumsetzung, welches durch Veränderung des projektspezifischen SG d_i verändert werden kann, wobei $w_i \in R^+$ dem Strukturierungsrisiko bei $d_i = 0$ entspricht und $\varepsilon_i \in R^+$ dem verbleibendem Restisiko bei maximaler Strukturierung ($d_i = 1$) entspricht. Es gilt: $w_i \geq \varepsilon_i$. Aus dem unternehmungsspezifischen Exponenten $\chi > 1$ ergibt sich ein sinkendes Grenzkrisiko der Strukturierung.

Insgesamt ergibt sich damit für die Risikokomponente ein Zusammenhang der Form:

$$\sigma_i^2(b_i, d_i) = v_i \cdot b_i^\eta + b_i \cdot ((w_i - \varepsilon_i) \cdot (1 - d_i)^\chi + \varepsilon_i) \quad (2)$$

Diese setzt sich aus einem als projektimmanentes Risiko ($v_i \cdot b_i^\eta$) und einem als Strukturierungsrisiko ($b_i \cdot ((w_i - \varepsilon_i) \cdot (1 - d_i)^\chi + \varepsilon_i)$) interpretierbaren Teil zusammen.

Durch die Multiplikation des Strukturierungsanteils des Risikos mit b_i ist der in (E6) geforderte proportionale Zusammenhang gewährleistet. Zugleich ergibt sich die in (E4) geforderte Eigenschaft, dass das Risiko bei $b_i = 0$ Null ist. Auch (E5), die ein Restisiko der Strukturierung bei einem SG von $d_i = 1$ fordert, ist erfüllt.

3.3.4.3 Gesamtzusammenhang

Der funktionale Zusammenhang der zu maximierenden Bewertungsfunktion für ein Einzelprojekt ergibt sich aus der Subtraktion der Risikokomponente von der Renditekomponente. Man erhält für ein isoliertes Einzelprojekt:

$$V_i = v(b_i, d_i) = I_i \cdot (e_i \cdot b_i^\delta - b_i^\gamma) - b_i \cdot c \cdot d_i^\rho - \frac{a}{2} (v_i \cdot b_i^\eta + b_i \cdot ((w_i - \varepsilon_i) \cdot (1 - d_i)^\zeta + \varepsilon_i)) \quad (3)$$

Diese Zielfunktion ist mit den Optimierungsvariablen b_i und d_i zu maximieren. Erhält man für optimale b_i^* und d_i^* einen negativen Projektwert, muss das Projekt nicht weiter betrachtet werden. Ergibt sich ein positiver maximaler Projektwert (V_i^{\max}), ist zusätzlich, um die Eindeutigkeit der Lösung zu prüfen, die strenge Konkavität im Definitionsbereich nachzuweisen. Es lässt sich zeigen, dass die Konkavitätsbedingung insbesondere dann verletzt sein kann und damit möglicherweise keine eindeutige Lösung existiert, wenn das Umsetzungsrisiko (selbst bei sehr hohem SG ($d_i \rightarrow 1$)) das Nutzenrealisierungsrisiko wesentlich übersteigt.

Die Optima obiger Funktion lassen sich nicht explizit angeben. Zur Veranschaulichung der Idee und Diskussion der Ergebnisse wird das Entscheidungsmodell auf ein ausgewähltes, repräsentatives Beispiel angewandt mit dem Ziel, einige Effekte zu verdeutlichen, die sich aus einer integrierten Rendite-/Risikobewertung von IT-Investitionen ergeben. Während sich eine Reihe von Modellparametern direkt aus i. d. R. verfügbaren Planungsdaten abschätzen lassen, stellt insbesondere die Ermittlung der jeweiligen Exponenten eine Herausforderung dar. Deshalb wird für das folgende Beispiel ein zweistufiges Vorgehen gewählt:

Im ersten Schritt werden (soweit möglich und notwendig) die heute üblicherweise erhobenen Planungsdaten direkt oder nach leichter Modifikation in das Modell übernommen. Im zweiten Schritt werden für nicht direkt ermittelbare Parameter (hier die Exponenten) Definitionsbereiche für die darauf aufbauende Simulation festgelegt, innerhalb derer die Exponenten als gleichverteilt angenommen werden. Im Rahmen der Simulation werden bei jedem Durchlauf zu zulässigen PU/SG-Kombinationen die möglichen Kapitalwert-/Risikopositionen bestimmt.

3.3.5 Beispiel

Das folgende Projektbeispiel basiert auf den anonymisierten Angaben eines realen IT-Projekts: Zur Erfüllung eines Auftrags vom CIO – Herstellung von Transparenz im IT-Bereich – soll eine Anwendung zur Unterstützung der Controlling-Aufgaben entwickelt werden, um u. a. Benchmark-Aktivitäten, das Quartalsreporting, aber auch das operative IT-Projektcontrolling zu unterstützen. Während die aktuellen Controlling-Prozesse durch hohen manuellen Aufwand gekennzeichnet, die Auswertungen aufgrund unvollständiger oder fehlerhafter Daten ungenau bzw. unmöglich sind und auch keine Möglichkeit besteht, dem Informationsbedarf unterschiedlicher Adressanten (z. B. CIO oder Projektleiter) gerecht zu werden, soll das behelfsmäßige Excel-Sheet durch eine neue Anwendung ersetzt werden. Es existiert keine operative oder gesetzliche Notwendigkeit, sodass der Projektantrag den üblichen Bewertungsprozess durchlaufen muss. Folgende Daten wurden erhoben:

Die geplanten Investitionen, um die Anwendung bei gewünschtem Funktionsumfang umzusetzen, belaufen sich auf 180 TEUR (zzgl. 36 TEUR für geplante Strukturierungsmaßnahmen). Bei geplanter Projektumsetzung demnach mit einem Kapitalwert von 399 TEUR (mit einem SG ($d_i = 0,3$), bei dem durch die Strukturierungsmaßnahmen rund 50% des Umsetzungsrisikos eliminiert werden soll) gerechnet. Dies entspricht einem Einzahlungskoeffizienten von $e_i = 3,42$ (vgl. 3.3.4.1).

Risiken werden derzeit mittels eines Scoring-Modells bewertet und unabhängig vom Kapitalwert betrachtet. Bei der Unternehmung wird zwischen Umsetzungs- und Nutzenrealisierungsrisiken unterschieden. Das Nutzenrealisierungsrisiko wird u. a. am Risiko der zeitlichen Verzögerung des Projektes (z. B. aufgrund fehlender Motivation der Mitarbeiter, fehlender Unterstützung des Managements), am Risiko der Abweichung von den geplanten Einzahlungen (z. B. Unsicherheit über die Anzahl der Auswertungen, die das System unterstützen wird) respektive den Auszahlungen (z. B. Unsicherheit über die tatsächlich erreichbare Prozessverbesserung) gemessen. Den einzelnen Faktoren wird jeweils ein Punktwert zugeordnet. Sie werden gewichtet und zum Risikoscore addiert (fünfstufige Skala). Das Beispielprojekt wird in den genannten Faktoren als sehr sicher eingestuft und mit einem Wert in Höhe von 1 bewertet. Angewendet auf obige Bewertungsfunktion wird anstelle des schwer interpre-

tierbaren Scoringwerts von einem projektimmanenten Risiko in Höhe einer Standardabweichung von 10% (bezogen auf den Kapitalwert) bzw. einer Varianz von 1600 ausgegangen. Das würde bedeuten, dass mit rund 66% Wahrscheinlichkeit der realisierte Kapitalwert (ungeachtet des noch zu berücksichtigenden Strukturierungsrisikos) nicht unter 360 TEUR liegt (1-Sigma-Regel). Hierbei wird die Vorteilhaftigkeit der geforderten Quantifizierung der Risiken mittels monetärer Größen transparent. Diese sind wesentlich aussagekräftiger und leichter interpretierbar als Scoringwerte.

Das Vorhaben wird – gemessen am Budget – als relativ klein eingestuft. Zudem ist im Wesentlichen nur eine Abteilung betroffen und nur wenige Schnittstellen zu anderen Systemen sind notwendig. Hinsichtlich der Qualität und Quantität der verfügbaren Ressourcen sind keine Engpässe zu befürchten, da sowohl seitens der IT genügend Entwickler zur Verfügung stehen als auch ein erfahrener Mitarbeiter von der Fachseite bereitgestellt wird. Obwohl auch die fachseitigen Anforderungen als klar strukturiert eingeschätzt werden, wurde das Umsetzungsrisiko aufgrund der fehlenden Erfahrung in vergleichbaren Projekten dennoch auf einen Wert von 2 geschätzt. Damit wird das Umsetzungsrisiko größer als das projektimmanente Risiko eingeschätzt. Deshalb wird angenommen, dass (zusätzlich) bei der Projektumsetzung eine Standardabweichung von 20% des Kapitalwerts bzw. eine Varianz von 6400 induziert wird. Weiter schätzt die Unternehmung, dass selbst bei sehr hoher Strukturierung der Projektumsetzung immer ein nicht eliminierbares Restrisiko von in Höhe einer Varianz von $\varepsilon_i = 400$ verbleibt.

Um den SG für dieses Vorhaben soweit zu maximieren, dass nur noch das Restrisiko verbleibt, müssten (z. T. erstmalig) zusätzliche Anforderungs- und Designdokumente erstellt, Schnittstellen detaillierter dokumentiert und spezifiziert sowie Review- und Testprozesse aufgesetzt werden etc., sodass die Auszahlungen, um den SG auf $d=1$ zu erhöhen, auf insgesamt 100 TEUR geschätzt werden. Selbst dann, wenn der SG so weit wie möglich maximiert werden würde, dass nur noch das nicht eliminierbare Umsetzungsrestrisiko ε_i verbliebe, ließe sich ein positiver Kapitalwert realisieren.

3.3.5.1 *Definitionsbereiche im Rahmen der Simulation*

Für die Exponenten werden nachfolgend Definitionsbereiche begründet, die der darauf aufbauenden Simulation dienen.

In wie weit zusätzliche Funktionalitäten einen positiven Wertbeitrag haben, wird über den Exponenten δ bestimmt. Beim geplanten Vorhaben sind im Wesentlichen nur Funktionalitäten enthalten, die einen positiven Kapitalwertbeitrag haben und deren Streichung den erwarteten Kapitalwert deutlich verringern würde. Es wird deshalb von einem nahe bei eins liegenden Wert für $\gamma \in [0,7;0,9]$ ausgegangen. Für den Exponenten $\gamma \in [1,05;1,2]$ wird der empirisch ermittelte Wertebereich von knapp über eins angenommen [Boeh81].

Die Risikoexponenten (η, χ) drücken aus, wie stark sich eine Veränderung des PU bzw. des SG auf das projektimmanente Risiko bzw. auf das Durchführungsrisiko auswirken. Für beide wird u. a. aufgrund der Projektgröße angenommen, dass sich Durchführungs- und projektimmanentes Risiko bei einer Veränderung vom SG oder PU nahezu linear verändern $(\eta, \chi \in [1,1;1,3])$.

Allerdings wird davon ausgegangen, dass die Erhöhung des SG stark überproportionale Auszahlungen verursacht. Eine Verdoppelung des SG habe mindestens vierfache Strukturierungsauszahlungen zur Folge. Der Parameter φ , der die Grenzkosten der Strukturierungsauszahlungen beschreibt, wird deshalb innerhalb des Intervalls $\varphi \in [2;2,5]$ angenommen.

3.3.5.2 Modellergebnisse

Mit obigen Parametern und in Abhängigkeit zulässiger PU/SG-Kombinationen werden realisierbare Kapitalwert-/Risikopositionen simuliert (vorerst noch ohne die Berücksichtigung einer konkreten Risikoeinstellung des Investors). Hierzu werden für jeden Simulationsdurchlauf die Exponenten innerhalb des Definitionsbereichs als Zufallsgrößen bestimmt und mit Hilfe (j) zulässiger PU/SG-Kombinationen mögliche Ausprägungen der Kapitalwert-/Risikoposition (\bar{z}_j, σ_j^2) ermittelt. Ein Simulationsdurchlauf ergibt dabei jeweils ein spezifisches Muster (Bild 5).

Die Punktemenge beschreibt die Menge möglicher Kapitalwert-/Risikopositionen. Dabei bilden alle Punkte, bei denen bei gleichem Risiko kein höherer Kapitalwert realisierbar ist, die Menge effizienter Realisationen $(\bar{z}_k \geq \bar{z}_j \vee \sigma_k^2 \geq \sigma_j^2 \forall k \neq j)$. Während

alle effizienten Punkte ökonomisch sinnvolle Punkte darstellen, ist jede Realisation darunter suboptimal.

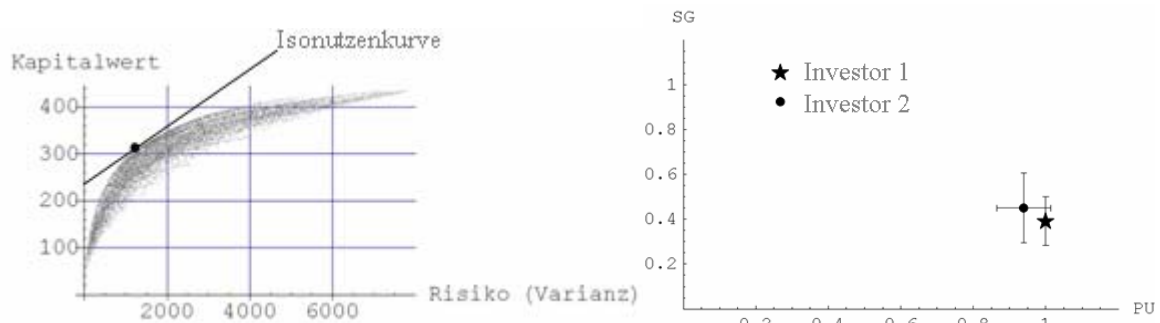


Bild 5 Simulationsmuster und optimaler Projektumfang/Strukturierungsgrad zweier Investoren

Es lässt sich feststellen, dass PU/SG-Kombinationen existieren, die bei gleichem Kapitalwert ein höheres Risiko aufweisen bzw. sich bei gleichem Risiko deutliche Unterschiede im Kapitalwert ergeben. Die optimale Kapitalwert-/Risikoposition ist letztlich von der Risikoneigung des Investors abhängig. Selbst dann, wenn der Investor „zufälligerweise“ eine effiziente Lösung realisiert, kann diese stark von der optimalen Lösung abweichen (vgl. Bild 5).

Unter der Annahme eines bekannten Risikoaversionsparameters oder der Festsetzung eines Preises, der je Einheit Risiko zu entrichten ist, lassen sich prinzipiell optimale Werte für PU und SG und der daraus resultierende maximale Projektwert bestimmen. Geht man im Beispiel davon aus, dass je Einheit eingegangenes Risiko zusätzlich 0,02 EUR (Investor I1) bzw. 0,05 EUR (Investor I2) Risikokosten zu entrichten sind, ergeben sich unterschiedliche optimale Ausprägungen für SG und PU. Den Simulationsergebnissen zufolge sollte Investor 1 das Projekt vollständig ($b_j^{I1*} = 1; d_j^{I1*} \approx 0,39$), Investor 2 das Projekt nahezu vollständig ($b_j^{I2*} \approx 0,94; d_j^{I2*} \approx 0,45$) umsetzen, wobei der risikoaversere Investor 2 einen leicht höheren SG wählen würde (vgl. Bild 5, rechts). Mit steigenden Risikokosten verlagert sich das Resultat optimaler PU/SG-Kombination nach links. Nur der risikoneutrale Investor wählt – wie bei IT-Entscheidungen gängige Praxis unabhängig vom Risiko – immer die am weitesten rechts gelegene PU/SG-Kombination mit dem höchsten Kapitalwert.

Von Interesse ist, welche Veränderungen sich ergeben, falls Parameter variiert werden. Hierzu wird das skizzierte Ausgangsszenario nachfolgend modifiziert.

1) Falls das Projekt zusätzliche Funktionalitäten beinhaltet, die einen geringen positiven Kapitalwertbeitrag generieren, aber gleichzeitig das Risiko überproportional erhöhen (z. B. eine Funktionalität zur nutzerspezifischen Gestaltung der Auswertungen), ändert sich das Bild. Einerseits wird Kapitalwert der Anwendung erhöht, weil z. B. die Anwendungsflexibilität steigt, die damit verbundene Komplexitätssteigerung hat jedoch u. U. andererseits eine überproportionale Steigerung der Risiken zur Folge. Im Bewertungsmodell spiegelt sich dies über die Größe des Parameters δ wider, der jetzt bspw. im Wertebereich $\delta \in [0,3;0,5]$ liegt.

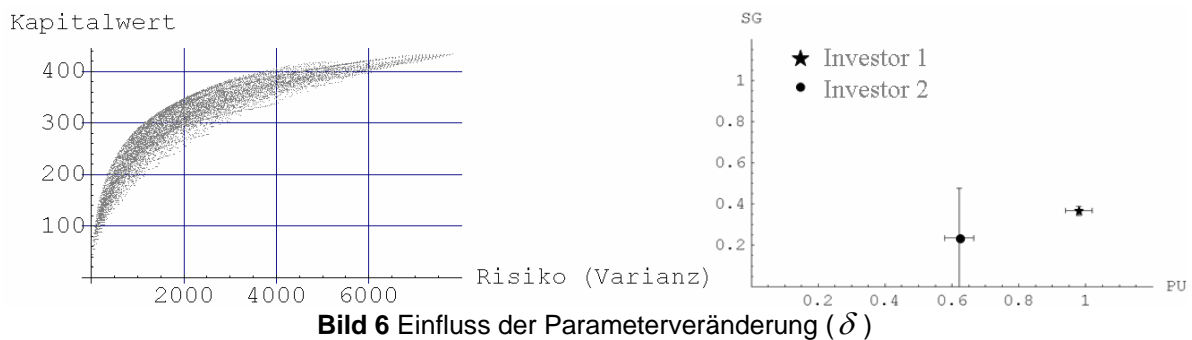


Bild 6 Einfluss der Parameterveränderung (δ)

Investor I1 würde das Projekt noch vollständig umsetzen ($b_j^{I1*} = 1$). Investor I2 hingegen würde unter Verzicht auf den positiven Kapitalwertbeitrag derartiger Funktionalitäten das Projekt (bei nun geringerem SG) wesentlich straffen ($b_j^{I2*} \approx 0,63$, Bild 6).

2) Als zweites wird untersucht, welche Veränderungen sich im Ausgangsszenario ergeben, falls der SG (hier $\tilde{d} = 0,3$) projektspezifisch festgesetzt wird. Ein einheitlicher SG ist häufig das Ergebnis vorgeschriebener Standards und Vorgehensweisen. Durch den Wegfall eines Freiheitsgrads verdichtet sich der Raum möglicher PU/SG-Kombinationen und realisierbare Kapitalwert-/Risikopositionen liegen auf einer Linie (vgl. Bild 7, links). Dies scheint (nur) auf den ersten Blick vorteilhaft, denn – wie sich an der Überlagerung beider Punktmengen eines Simulationsdurchlaufs (mit/ohne festem SG) gut erkennen lässt – führt dies immer dann zu nicht-effizienten Ergebnissen, falls der festgesetzte vom optimalen SG abweicht. Weder der ursprünglich optimale noch ein effizienter Projektwert lassen sich erreichen.

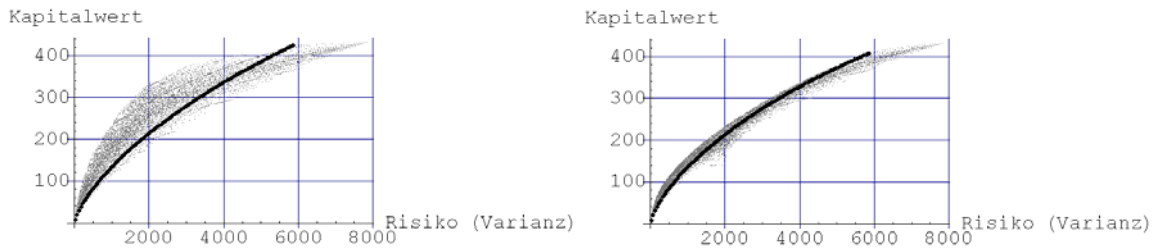


Bild 7 Festsetzung eines einheitlichen Strukturierungsgrad bei unterschiedlichem Prozessreifeegrad

3) Anders verhält es sich (vgl. Bild 7, rechts), falls die Unternehmung über noch wenig ausgereifte Prozesse zur Umsetzung von IT-Projekten verfügt. Die Auszahlungen, um den SG sukzessive zu erhöhen, sind nun höher, weil ein Großteil der Teilprozesse, Dokumente etc. erstmalig definiert und erstellt werden müsste. Schätzt die Unternehmung die Auszahlungen, um einen maximalen SG ($d=1$) zu erreichen, auf nun $c=300$ (statt $c=100$), ergibt sich ein verändertes Muster. Der Abstand der Kapitalwert-/Risikopositionen bei fest vorgegebenem SG zu den ehemals effizienten Punkten ist nun kleiner. Gleichzeitig lassen sich (wie zuvor auch) ungünstige Kapitalwert-/Risiko-Positionen vermeiden. Während Unternehmungen mit bspw. geringem CMM-Level von der Festsetzung eines einheitlichen SG profitieren, sollten Unternehmungen mit hoher Prozessreife die Chancen flexibler Vorgehensweisen nutzen.

Insgesamt wird deutlich, dass sich abhängig von den spezifischen Projekteigenschaften, der Risikoeinstellung des Investors und den Rahmenbedingungen unterschiedliche effiziente und optimale PU/SG-Kombinationen ergeben. Wird diese Tatsache vernachlässigt, kann daraus eine Fehlallokation von Investitionsmitteln – unter Rendite-/Risikogesichtspunkten – resultieren.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Modelltheoretisch wurde eine Vorgehensweise zur integrierten (Kapitalwert und Risiko) Bewertung von IT-Projekten hergeleitet. Es wurde gezeigt, dass und wie entwicklungspezifische Aspekte den Projektwert beeinflussen und welche Implikationen sich daraus bei der Gestaltung von IT-Vorhaben ergeben.

Aufgrund der Beeinflussbarkeit (im o. g. Sinne) der erwarteten Kapitalwerte und des Risikos eines IT-Investitionsprojekts ergeben sich entwicklungsnahe Gestaltungsspielräume zur Maximierung des Projektwertes, die bereits bei der Selektionsentscheidung Berücksichtigung finden sollten. Voraussetzung ist jedoch die projektspe-

zifische Betrachtung und Festsetzung von PU und SG. Unterbleibt diese, wird der maximal erzielbare Wert der Investition i. d. R. nicht erreicht. Dies gilt im Speziellen für Unternehmungen mit hoher Prozessreife. Insofern stützt dies die Forderung nach flexiblen Vorgehensweisen, deren SG sich an spezifischen Projekteigenschaften orientiert und nicht Projekt-übergreifend festgelegt wird.

Die heute übliche Praxis, Projekte im Wesentlichen nur nach ihrem Kapitalwert zu beurteilen, ist kritisch zu beurteilen, da hiermit meist auch eine Kapitalwert-/Risiko-position mit hohem Risiko eingenommen wird. Eine gezielte und bewusste Steuerung über zu entrichtende Risikoprämien wäre wesentlich transparenter.

Obwohl die vorgestellte Vorgehensweise gegenüber bisher eingesetzten Verfahren vorteilhaft und geeignet ist, die grundsätzlichen Mechanismen zu veranschaulichen, weist das Modell einige Limitationen auf, die weiteren Forschungsbedarf induzieren:

Das Modell beruht zum einen auf der vereinfachenden Annahme normalverteilter Kapitalwerte. Dies vereinfacht die Behandlung der Risiken erheblich. Inwieweit die Ergebnisse sich unter Zugrundelegung anderer Verteilungen und ggf. unter Verwendung anderer Risikomaße (an Stelle der Varianz) verändern, bleibt zu prüfen. Zudem liefert das Modell kontinuierliche Werte für den optimalen PU und den optimalen SG. Realistischerweise sind beide Aktionsvariablen nicht kontinuierlich skalierbar.

Ein weiterer Kritikpunkt kann von der Betrachtung unabhängiger IT-Projekte ausgehen, da Konstellationen (z. B. Aufteilung in Teilprojekte) denkbar sind, bei denen sich die Projektwerte wechselseitig beeinflussen (vgl. [JeLe04]). Etablierte Entscheidungsmodelle zur IT-Portfoliobewertung existieren bis dato aber nicht. Verhoef geht so weit, quantitatives IT-Portfoliomanagement insgesamt als „terra incognita“ zu bezeichnen [Verh02]. Um „eine optimale Auswahl der zur Verfügung stehenden Investitionsobjekte und somit letztlich eine optimale Kapitalallokation“ [ScBo01] zu gewährleisten, müssen nicht nur Einzelprojekte, sondern das gesamte Investitionsprogramm inklusive Risikoverbundeffekten unter Rendite-/Risikoaspekten bewertet werden (vgl. [BoSu00; JeLe04]). Die isolierte Einzelentscheidung ist nachteilig, wenn Wechselwirkungen bestehen, sodass sich die Projektwerte gegenseitig beeinflussen. Auf Grund dessen, dass derartige Investitionszusammenhänge häufig sind, ist anzunehmen,

dass deren Berücksichtigung das Allokationsergebnis verändern würde. Voraussetzung dafür ist jedoch die adäquate Rendite-/Risikobewertung von Einzelprojekten, deren wesentlichen Grundlagen in diesem Beitrag dargestellt wurden.

Im vorliegenden Beitrag standen explizit Softwareentwicklungsprojekte im Fokus der Betrachtung. Wie das Modell anzupassen ist, um damit auch andere IT-Projekttypen (wie Infrastrukturprojekte, Einführung von Standardsoftware etc.) zu bewerten, bleibt zu prüfen. Es ist anzunehmen, dass hierzu z. T. nur geringfügige, bei bestimmten IT-Projekttypen u. U. auch starke Modifikationen notwendig sind. Unbestritten hingegen ist, dass die Rendite-/Risikobewertung prinzipiell auch für andere IT-Investitionstypen von hoher Relevanz ist.

Im Vergleich zur Nutzwertanalyse dürfte die Hauptkritik die zur Anwendung des Modells notwendige Kenntnis der Modellparameter (Messproblematik) sein, die sowohl für die Einzelprojektbewertung als auch für die spätere Bewertung von IT-Projektportfolios notwendig sind. Hierbei stellt sich das Problem, dass im Gegensatz zu anderen Unternehmungsbereichen heute i. d. R. noch keine oder im Detaillierungsgrad und -umfang unzureichende (historische) Daten über IT-Projekte vorliegen. Erschwerend kommt hinzu, dass ein Projekt nur einen Einzelwert liefert, während sich bspw. über den Kurs einer Aktie im Zeitverlauf eine Vielzahl von Daten messen lassen. Aufgrund dieses Datenmangels bleibt eine Parametrisierung des Modells eine Herausforderung. Einen möglichen Ausweg zur Gewinnung der notwendigen Datenquantität bietet ggf. die Bildung von Projektklassen, in denen vergleichbare Projekte zusammengefasst werden. Ob die in der Literatur vorgeschlagenen Klassifizierungen (z. B. [RoBe02]) dazu geeignet sind, ist zu prüfen.

Wie gezeigt wurde, lassen sich jedoch auch ohne Kenntnis der exakten Ausprägung der Parameter erste Aussagen treffen und die Mechanismen, die den Projektwert beeinflussen, beschreiben, denn: „*Anything is measurable in a way that is superior to not measuring it at all*“ [DeLi99].

Literaturverzeichnis:

[BaCo02] Bamberg, Günther; Coenenberg, Adolf G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. 11. Aufl., Vahlen, München 2002.

- [Boeh81] *Boehm, Barry W.*: Software Engineering Economics. Prentice-Hall, New Jersey 1981.
- [Boeh87] *Boehm, Barry W.*: Improving Software Productivity. In: IEEE Computer 20 (1987) 9, S. 43-57.
- [BoSu00] *Boehm, Barry W.; Sullivan, Kevin*: Software Economics: A Roadmap. In: Finkelstein (Hrsg.): The Future of Software Engineering. Limerick 2000, S. 319-343.
- [JeLe04] *Jeffery, Mark; Leliveld, Ingmar*: Best Practice in IT Portfolio Management. In: MIT Sloan Management Review, Reprint 4539, Spring 2004, Vol. 45, No. 3, S. 41-49.
- [Data02] Datamonitor 2002, Aufteilung von IT-Ausgaben der Peer Group. im Vortrag von Hermann-J. Lamberti, Bankenkongress CIBI 2002, 17. September 2002.
- [DeLi99] *DeMarco, T.; Lister, T.*: Peopleware: Productive Projects and Teams, 2nd Ed., Dorset House, New York, NY, 1999.
- [DeSc00] *Degener-Böning, Mary; Schmid, Beate*: Strategische Anwendungsplanung. In: Dobschütz, Leonhard v.; Barth, Manfred; Jäger-Goy, Heidi; Kütz, Martin; Möller, Hans-Peter (Hrsg.): IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen. Wiesbaden 2000, S. 39-74.
- [DoSc94] *Dobschütz, Leonhard v.; Schmidt, Eugen*: Wirtschaftlichkeit von Anwendungssystemen. In: *Dobschütz, Leonhard v.; Kisting, Josef; Schmidt Eugen* (Hrsg.): IV-Controlling in der Praxis. 1. Aufl., Gabler, Wiesbaden 1994, S. 155-175.
- [Fied01] *Fiedler, Rudolf*: Controlling von Projekten. 2. Aufl., Vieweg, Wiesbaden 2003
- [FrHa99] *Franke, Günther; Hax, Herbert*: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt: 4. Aufl., Springer, Berlin 1999.
- [Gaul03] *Gaulke, Markus*: Erfolgreiche Projekte durch systematisches Risikomanagement. In: Information Management & Consulting 18 (2003) 4, S. 12-16.
- [GIBH01] *Gliedman, Chip; Bartels, Andrew; Heffner, Randy*: Methode zur Bewertung der Investitionsrentabilität von e-business Infrastrukturen. http://www-5.ibm.com/services/de/pdf/whitepaper_infrastruktur_8.pdf, 2001-09, Abruf am: 2004-01-05.

- [Huth03] *Huther, Andreas*: Integriertes Chancen- und Risikomanagement zur ertrags- und risikoorientierten Steuerung von Real- und Finanzinvestitionen in der Industrieunternehmung. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 2003.
- [Karg00] *Kargl, Herbert*: IV-Strategie. In: Dobschütz, Leonhard v.; Barth, Manfred; Jäger-Goy, Heidi; Kütz, Martin; Möller, Hans-Peter (Hrsg.): IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen. Wiesbaden 2000, S. 39-74.
- [Moon76] *Moon, K. Kim*: Consistency of Risk Attitude in the Investment Decision Process. In: Winter Simulation Conference (1976) 12, S. 99-102.
- [ÖsBH92] *Österle, Hubert; Brenner, Walter; Hilbers, Konrad*: Unternehmensführung und Informationssystem – der Ansatz des St. Gallers Informationssystem-Managements. 2. Aufl., Stuttgart 1992.
- [PaSR03] *Passing, Ursula; Strahringer, Susanne; Rappold, Peter*: Prozessorientierte Experten-Aufwandschätzungen für Softwareprojekte: Einführung und Umsetzung bei der Bausparkasse Schwäbisch Hall AG. In: Information Management & Consulting 18 (2003) 4, S. 25-32.
- [RoBe02] *Ross, Jeanne W.; Beath, Cynthia M.*: New Approaches to IT Investment. In: MIT Sloan Management Review (2002) Winter, S.51-59.
- [ScBo01] *Schärer, Markus; Botteron, Pascal*: Wie lässt sich der Wert strategischer Projekte bestimmen?. In: Der Schweizer Treuhänder (2001) 11, S. 1119-1126.
- [Schn67] *Schneeweiß, Hans*: Entscheidungskriterien bei Risiko. Springer, Berlin 1967.
- [ScSL99] *Schönwalder, Stephan; Schulze-Döbold, Peter; Lapp, Michael*: IV-Portfolio-Controlling – Projekte richtig ausgewählt!. In: Krcmar, Helmut; Buresch, Alexander; Reb, Michael (Hrsg.): IV-Controlling auf dem Prüfstand, Konzepte - Benchmarking – Erfahrungsberichte; Hohenheim 1999, S. 21-36.
- [Snee03] *Sneed, Harry M.*: Aufwandsschätzung von Software-Reengineering-Projekten. In: Wirtschaftsinformatik 45 (2003) 6, S. 599-610.
- [Some01] *Sommerville, Ian*: Software Engineering. 6. Aufl., Pearson, München 2001
- [Stad00] *Stadler, Robert*: Organisation und Umsetzung von Multiprojektcontrolling. In: Krcmar, Helmut; Buresch, Alexander; Reb, Michael (Hrsg.): IV-Controlling auf dem Prüfstand, Konzepte - Benchmarking – Erfahrungsberichte; Hohenheim 1999, S. 191-211.

- [Stan01] *Standish-Group*: Extreme Chaos. http://www.standishgroup.com/sample_research/PDFpages/extreme_chaos.pdf, Abruf am: 2004-01-20.
- [StBr00] *Steiner, Manfred; Bruns, Christoph*: Wertpapiermanagement. 7. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2000.
- [Verh02] *Verhoef, C.*: Quantitative IT portfolio management. In: Science of Computer Programming 45 (2002), S. 1-96.
- [Vers03] *Versteegen, Gerhard (Hrsg.)*: Risikomanagement in IT-Projekten. Springer, Berlin 2003.
- [WaSp04] *Walter, Sascha G., Spitta, Thorsten*: Approaches to the Ex-ante Evaluation of Investments into Information Systems. In: Wirtschaftsinformatik 46 (2004), Heft 3, S. 171 -180.