



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

UNA
Universität
Augsburg
University

Diskussionspapier WI-167

Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern

von

Alexander Wehrmann, Bernd Heinrich, Frank Seifert¹

Dezember 2005

in: Wirtschaftsinformatik, 48, 4, 2006, S. 234-245

¹ Hypovereinsbank AG

Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern

Alexander Wehrmann, Dr. Bernd Heinrich

Universität Augsburg

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

E-Mail: {alexander.wehrmann|bernd.heinrich}@wiwi.uni-augsburg.de

Kernpunkte

Zentraler Bestandteil des IT-Business-Alignments ist das IT-Portfoliomanagement (ITPM), d. h. die auf ökonomischen Kriterien beruhende Auswahl von IT-Projekten und deren Allokation zu einem Portfolio. In diesem Beitrag wird ein Ansatz zum quantitativen ITPM vorgestellt und dessen Umsetzung am Beispiel einer realen Fallstudie expliziert.

- Im Ansatz wird der Fokus auf die integrierte Optimierung von Rendite und zeitpunktbezogenen Risiken sowie auf die praktische Operationalisierbarkeit gelegt. Beide Punkte sind in bisherigen methodisch fundierten Verfahren nicht befriedigend berücksichtigt.
- Die Steuerung einzelner Geschäftseinheiten über dezentrale IT-Budgets ist ökonomisch nicht sinnvoll, weshalb ein übergreifendes ITPM notwendig ist.
- IT-Portfolios an Renditekennziffern zu messen ist notwendig aber nicht hinreichend. Vielmehr muss die Bewertung Risikoverbundeffekte gleichermaßen berücksichtigen, da heutzutage ca. 70% aller IT-Projekte durch Sachverhalte, die sich im Projektrisiko widerspiegeln, nicht planmäßig durchgeführt werden können.

Stichworte: IT-Portfoliomanagement, Integrierte Rendite-/Risikosteuerung, Finanzdienstleister, Korrelationen

Zusammenfassung: Basierend auf bisherigen Arbeiten greift der Beitrag die Problemstellung einer Allokation von IT-Projekten zu einem Portfolio unter Rendite-/Risikoaspekten auf. Hierfür wird ein eigener Ansatz entwickelt, der auf Grundlage erhobener Daten – orientiert an den Ebenen der IS-Architektur – verschiedene Cluster dominanter Portfolios mit unterschiedlichen Rendite-/Risikopositionen ermittelt. Darauf aufbauend kann unter pragmatischen Gesichtspunkten das Management bei der Auswahl eines Portfolios unterstützt werden. Die Anwendung des Verfahrens und die Verdeutlichung der Ergebnisse erfolgt am Beispiel eines großen Finanzdienstleisters.

Quantitatives IT-Portfoliomanagement:

Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern

1 Einleitung

Einer Umfrage zu Folge haben über 90% aller Europäischen Banken entweder bereits damit begonnen, ihre Applikationslandschaft grundlegend zu restrukturieren oder planen dies in naher Zukunft [Hopp05]. Die hierfür notwendigen, beträchtlichen Investitionen müssen – so die Umfrage – oftmals aus den bestehenden IT-Budgets finanziert werden. Da der Umfang an Vorhaben aber bereits heute häufig das verfügbare IT-Budget weit übersteigt, wird die Frage der wertorientierten Selektion von IT-Projekten immer bedeutender. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund aktueller Kostensenkungsdebatten zwischen Business- und IT-Bereich und dem Sachverhalt, dass bei Finanzdienstleistern (FDL) ca. 50% des IT-Entwicklungsbudgets in IT-Projekte mit unklarem oder sogar ohne Wertbeitrag investiert werden [ElBe02]. Damit unmittelbar verbunden ist die Frage nach adäquaten Verfahren, um das eigene IT-Projektportfolio im Rahmen des IT-Business-Alignments unter ökonomischen Gesichtspunkten zu planen. Dass sich IT-Portfoliomanagement (ITPM) im Unternehmen rechnet und bis zu 20% des knappen IT-Investitionsvolumens einzusparen kann, verdeutlichen erste Studien [Gaul04]. Die hier genannte kritische Portfolio (PF)-Größe von mindestens 50 IT-Projekten p. a. dürfte bei größeren Unternehmen leicht übertroffen werden. Da IT-Projekte zudem mit hohen Risiken einhergehen – man denke nur an die Vielzahl von Projekten, die scheitern oder die Ziele nicht (mit dem geplanten Budget) erreichen – ist es notwendig, IT-Projekte und IT-PF auch unter Risikoaspekten zu beurteilen.

Der vorliegende Beitrag greift diese Thematik auf und stellt einen theoretisch fundierten ITPM-Ansatz vor (Kapitel 3). Da bestehende Verfahren, die im 2. Kapitel analysiert werden, speziell auch Schwächen bzgl. ihrer praktischen Anwendbarkeit besitzen, wird beim eigenen Ansatz besonderer Wert auf die Operationalisierung gelegt. Deshalb wird in Kapitel 4 die praktische Anwendung anhand des realen IT-Projekt-PF eines FDL erläutert und abschließend werden die zentralen Ergebnisse diskutiert.

2 State of the Art des IT-Portfoliomanagements

Für die Auswahl von Projekten in einem PF existieren sowohl qualitative als auch quantitative Verfahren. Erstere beurteilen bspw. die Übereinstimmung eines Projektes mit der IT- oder Businessstrategie, d. h. passt ein Projekt zur Technologieausrichtung oder zu getroffenen Outsourcing-Grundsätzen [vgl. Alba04]. Die quantitativen Verfahren stellen demgegenüber auf wert- oder mengenmäßige Größen ab. Sie bewerten PF bspw. anhand der Rendite, des internen Zinsfußes oder des Kapitalwerts.

Dabei ist kein *entweder-oder* sondern ein *sowohl-als-auch* beider Verfahren sinnvoll, da das rentabelste PF – passt es nicht zur Strategie – genauso wenig gegenüber dem Business zu rechtfertigen ist, wie ein PF, das zwar auf moderne Technologien und neue Ideen setzt, aber gänzlich eine nachhaltige Rentabilität vermissen lässt. Gerade letzteres verstärkt sich noch, da in Zeiten notwendiger „Quick-Wins“, von Kostensenkungsdebatten und einer oftmals geforderten Amortisationsdauer von unter zwei Jahren, der Ausweis der Wirtschaftlichkeit äußerst wichtig ist.

Dem stehen in der Praxis jedoch wenig adäquate Verfahren für ein quantitatives ITPM, das im Weiteren fokussiert wird, gegenüber. Zwar hat sich die Berechnung eines Business Case für Einzelprojekte durchgesetzt (für einen Überblick über die Ansätze vgl. [BaRe00; IrLo01; Krcm05; WaSp04]), jedoch erfolgt die PF-Allokation heute fast ausnahmslos auf Basis der isolierten Betrachtung einzelner Projektvorhaben. Wechselseitige Abhängigkeiten von Projekten, die zu enormen, sich verstärkenden Risiken führen und sich teilweise auch spürbar in Projektmisserfolgen widerspiegeln, werden vernachlässigt.

Von wissenschaftlicher Seite wurden hier in den letzten Jahren neue Ansätze zum ITPM vorgeschlagen [BaBS04; Dörn03; Fisc04; Verh02], um dem wichtigen Ziel einer besseren Auswahl von IT-Investitionen näher zu kommen. Anhand fünf ausgewählter, im Folgenden kurz begründeter Kriterien werden diese Arbeiten verglichen.

2.1 Wertbegriff

Zur ökonomischen Bewertung von IT-Investitionen ist der zugrunde gelegte Wertbegriff zentral, da nur dann eine rationale und nachvollziehbare Entscheidung möglich ist [ElBe02; Krcm05]. Dies bedeutet insbesondere, verschiedene Alternativen intersubjektiv vergleichen zu können, d. h. die Zielgröße sollte unabhängig von subjektiver Bewertung und wegen der zeitlichen Differenz zwischen Investition und Return

auch diskontierbar sein. Weiter sollte die bei der PF-Betrachtung wichtige Eigenschaft der Additivität der Wertgröße erfüllt sein, d. h. die Summe der Einzelwerte der Projekt sollte nicht nur mit dem PF-Wert übereinstimmen, sondern entsprechend eindeutig zu interpretieren sein (bspw. metrische Skala).

Als Folge der starken Verankerung der wertorientierten Unternehmungsführung bei vielen Firmen, bei der früher oder später ohnehin auf höherer Ebene oder seitens des Marktes (z. B. Börse) die Investition letztlich an ihrem Beitrag zur Sicherung oder Steigerung des Unternehmungswertes gemessen wird, ist daneben die Quantifizierung durch finanzwirtschaftliche Größen sinnvoll. Qualitative Aspekte, deren Wirkungen sich nicht oder nur schwer monetarisieren lassen, müssen ggf. mit Hilfe qualitativer Verfahren berücksichtigt werden.

2.2 Risikomaß und Interdependenzen

Der Wert einer IT-Investition wird bei einer ex-ante Beurteilung erheblich vom damit verbundenen Risiko beeinflusst [Krcm05]. Wie risikoreich IT-Projekte sind, zeigt u. a. der viel zitierte Bericht der Standish Group [Stan01]: Demnach wurden im Jahr 2000 nur 28% der Projekte innerhalb der geplanten Zeit, des geplanten Budgets und mit den geplanten Funktionalitäten abgeschlossen. Zahlreiche andere Studien unterstreichen dies [z. B. MaHa05; Silv00]. Auch deswegen ist die Forderung, Risiken von IT-Projekten in die Bewertung einzubeziehen, sinnvoll [Gaul03; JeLe04; Vers03]. Das Risikomaß hat jedoch Anforderungen zu erfüllen:

Zum einen muss das Maß nicht nur für die Risiken der isolierten Einzelprojekte berechenbar und eindeutig interpretierbar sein, sondern dies muss auch für das aus den Einzelrisiken resultierende PF-Risiko gelten. Zum zweiten muss ein geeignetes Risikomaß wechselseitige Projektabhängigkeiten (z. B. Diversifikationseffekte), die zweifelsohne auch Bestandteil eines IT-PF sind, abbilden können (Subadditivitätseigenschaft). Letztere können, wie noch verdeutlicht wird, das PF-Risiko signifikant beeinflussen, d. h. die Betrachtung einzelner Projekte ist notwendig, aber nicht hinreichend, um ein optimales PF zu allokalieren. Ein ITPM-Verfahren sollte daher idealerweise alle wesentlichen Projektinterdependenzen berücksichtigen [vgl. Karg00]:

- *Investitionszusammenhänge*: Ein IT-Projekt kann den Wert und das Risiko einer anderen IT-Investition beeinflussen. Derartige Abhängigkeiten können strukturell oder ressourcenorientiert sein. Strukturelle Abhängigkeiten ergeben sich, wenn

zwei Projekte bspw. auf gleichen Prozessen, Daten oder IT-Funktionalitäten basieren bzw. diese weiterentwickeln. Daneben können während der Projektumsetzung auch Mittel- bzw. Ressourceninterdependenzen Ursache für Wechselwirkungen sein [SaKy96]. Sie ergeben sich dann, wenn Projekte um gleiche Ressourcen konkurrieren. Bspw. können Entwickler mit Spezialkenntnissen einen Engpass darstellen, sodass u. U. zwei Projekte nicht gleichzeitig von den am besten qualifizierten Mitarbeitern durchgeführt werden können.

- *Innovations- und Integrationszusammenhänge*: Während Investitionszusammenhänge zeitpunktbezogene Abhängigkeiten beschreiben, bestehen intertemporale Abhängigkeiten dann, wenn bspw. ein IT-Projekt neue Konzeptionen oder Technologien für andere IT-Projekte bereitstellt (Innovationszusammenhang) oder die Realisierung eines IT-Projektes die Durchführung eines anderen IT-Projekts bedingt (Integrationszusammenhang) [vgl. BaBS04].

Der Einfluss von Investitionszusammenhängen auf den Wert (*nicht das Risiko*) anderer Projekte lässt sich verhältnismäßig einfach berücksichtigen, indem die entsprechenden Projekte einmal als isolierte Einzelprojekte und einmal als Projektverbund betrachtet werden [z. B. Dörn03; SaKy96]. Auch zur Berücksichtigung intertemporaler Effekte (Innovations- und Integrationszusammenhänge) existieren bereits konkrete, vielfach auf der Realoptionstheorie basierende Vorschläge [z. B. BaBS04].

Risikoaspekte von Investitionszusammenhängen werden hingegen meist vernachlässigt. Wenn bspw. die erwartete Rendite zweier Applikationen, die denselben Geschäftsprozess unterstützen, jeweils von der Anzahl der Prozessdurchläufe abhängen und hierüber Unsicherheit besteht, sind nicht nur die einzelnen isolierten Renditen unsicher. Auch deren Risiken sind offensichtlich miteinander korreliert und müssen bei der Auswahl des PF berücksichtigt werden.

2.3 Operationalisierbarkeit

Da aus Analysen hervorgeht, dass bei (zu) komplexen ITPM-Verfahren ein Praxis-transfer oftmals nicht gelingt [TaMi03], sollte – neben der methodischen Fundierung – insbesondere die Operationalisierbarkeit und Anwendbarkeit gewährleistet sein. Insofern darf der Datenerhebungs- und Durchführungsaufwand nicht den Nutzen des Verfahrens übersteigen. Hieraus resultieren die konkreten Anforderungen nach einer

überschaubaren Anzahl von Inputgrößen (insbesondere vor dem Hintergrund einer Vielzahl an Projekten) und nach Möglichkeiten für deren effiziente Abschätzung.

2.4 Gestaltbarkeit der Wert-/Risikoposition

Bei der Beurteilung von Finanzinvestitionen stellen erwartete Rendite und Risiko (bspw. einzelner Wertpapiere) i. d. R. nicht beeinflussbare Größen dar, d. h. der Investor kann nur darüber entscheiden, welche Wertpapiere er zu welchen Anteilen in sein PF nimmt. Demgegenüber ist die Rendite-/Risikoposition eines IT-Projekts aktiv gestaltbar, da dessen Umfang (in Grenzen) z. B durch Hinzu- /Wegnahme von Funktionalitäten variierbar ist [vgl. Alba04] und sich die Rendite-/Risikoposition dazu nicht „proportional“ verhält [vgl. WeZi05]. Idealerweise sollte ein Verfahren zum ITPM deshalb auch Hinweise zur Ausgestaltung einzelner IT-Projekte geben.

2.5 Analyse bestehender Verfahren

Vier aktuell diskutierte Arbeiten zum quantitativen ITPM stammen von Dörner, Fischer, Verhoef sowie Bardhan et al. [BaBS04; Dörn03; Fisc04; Verh02]. Daneben existiert zwar eine Reihe weiterer Beiträge, die sich mit der Thematik befassen. Sie sind aber entweder rein qualitativer Natur oder enthalten keinen eigenständigen Bewertungsansatz. Die Tabelle 1 stellt die vier ITPM-Verfahren gegenüber:

[BaBS04] entwickeln ihre Arbeit auf Basis der Realoptionstheorie. Sie adressieren deshalb insbesondere intertemporale Projektabhängigkeiten, vernachlässigen jedoch zeitpunktbezogene Risikointerdependenzen. Als Risikomaß wird [wie bei Dörn03] die Standardabweichung verwendet, welche die obigen Anforderungen erfüllt. Zwar wird die Operationalisierung erläutert, jedoch erscheint die Analyse von Innovations- und Integrationszusammenhängen größerer IT-PF (> 50 Projekte) aufgrund der Komplexität und der Vielzahl an Optionen sehr schwierig.

Tabelle 1 Kriterien zur Bewertung von Verfahren für das ITPM

	Bardhan et al. [BaBS04]	Dörner [Dörn03]	Fischer [Fisc04]	Verhoef [Verh02]
Wertbegriff	Kapitalwerte (v. a. Optionswerte)	Kapitalwerte	qualitativ bzw. Scoringwerte	Return on Investment
Risikomaß	Standardabweichungen	Standardabweichungen	qualitativ bzw. Scoringmodell in Bezug auf technische, wirtschaftliche und soziale Risiken	Erfassung von Kosten- und Zeitriskiken über Verteilungsannahmen der Inputgrößen
Betrachtete Interdependenzen	intertemporale Interdependenzen	zeitpunktbezogene und intertemporale Interdependenzen	zeitpunktbezogene Interdependenzen	implizite Berücksichtigung zeitpunktbezogener Interdependenzen
Ausführungen zur Operationalisierbarkeit	Modell wird anhand Projektdaten expliziert	Anwendung im Beitrag auf ein hypothetisches PF; eine reale Anwendung ist aufgrund den z. T. kaum messbaren Inputparameter schwierig	reales Anwendungsbeispiel	Modell wird laut Autor bereits in mehreren Unternehmen eingesetzt, wobei keine Fallstudie erläutert ist
Gestaltbarkeit der Wert-/Risikoposition eines Projekts	keine Berücksichtigung	nur implizit über ex-ante definierte Handlungsoptionen	keine Berücksichtigung	Berücksichtigung indirekt über den Einfluss der Qualität der Entwicklungsprozesse

[Dörn03] lehnt sich in seinem Ansatz an das Wertpapierportfoliomanagement an. Sein Wertbegriff und insbesondere die Erfassung der Risiken sind finanzwirtschaftlich geprägt. Es werden sowohl Einzel- und Verbundrisiken, zeitpunktbezogene als auch intertemporale Interdependenzen berücksichtigt. Das Verfahren weist eine sehr hohe Komplexität auf und bedarf der Ermittlung vieler (z. T. schwer messbarer) Inputgrößen. Die praktische Anwendung dürfte deshalb kritisch sein. Dieser Eindruck wird dadurch verstärkt, dass das Konzept nur auf ein hypothetisches IT-PF angewandt wird.

Im Gegensatz dazu entscheidet sich [Fisc04] für ein pragmatisches, wenig formales Vorgehen. Das von ihm begründete *hybride Entscheidungsmodell* basiert auf einer ordinal skalierten Nutzen- und Risikomessung (Scoringwerte), welche die Erhebung

zwar vereinfacht, aber gleichzeitig viel Interpretations- und Bewertungsspielraum lässt. Durch die Verwendung von Scores zur Messung des Werts und Risikos ist die jeweilige Additivitätseigenschaft verletzt und es wird nicht klar, welche Annahmen und Einschränkungen hierbei getroffen wurden. Die Problematik der fehlenden oder schwierigen Interpretierbarkeit (keine metrische Skala) der berechneten Scores alternativer PF setzt sich auch bei der Berücksichtigung der wechselseitigen Projektabhängigkeiten fort und wird am geschilderten realen Beispiel deutlich.

Die Arbeit von [Verh02] unterscheidet sich grundsätzlich von den drei erst genannten. Zum einen betont er fast ausschließlich die Auszahlungsseite, während Einzahlungen und deren Risiken nicht näher betrachtet werden. Weiter begründet er das Risiko im Wesentlichen über die den Entwicklungsprozessen inhärente Unsicherheit, die stark von der Prozessreife einer Unternehmung abhängig ist. Sein Wertbegriff und Risikomaß werden damit kostenlastig und unausgewogen, da die Risiken der Realisierung des Projekt- und PF>Returns fehlen. Die Fokussierung auf Teilaspekte begünstigt andererseits die praktische Anwendbarkeit, sofern z. B. ein Geschäftsreich betrachtet wird, der primär nur die Kostenseite verantwortet.

Wie der kurze Vergleich bestehender Verfahren verdeutlicht, existiert eine noch zu schließende Lücke zwischen methodischer Fundierung und Anwendbarkeit des Ansatzes. Während [BaBS04] und [Dörn03] ihren Wertbegriff und das Risikomaß methodisch sauber fundieren, jedoch die Operationalisierung problematisch erscheint, ist es bei [Fisc04] genau umgekehrt. Der Ansatz von [Verh02] ist methodisch fundiert und gemäß den Aussagen des Autors auch praktikabel. Letztlich fehlen hier jedoch die Einzahlungsseite und deshalb ein Großteil der Projektrisiken. Insgesamt lässt sich demzufolge ein unbefriedigender Status konstatieren, den auch [JeLe04] kritisieren und der sich ebenso in der Praxis widerspiegelt. Dort stellt die integrierte Betrachtung des Werts und des Risikos einer Investition bislang die Ausnahme dar [Armo05].

In Kapitel 3 wird dieser Handlungsbedarf aufgegriffen und ein eigenes Verfahren erarbeitet. Im ersten Schritt stehen dabei die wichtigen Investitionszusammenhänge, für deren Berücksichtigung bislang noch kein Ansatz existiert, im Fokus. Dadurch wird verdeutlicht, welche Implikationen sich für die Gestaltung von IT-PF ergeben. Da die praktische Operationalisierbarkeit wichtig ist, wird diese in Kapitel 4 ausführlich am realen Beispiel eines FDL erläutert. Das Beispiel ist nachfolgend – auch um die

Problemstellung weiter zu konkretisieren – kurz eingeführt (die Darstellung sowie die Zahlen sind dabei anonymisiert):

Im Rahmen der jährlichen Planungen zum ITPM ist bei einem FDL ein dreistelliger Mio.-€-Betrag für IT-Projekte (exklusive Wartung & Betrieb) zu verteilen. Im Jahr 2004 wurde bspw. das Budget von rund 200 Mio. € auf ca. 350 Projekte allokiert. Dabei ist für die beantragten Vorhaben ein Business Case anzufertigen (max. fünf-jähriger Planungshorizont). Wie bei anderen Unternehmen auch, werden Anträge in Muss-Projekte (z. B. wegen gesetzlicher Auflagen) und Kann-Projekte unterschieden. Weiter liegen die erwarteten Aus- und Einzahlungsbarwerte und eine Risikoeinschätzung (Scoring-Modell) vor. Die Selektion der Einzelprojekte im PF erfolgt derzeit jedoch ausschließlich anhand der erwarteten Barwerte.

Die Einschätzung der Risiken erfolgt auf Basis einzelner Kriterien, wobei jeweils Scores von eins (sehr wahrscheinlich) bis fünf (eher unwahrscheinlich) zu vergeben sind. Das Einzahlungsrisiko wird bspw. aus dem Risiko der zeitlichen Verzögerung des Projektbeginns (z. B. mangelnde Verfügbarkeit personeller Ressourcen) abgeschätzt. Zur Ermittlung der Auszahlungsrisiken kommen u. a. Kriterien wie die Projektgröße oder die Anzahl der beteiligten Einheiten zum Einsatz. Eine derartige Erfassung von Einzelrisiken mit Scorewerten wäre (bei Vorliegen einer intersubjektiv interpretierbaren Skala) im direkten Vergleich zweier Projekte noch hilfreich. Allerdings kann spätestens die Ermittlung des PF-Risikos unter Berücksichtigung der einzelnen Scorewerte – aufgrund methodischer Verrechnungsprobleme – nicht mehr erfolgen. Da das im PF enthaltene Gesamtrisiko damit nicht transparent gemacht werden kann (bspw. welcher erwartete Return wird von einem PF mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% mindestens erbracht) erfolgt die Auswahl der Projekt und damit die Allokation eines PF allein nach dem Kapitalwert der Einzelprojekte. Dies hat zur Folge, dass ein PF selektiert wird, das zwar den maximalen Return, jedoch zugleich auch ein sehr hohes Risiko (wie sich später zeigt) besitzt.

Die damit einhergehenden Probleme lassen sich allgemein, da andere FDL ähnliche Verfahren nutzen, am besten mit Bezug zum oben genannten Bericht der Standish Group unterstreichen: Wenn im Schnitt nur ca. 30% der IT-Projekte innerhalb der geplanten Zeit, des geplanten Budgets und mit den geplanten Funktionalitäten abgeschlossen werden, d. h. beim überwiegenden Anteil Projektrisiken zuschlagen, muss eine PF-Selektion rein auf Basis erwarteter Renditen fast zwangsläufig zu enormen

Problemen und einer laufenden, ineffizienten Reorganisation/Improvisation führen. Dies ist v. a. auch deshalb prekär, da die Risiken des PF nicht transparent sind und sich somit nicht aktiv steuern lassen.

Somit stellt sich die Frage wie sich ein ITPM mit integrierter Rendite-/Risikobewertung entwickeln und im Fall der FDL operationalisieren lässt.

3 Ansatz zum IT-Portfoliomanagement

Zur Ermittlung der Rendite-/Risikoposition von IT-PF bedarf es eines Bewertungsverfahrens, das als Basis die korrekte Beurteilung der im PF enthaltenen Einzelprojekte liefert. Hierzu existiert – wie oben erwähnt – eine Vielzahl von Verfahren. Es ist nahe liegend, auf Bewertungsverfahren für Einzelprojekte zurückzugreifen, die dafür bereits eine integrierte Rendite-/Risikobewertung durchführen. Diese Anforderung schränkt die Menge potenzieller Verfahren ein. Eine grundsätzliche Vorgehensweise für die Bewertung von Investitions-PF wird bspw. von [FrHa04] skizziert, wonach sich der Wert eines Projekts (kompatibel zur Erwartungsnutzentheorie) als Aggregat aus einer Net Present Value- (NPV) und einer Risikokomponente ergibt. Ein darauf aufbauender Ansatz, der die speziellen Eigenschaften von IT-Investitionen berücksichtigt, wird in [WeZi05] vorgestellt. Er bildet im Weiteren die Basis. Vorteilhaft daran ist zudem die Tatsache, dass die Gestaltbarkeit der Rendite-/Risikoposition eines IT-Projekts (vgl. 2.4) berücksichtigt wird. Folgende Annahmen und Definitionen werden für den Ansatz getroffen:

- A1) Als quantitativer, mit den in 2.1 formulierten Anforderungen kompatibler, Wertbegriff soll der NPV eines Projekts i dienen. Er ist unsicher und wird durch eine Zufallsvariable Z_i repräsentiert. Sie entspricht der Differenz zweier normalverteilter, paarweise unabhängiger Zufallsvariablen, dem Barwert der Einzahlungen (E_i) und dem Barwert der Auszahlungen (A_i). Die Lage- und Streuungsparameter der Barwerte sind bekannt.

$$Z_i = E_i - A_i, i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Die Annahme der Unabhängigkeit von Ein- und Auszahlungen, liegt darin begründet, dass eine Veränderung des Auszahlungsrisikos bei gegebenem Funktionsumfang nicht eine Veränderung des Einzahlungsrisikos induziert und vice versa. Letztlich ist

gewährleistet, dass erhöhte Auszahlungsrisiken über den NPV indirekt in das Gesamtrisiko eingehen.

Es ergibt sich unmittelbar, dass der PF-NPV P_i ebenso unsicher ist und der Summe der Einzelprojekt-NPV (Z_i) der im PF Π enthaltenen Projekte entspricht.

$$P_i = \sum_i^n Z_i \cdot x_i \quad | x_i = \begin{cases} 0, & \text{falls } i \notin \Pi \\ 1, & \text{falls } i \in \Pi \end{cases} \quad (2)$$

Obwohl davon auszugehen ist, dass der NPV der Projekte i. d. R. nicht normalverteilt sein wird, ist dennoch (auch aufgrund von Erfahrungswerten) eine Verteilung, bei der negative Entwicklungen positiven gegenüberstehen durchaus realistisch und die Annahme deshalb in erster Näherung durchaus begründbar [vgl. FrHa04; Dörn03]. Unter den gegebenen Annahmen gilt für den erwarteten NPV eines Projekts bzw. eines PF stets:

$$\begin{aligned} \mu(Z_i) &= \mu(E_i) - \mu(A_i), i = 1, \dots, N \\ \mu(P_i) &= \mu \left(\sum_{i=1}^n Z_i \cdot x_i \right) = \sum_{i=1}^n \mu(Z_i) x_i \quad | x_i = \begin{cases} 0, & \text{falls } i \in \Pi \\ 1, & \text{falls } i \notin \Pi \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

A2) Da das Projektrisiko (vgl. 2.2) als Möglichkeit negativer bzw. positiver Zielabweichungen der realisierten NPV (z_i) von deren Erwartungswert $\mu(Z_i)$ verstanden wird, findet die Varianz σ_i^2 bzw. die Standardabweichung σ_i als Risikomaß Verwendung.

Die Varianz als Risikomaß erfüllt die in 2.2 gestellten Anforderungen der eindeutigen Interpretierbarkeit sowie der Subadditivität zur Ermittlung des PF-Risikos.

Weiter stellt sich die Frage, wie Abhängigkeiten zwischen den Einzahlungs- und Auszahlungsbarwerten zweier Einzelprojekte zu behandeln sind. Wie geschildert beeinflussen diese u. U. die Varianz des PF und damit letztlich auch die Vorteilhaftigkeit der Projekte bzw. des PF. Es werden zwei weitere Annahme getroffen:

A3) Die in 2.2 geforderte Berücksichtigung zeitpunktbezogener, stochastischer Abhängigkeiten zwischen Projektbarwerten wird über Kovarianzen beschrieben.

Auf Basis dieser Annahmen entspricht das Risiko eines Einzelprojekts der Summe der Aus- und Einzahlungsvarianzen:

$$\begin{aligned} \rho_i^{EA} &\stackrel{!}{=} 0 \Rightarrow \text{Cov}(E_i, A_i) = \rho_i^{EA} \cdot \sigma(E_i) \cdot \sigma(A_i) = 0 \\ \sigma^2(Z_i) &= \sigma^2(E_i + A_i) = \sigma^2(E_i) + \sigma^2(A_i) \end{aligned} \quad (4)$$

Damit ist das Projektrisiko ausschließlich von der Struktur der Ein- und Auszahlungen abhängig.

Weiter ist die Risikoposition des PF zu ermitteln. Das PF-Risiko soll – ebenso wie bei Einzelprojekten – als Wahrscheinlichkeit negativer oder positiver Abweichung vom erwarteten PF-NPV verstanden werden. Ein für den Projektverbund geeignetes Risikomaß für ein Einzelprojekt ist die Kovarianz eines Projekts zum PF. Annahme (A2) wird deshalb wie folgt modifiziert:

(A2') Das Risikomaß für ein Einzelprojekt i ist die Kovarianz des Einzelprojektes zum PF Π . Wie auch beim Einzelprojekt wird davon ausgegangen, dass Einzahlungsbarwerte paarweise unabhängig zu Auszahlungsbarwerten sind. Weiter sind Einzahlungs-/Auszahlungsbarwerte paarweise nie perfekt korreliert.

$$\text{Cov}(Z_i) = x_i \cdot \text{Cov}(Z_i, \Pi) = x_i \cdot \sigma^2(Z_i) + \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} x_i \cdot x_j \cdot \text{Cov}(Z_i, Z_j) \quad | x_i = \begin{cases} 0, & \text{falls } i \in \Pi \\ 1, & \text{falls } i \notin \Pi \end{cases} \quad (5)$$

Das PF-Risiko entspricht damit der Summe aller Kovarianzen.

$$\sigma^2(\Pi) = \sum_i x_i \cdot \text{Cov}(Z_i, \Pi) = \sum_i x_i \cdot \sigma^2(Z_i) + \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} x_i \cdot x_j \cdot \text{Cov}(Z_i, Z_j) \quad (6)$$

Während der erste Summand jeweils dem Einzelrisiko entspricht, lässt sich der zweite Summand als Maß für die Höhe des Verbundrisikos interpretieren, das einem Projekt zuzuordnen ist bzw. im PF enthalten ist. Nur im Falle paarweise unabhängiger Projekte entfällt der hintere Summand und das PF-Risiko entspricht der Summe aller Einzelvarianzen. Weiter wird deutlich, dass gerade bei großen IT-PF Verbundrisiken zunehmend an Bedeutung gewinnen, während Einzelrisiken an Bedeutung verlieren.

Da die Varianz eines Projekts der Summe der Varianzen der Projekteinzahlungs- und –auszahlungsbarwerte entspricht, gilt für den Korrelationskoeffizienten $\rho_{i,j}$ zwischen zwei Projekten i und j unter den gegebenen Annahmen:

$$\rho_{i,j} = \rho_{i,j}^E \cdot \frac{\sigma(E_i) \cdot \sigma(E_j)}{\sigma(Z_i) \cdot \sigma(Z_j)} + \rho_{i,j}^A \cdot \frac{\sigma(A_i) \cdot \sigma(A_j)}{\sigma(Z_i) \cdot \sigma(Z_j)} < 1, \quad (7)$$

Hieraus folgen Eigenschaften, die erste Hinweise auf die Relevanz des ITPM geben:

- Der Korrelationskoeffizient ergibt sich aus der gewichteten Summe der Ein- und Auszahlungskorrelationen und ist stets kleiner eins ($\rho_{i,j} < 1$).
- Damit können in jedem PF ($i \geq 2$) immer Diversifikationsvorteile erzielt werden, da die Risiken zweier Projekte paarweise nicht vollständig korreliert sind.
- Die Steuerung einzelner Bereiche über dezentrale IT-Budgets ist ökonomisch nicht sinnvoll und kann zu ineffizienten Ergebnissen führen.
- Deshalb muss, um eine effiziente Auswahl zu gewährleisten, das gesamte Investitionsprogramm inklusive Risikoverbundeffekten bewertet werden ([BoSu00] und [JeLe04] kommen aufgrund qualitativer Überlegungen bzw. empirischer Untersuchungen zu ähnlichen Forderungen).

A4) Es wird ein risikoaverser Entscheider angenommen.

Realistischerweise wird ein risikoaverser Entscheider unterstellt, der ein Projekt mit einem sicheren NPV (Sicherheitsäquivalent) einem anderen, unsicheren Projekt mit einem Erwartungswert in gleicher Höhe vorzieht. Dies ist mit der Tatsache kompatibel, dass IT-Projekte hohe immanente Risiken aufweisen, die es zu minimieren gilt [z. B. Krcm05; WeZi05]. Prinzipiell lassen sich auf Basis dieser Annahmen IT-PF bereits bewerten. Allerdings ist die Operationalisierung des Verfahrens die größte Herausforderung.

4 Operationalisierung und IT-gestützte Anwendung

Für die Operationalisierung des Ansatzes wird das obige Beispiel des FDL fortgeführt (die Darstellung sowie die Zahlen sind dabei verändert bzw. anonymisiert). Hierbei waren folgende Probleme zu lösen:

1. Wie lässt sich die Vielzahl notwendiger Inputgrößen, wie bspw. die Abhängigkeiten zwischen Projekten abschätzen?
2. Wie wird das Problem der großen Menge an PF gelöst, aus denen das zu realisierende zu wählen ist (bei 20 Vorhaben ergeben sich schon über eine Million

möglicher PF)? Wie lassen sich hierbei die dominanten PF und das für den FDL beste PF identifizieren?

3. Wie lässt sich die Gestaltbarkeit des Umfangs und damit der NPV-/Risiko-Position eines Projekts berücksichtigen (vgl. 2.4)?

Wie die Punkte verdeutlichen, besteht bei der praktischen Anwendung vor allem das Problem der Aufnahme der Daten und Variationsmöglichkeiten für eine große Anzahl an Projekten und an möglichen PF. Gelöst werden soll dies durch

- (I) die systematische, IT-gestützte Abfrage von Projektdaten, Ressourcenabhängigkeiten und möglicher Szenarien des Projektverlaufs basierend auf den IS-Architekturebenen des FDL.
- (II) die pragmatische Betrachtung (jedoch nicht die Bildung) unabhängiger Teil-PF basierend auf der Eingliederung der Projekte in die Architekturebenen.
- (III) den Einsatz eines prototypischen IT-Systems und eines genetischen Algorithmus zur Ermittlung dominanter PF.
- (IV) die Berücksichtigung und Hinterlegung von Variationsmöglichkeiten des Umfangs ausgewählter Projekte im IT-System.

Das erste Problem betrifft die Ermittlung der erwarteten Ein- und Auszahlungsgrößen je Projekt, der möglichen Abweichungen der realisierten Ein-/Auszahlungen von deren Erwartungswerten sowie die Abschätzung von Abhängigkeiten zwischen Projekten.

Zunächst wurde der jeweilige Business Case der Vorschläge ausgewertet. Neben Projektrahmendaten, wie inhaltliche Beschreibung, Meilensteine, Gesamtlaufzeit, Projektleiter und –beteiligte sowie deren Erfahrungshorizont etc. wurden die erwarteten Ein- und Auszahlungsbarwerte aufgenommen. Jedoch sollten Letztere nicht nur als Einzelwerte berücksichtigt werden. Vielmehr sollten verschiedene projektinterne Szenarien identifiziert werden, die zu einem besseren oder schlechteren Projektverlauf führen können. Das Raster zur Ermittlung der Szenarien bildeten die Ebenen der IS-Architektur (vgl. Bild 2) und konkret die Analyse- und Gestaltungsobjekte (z. B. Partner, Markt- und Prozessleistungen, Führungsgröße, Fachkomponenten vgl. [Wint03]) des semantischen Metamodells jeder Ebene. Insofern wurden ca.

12 Fragen je Ebene definiert. Auf Strategieebene sind dies bspw.: Welche neuen Produkte oder Dienstleistungen können zu welchem Preis dem FDL-internen Kunden bzw. Endkunden durch das Projekt neu bereitgestellt werden? Ergeben sich quantifizierbare Verbesserungen in der Kooperation mit Partnern? Auf Prozessebene kann bspw. nach den Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung der Prozesse gefragt werden, sowohl auf die Leistungsverflechtungen (geringere Durchlaufzeiten oder -kosten) als auch auf den Ressourcenbedarf (Personalausstattung, höhere laufende IT-Kosten) bezogen. Mit Hilfe dieser Fragen soll ermittelt werden, auf welchen Architekturebenen das Projekt einzuordnen ist (viele IT-Projekte besitzen sehr wohl erhebliche Auswirkungen auf die Strategie und die Zusammenarbeit mit Kunden und Partnern) und welche Verbesserungen zu erwarten sind.

Hintergrund der Ermittlung von Szenarien ist es, die wesentlichen projektinternen Risikofaktoren für den Projektverlauf zu identifizieren. Dabei sind zu jedem Szenario dessen Eintrittswahrscheinlichkeit sowie die erwartete Veränderung der Ein- und Auszahlungsbarwerte zu schätzen (anstatt der dimensionslosen Risikoscores). Anhand der Inputdaten kann danach der Erwartungswert μ_i und die Standardabweichung σ_i eines Projekts i berechnet werden. Bild 2 verdeutlicht vereinfacht die Einordnung von Projekten in die Architekturebenen:

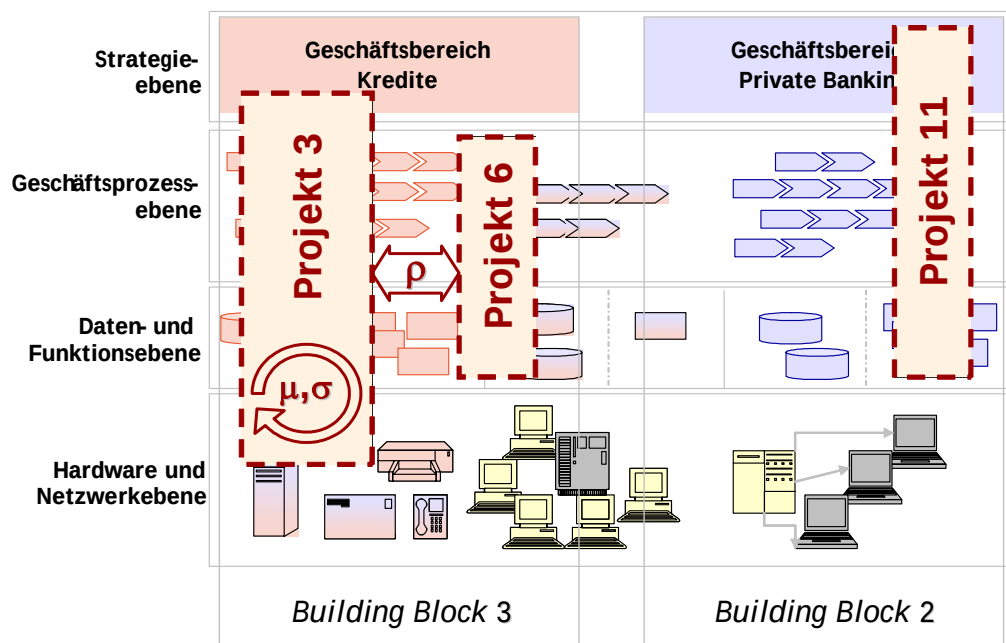


Bild 1 Ebenen einer IS-Architektur (in Anlehnung an [Wint03])

Wie das Bild veranschaulicht, sind die Größen $\mu(Z_3)$ und $\sigma(Z_3)$ für Projekts 3 nur anhand der projektinternen Szenarien zu ermitteln. Projekt 3 betrifft die Entwicklung und Einführung einer neuen Applikation zur Verwaltung von Hypothekendarlehen. Hierbei wird nicht nur die bisherige Applikation abgelöst, sondern es sollen bspw. zukünftig auch durch die systemgestützte Anbindung an Drittsysteme neue Kreditarten und höhere Darlehensvolumina abwickelbar sein. Fünf unabhängige Szenarien j , deren Eintrittswahrscheinlichkeiten p_{3j} sowie die Auswirkungen auf die erwarteten Barwerte, lassen sich identifizieren:

Nr.	Szenariobeschreibung	p_{ij}	A_i	ΔE_i
I	Entwicklung und Einführung eines neuen AWS zur Darlehensverwaltung (Grundszenario wie geplant)	50%	490 T€	2.054
II	Die Anbindung an Drittsysteme soll mit einer neu eingeführten Integrationsplattform realisiert werden. Hier besteht ein Technologierisiko, ob die Anbindung zu den kalkulierten Kosten gelingt.	60%	+150 T€ ($=\Delta A_i$)	--
III	Der Sachmittelreduktion in den Verwaltungsprozessen kann wegen des Neuheitsgrads der IT-Funktionalität nur zeitverzögert umgesetzt werden.	50%	--	-250 T€ ($=\Delta E_i$)
IV	Ist die durchgängige Prozessintegration realisierbar, so lassen sich zukünftig bisher noch nicht angebotene Kreditarten in die Produktpalette aufnehmen.	20%	--	+385 T€ ($=\Delta E_i$)
V	Zur Realisierung ist die intensive Mitarbeit dreier Fachspezialisten des Bereichs Hypothekendarlehen notwendig. Deren Verfügbarkeit ist wegen der Einbindung in operativen Tätigkeiten nicht gesichert. Deshalb müssen ggf. externe Spezialisten verpflichtet werden.	60%	+133 T€ ($=\Delta A_i$)	--

Mit den Szenarien lässt sich nunmehr der erwartete NPV $\mu(Z_3)=1.416 \text{ T €}$ und die Standardabweichung $\sigma(Z_3)=221 \text{ T €}$ ermitteln.

Während der Aufwand für die Ermittlung des NPV und der projektinternen Risiken gerade mit dem Raster der Architekturebenen überschaubar ist und systematisch erfolgen kann, droht die Ermittlung der Abhängigkeiten zwischen den Projekten (Korrelationen) in der Praxis am Analyseaufwand zu scheitern. Bspw. wären bei 30 Projektanträgen rund 435 Abhängigkeiten zu betrachten. Neben der Mengenprob-

ematik stellt sich auch die Schwierigkeit, dass die einzelnen Projektleiter oftmals andere Anträge nur bedingt kennen und nicht die Zeit besitzen, sich zur Identifikation der Abhängigkeiten mit anderen IT-Projekten zu befassen.

Hier soll ein pragmatisches, zweiseitiges Vorgehen gewählt werden. Zum einen sollen die Projektleiter proaktiv diejenigen Projekte nennen, zu denen sie inhaltliche oder ressourcenbezogene Interdependenzen kennen. Zum zweiten will man nur diejenigen Projekte einer Analyse unterziehen, die aufgrund bestimmter, bereits dokumentierter Kriterien Interdependenzen besitzen könnten. Hier lassen sich wiederum die Architekturebenen sowie die beim FDL vorhandene Konzeption der Building Blocks verwenden. Building Blocks umfassen die fachlich orientierte Modularisierung und Kapselung größerer logischer Bereiche (bspw. Vertriebs- oder Abwicklungsfunktionen), die sich über alle Ebenen der IS-Architektur erstrecken [detailliert in Jung04]. Insofern bilden sie vertikale Schnitte durch die Strategie-, Geschäftsprozess-, Anwendungs- und Integrationsebene (vgl. Bild 2). Innerhalb eines Building Blocks besteht eine hohe Kopplung der Prozesse, Anwendungen etc., zwischen den Blöcken eine geringe Kopplung, die z. B. in gleichen Vorgehensmodellen, Technologien, Top-Managementprozessen etc. begründet ist. Zwei Projekte unterschiedlicher Building Blocks werden deshalb standardmäßig als leicht positiv korreliert ($\rho_{i,j} = 0,25$) angesehen, außer eine stärkere/schwächere Interdependenz ist direkt aus der Projektbeschreibung zu erkennen oder wird vom Projektleiter genannt. Bei Projekten des gleichen Building Blocks und der gleichen Architekturebenen sind wiederum Fragen zu den Ebenen systematisch zu beantworten (wie bspw. Prozessabhängigkeiten, gemeinsame Datenhaltung, gemeinsame Fachkomponenten, gleiche Infrastruktur, gleiche Mitarbeiter etc.). Anhand derartiger struktureller und ressourcenbezogener Interdependenzen lassen sich die Risikofaktoren (z. B. Entwickler mit Expertenwissen, die in zwei Projekten mitarbeiten, sind nicht verfügbar) identifizieren. Handelte es sich dagegen um Projekte des gleichen Building Blocks, aber unterschiedlicher Architekturebenen, kann eine verkürzte Analyse erfolgen. Auf diese Weise lässt sich die Menge an zu untersuchenden Abhängigkeiten um ca. 85% reduzieren.

Nach Identifikation der inhaltlichen Abhängigkeiten geht es darauf basierend an die Bestimmung der Korrelationskoeffizienten. Um hier Scheingenauigkeiten vorzubeugen, werden für die Koeffizienten zwischen zwei Projekten nur wenige diskrete Werte

zugelassen, die über Wirkungsrichtung und Stärke Auskunft geben. Sofern die NPV zweier Projekte sich positiv/negativ beeinflussen, ist $\rho_{i,j} > 0 / \rho_{i,j} < 0$.

Tabelle 2 Raster für die Korrelationskoeffizienten

stark positiv	mittel positiv	leicht positiv	neutral	Leicht negativ	mittel negativ	stark negativ
$\rho_{i,j} = 0,75$	$\rho_{i,j} = 0,5$	$\rho_{i,j} = 0,25$	$\rho_{i,j} = 0$	$\rho_{i,j} = -0,25$	$\rho_{i,j} = -0,5$	$\rho_{i,j} = -0,75$

Beispielhaft sei die Abschätzung an zwei Einzelprojekten erläutert: Im PF befindet sich zum einen das Projekte 3 zur Entwicklung einer Darlehensverwaltungsapplikation (vgl. Tabelle 3). Zum zweiten existiert das Projekt 6, das die Überarbeitung der Sicherheitenbestellung (Grundschuld, Bürgschaften, etc.) bei Krediten betrifft. Beide Projekte liegen im gleichen Building Block, sodass grundsätzlich Korrelationen zu prüfen sind. Bei der Tool-gestützten Datenerfassung werden für Projekte desselben Building Blocks aufgenommen, ob sie bspw. gleiche Prozesse unterstützen, von gleichen Entwicklern umgesetzt werden oder gemeinsame Schnittstellen besitzen. Für die Projekte schlägt die Applikation aufgrund der Interdependenz der Entwicklungsauszahlungen beider Projekte eine hohe Korrelation vor ($\rho_{3,6} = 0,75$), da beide Projekte (vereinfacht) auf identische Schnittstellen zu einer Kreditvertriebsapplikation zurückgreifen. Können diese in der erforderlichen Zeit und Qualität sowie im notwendigen Umfang nicht bereitgestellt werden, ergeben sich Verzögerungen bzw. es müssen Eigenentwicklungen in den Projekten erfolgen. Die Einzahlungen können demgegenüber aufgrund der Abhängigkeit zur Restrukturierung des bestehenden Prozesses der Kreditvergabe, auf den beide Projekte unterschiedlich stark basieren, als mittel stark positiv korreliert ($\rho_{3,6} = 0,5$) angenommen werden.

Liegen die Inputdaten vor, können alle möglichen PF ermittelt werden, wobei sich deren Anzahl zunächst schon dadurch reduziert, da ein wesentlicher Anteil des Budgets für Muss-Projekte reserviert ist [z. B. EIBe02]. Gleichwohl ist die Selektion der restlichen Kann-Projekte im PF umso interessanter, da sie im Gegensatz zu den Muss-Projekten einen positiven erwarteten NPV aufweisen sollten, wobei auch Projekte mit negativem NPV (bspw. bei einer negativen Korrelation zu anderen Projekten) denkbar sind. Es ist jedoch wichtig darauf hinzuweisen, dass für Muss-Projekte NPV, Varianz sowie Korrelationen ebenso zu ermitteln sind, da sie Bestandteil des

PF sind und somit dessen Rendite-/Risikoposition beeinflussen. Dies wird in der Praxis oftmals vernachlässigt.

Um die Menge der noch verbleibenden PF weiter zu reduzieren, sind diejenigen zu streichen, die gegen Ressourcenrestriktionen verstoßen. Im entwickelten Prototyp lassen sich bspw. Budgetrestriktionen barwertig berücksichtigen, wobei alternativ auch zeitpunktbezogene Liquiditätsrestriktionen Verwendung finden könnten. Ist die Anzahl möglicher PF noch zu groß, sind die dominanten PF zu ermitteln. Die Menge aller PF, für die gilt, dass kein PF existiert, welches bei gegebener Standardabweichung einen höheren NPV bzw. bei gegebenem NPV eine geringere Standardabweichung hat, bildet die Menge dominanter PF [vgl. StBr02]. Damit ist nur die Wahl eines dominanten PF unter NPV-/Risikoaspekten ökonomisch sinnvoll. Zur Ermittlung der dominanten PF kann auf den genetischen Algorithmus Nondominated Sorting Genetic Algorithm II zurückgegriffen werden [DPAM00], der als Bibliothek des Programms Matlab™ zur Verfügung steht. Die Menge verbleibender dominanter PF ist i. d. R. auch bei großer Zahl eingespeister Projekte letztlich überschaubar und entspricht nach Erfahrungswerten ca. 4-8% der ursprünglich möglichen PF.

Um das Ergebnis der PF-Optimierung übersichtlich darzustellen, wurden 16 reale Projekte des FDL ausgewählt, wobei die Übertragbarkeit auf alle ca. 450 Projektanträge gewährleistet ist. Eine kurze Übersicht über diese 16 Projekte gibt die folgende Tabelle (Hinweis: Die Projekte bedingen sich nicht gegenseitig):

Tabelle 3 Projektübersicht (Zahlungsgrößen in T€)

Nr.	Projektbeschreibung	Building Block (BB)	BB. Nr.	E_i	A_i	NPV_i	$\sigma(NPV_i)$
1	MAK-Bestandteile	Kreditsysteme	3	246	190	55	47,38
2	Anpassungen neue Produkte	Kreditsysteme	3	170	65	105	29,73
3	Darlehensverwaltung	Kreditsysteme	3	2.006	590	1.416	220,93
4	Sicherheiten I	Kreditsysteme	3	26	265	-240	48,37
5	Systemanpassung	Kreditsysteme	3	0	129	-129	15,00
6	Sicherheiten II	Kreditsysteme	3	20	224	-204	291,97
7	Limitsysteme	Kreditsysteme	3	0	149	-149	22,00
8	Risikotransfer	Kreditsysteme	3	2.021	1.523	498	285,02
9	Workflow-Steuerung	Private-Banking	2	4.336	1.585	2.751	523,42
10	Produkt- und Beratungsplattform I	Private-Banking	2	5.121	4.500	621	1.264,33
11	Produkt- und Beratungsplattform II	Private-Banking	2	6.923	6.325	599	1.887,99
12	Backoffice Schnittstellenanpassung	Handelssysteme	1	579	85	494	121,20
13	Gesetzliche Anforderungen	Handelssysteme	1	861	126	735	167,21
14	Datenversorgung/Releasewechsel	Handelssysteme	1	0	1.585	-1.585	179,00
15	EinführungFramework/Klassenbib.	Infrastruktur	Infrastruktur	2.554	1.007	1.547	439,19
16	Security	Sicherheits-Infrastruktur	Infrastruktur	0	1.543	-1.543	345,00

Die Tabelle zeigt die Projekte, den zugehörigen Namen, die Einteilung als Muss- bzw. Kann-Projekt, die Zuordnung zu einem Building Block (Kreditsysteme=3, Private Banking=2 und Handelssysteme=1) bzw. gekennzeichnet als übergreifendes Infrastrukturprojekt, die erwarteten Kapitalwerte NPV_i sowie deren Standardabweichung $\sigma(NPV_i)$.

Das vom FDL aufgrund des derzeit verwendeten NPV-/Risiko-Scoringverfahrens gewählte PF würde alle 16 Projekte außer dem 8. Projekt *Risikotransfer* umfassen (bei einer größeren Anzahl an Kann-Projekten oder bei geringerem Budget würden natürlich noch weitere Projekte wegfallen). Das PF besitzt bei einem Budget von 18,3 Mio. € (Restriktion Auszahlungsbarwert ≤ 19 Mio. €) den maximal möglichen NPV von 4.474 T€ (im Weiteren als PF A* bezeichnet). Dies folgt aus der bisherigen Zielsetzung der Maximierung des NPV ohne Risikobetrachtung.

Obwohl PF A* auch unter Berücksichtigung der Risiken nie dominiert wird (wegen des maximalen NPV), ist es unter den zulässigen zugleich das risikoreichste PF. Dies lässt sich anhand der Standardabweichungen der Projekte sowie der Korrelationskoeffizienten ermitteln.

Mit Hilfe des prototypischen IT-Systems wurden im Beispiel alle dominanten PF ermittelt und in einem σ - μ -Diagramm visualisiert (vgl. Bild 2). Wie das Bild verdeutlicht, lassen sich eine Reihe dominanter PF ermitteln, die als Rauten markiert sind. Von insgesamt 1024 möglichen PF im Beispiel sind 87 PF dominant (markiert als ausgefüllte Rauten). Zudem sind 27 PF unter der Budgetrestriktion nicht zulässig (leere Rauten). Das PF A* besitzt dabei die (σ, μ) -Koordinaten (3.974; 4.474), wobei Korrelationen bereits im Risiko berücksichtigt sind. Wie das Bild weiter darlegt, gibt es eine Reihe dominanter PF, die einen geringfügig kleineren NPV als A* aufweisen, jedoch ein wesentlich geringeres Risiko.

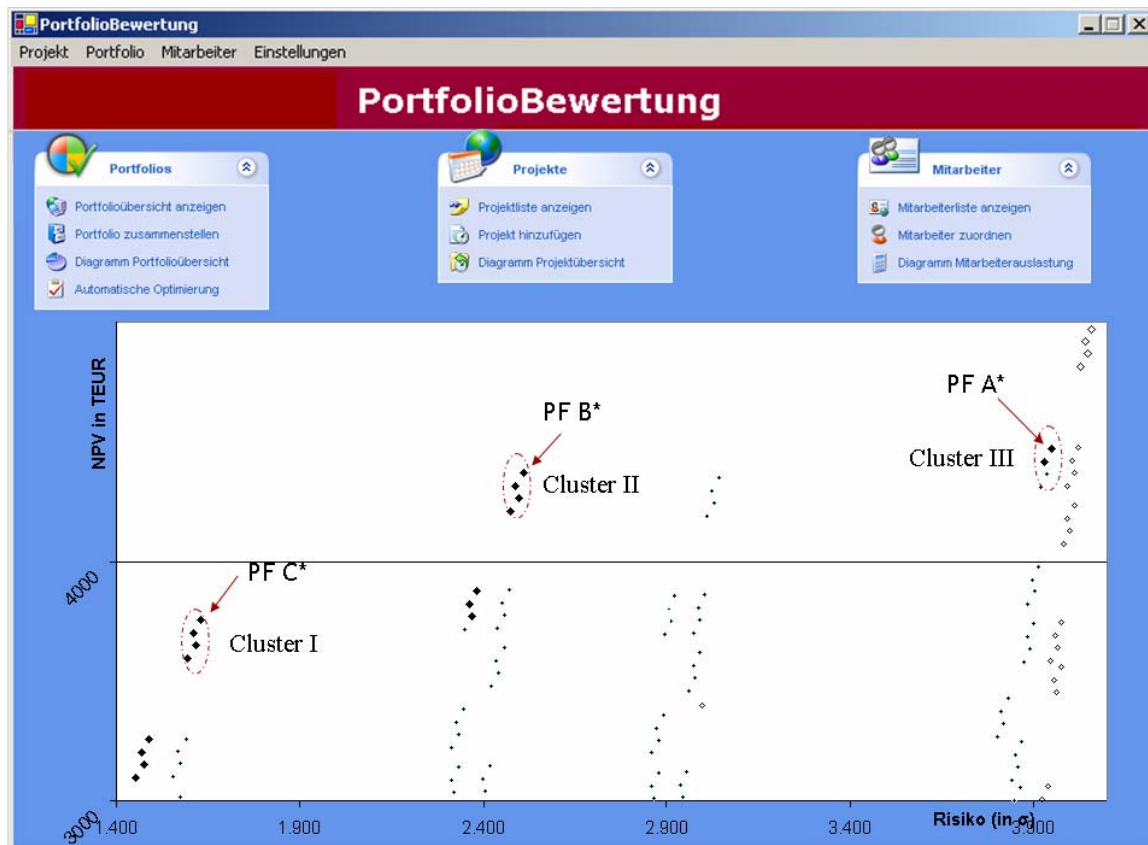


Bild 2 NPV-Risiko-Positionen aller dominanter PF

Einerseits existiert bspw. das PF B^* , das bei einem NPV von 4.374 T€ ein Risiko von nur 2.507 T€ aufweist. B^* beinhaltet nicht Projekt 11, berücksichtigt jedoch im Vergleich zu A^* Projekt 8. Zum zweiten verspricht die Realisierung des PF C^* bei einem NPV von 3.753 T€ ein weitaus geringes Risiko von nur 1.630 T€. Es beinhaltet nicht die Projekte 10 und 11, berücksichtigt jedoch im Vergleich zu A^* Projekt 8.

Folgende Ergebnisse sind dabei interessant und kritisch zu diskutieren:

1. Um die Auswirkung der Risiken zu verdeutlichen, wird verglichen, welcher erwartete NPV mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% mindestens realisiert wird. Bei PF A^* erhält man 1.153 T€, bei B^* 2.264 T€ und bei C^* 2.380 T€. Legt man zugrunde, dass allgemein im Schnitt in ca. 70% aller IT-Projekte eine zeitliche Verzögerung, eine Budgetüberschreitung, ein höherer Ressourcenbedarf oder ähnliches vorliegen (vgl. oben zitierten Bericht der Standish Group [Stan01]), also Sachverhalte, die sich im Projektrisiko wider spiegeln, unterstreicht dies, dass eine Bewertung von PF rein nach dem erwarteten NPV i. d. R. zu einer Fehlallokation führt. Mit der Wahl des NPV-maximalen PF A^* sind somit enorme Konfliktpotenziale und finanzielle Komplikationen (Überschreitung des PF-Budgets etc.)

schon fast vorprogrammiert, zumal sich nicht transparente Risiken auch nicht aktiv steuern lassen.

2. Die Berücksichtigung von Risiken lässt sich weiter konkretisieren. Beide PF B^* und C^* beinhalten, wie die anderen risikoärmeren, dominanten PF, die Projekte 10 und 11 zum Aufbau einer Produkt- und Beratungsplattform nie zugleich. Dies liegt nicht an deren hohen Ein- und Auszahlungsströmen, sondern an den Korrelationen zwischen diesen Projekten und dem damit verbundenen sich verstärkenden Risikoeffekt. Gerät eines der Projekte in Schieflage, was bei dieser Größe nicht selten ist, ist auch das jeweils andere (und auch das hoch korrelierte Projekt 9 *Workflow-Steuerung*) betroffen. Zwar ist den Autoren klar, dass es bei ex-post Analysen immer leicht ist, Fehlallokationen zu kritisieren. Dennoch lohnt die Betrachtung der Risikoposition alternativer PF und die Schaffung einer ex-ante Risikotransparenz, um zumindest in Teilen Fehlallokationen zu vermeiden. Dies muss im Umkehrschluss nicht zwingend heißen, die Projekte 10 und 11 nie zugleich durchzuführen. Jedoch kann bspw. durch Reduktion des Projektumfangs, eine geänderte zeitliche Eintaktung oder eine (partielle) Ressourcenentflechtung die Risikoposition aktiv verbessert werden [vgl. WeZi05].
3. Ein anderer Aspekt kristallisiert sich bei der Ermittlung der projektinternen Risiken heraus. Oben wurden Szenarien für den Projektverlauf sowie für die Veränderung *der Ein- und Auszahlungsgrößen* definiert. Würde man direkt den NPV und dessen Veränderung abschätzen, so würden – dies unterstreichen die praktischen Erfahrungen – Projektrisiken häufig systematisch falsch ermittelt. Woran dies liegt, lässt sich bspw. am Projekt 8 verdeutlichen. Zwar sind die möglichen Abweichungen der Ein- und Auszahlungsbarwerte des Projekts 8 als relativ gering in Bezug auf die Höhe der Barwerte (jeweils ca. 11%) einzuschätzen. Da jedoch der NPV als Differenz der Barwerte nur 498 T € beträgt, wirken sich die saldierten Risiken der Barwerte mit $\sigma(NPV) = 285 \text{ T €}$ (ca. 57% des NPV) sehr viel stärker aus. Insofern wird hier mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% nur ein NPV von 258 T € realisiert. Die direkte Abschätzung des NPV-Risikos für die gleichen Szenarien (ohne Umweg über die Ein- und Auszahlungsbarwerte) würde lediglich einen Wert von nur 60 T € (ca. 12%) ergeben. Die Ursache dieser Fehleinschätzung der Risiken ist die „gedanklich lineare Verrechnung“ von Risiken nach dem Grundsatz „ein kleinerer erwarteter NPV besitzt auch ein kleineres Risiko“. Teil-

weise wird auch in einigen Projektmanagementprogrammen eine Veränderung des NPV (oder gar von Risikoscorewerten auf Basis des NPV) statt der originären Zahlungsgrößen abgeschätzt. Dies kann die Ermittlung der Risiken stark verfälschen.

4. Einen offenen Punkt stellt die konkrete Auswahl *eines* PF aus der Menge der dominanten dar. Theoretisch könnte man z. B. Präferenzfunktionen verwenden, d. h. ein Entscheider hat anzugeben, wie viel NPV er ausgehend von einem bestimmten Wert zu opfern bereit ist, wenn sich das PF-Risiko um bspw. 100 T € reduzieren soll. Derartige Nutzenfunktionen sind in der Praxis bei sich verändernden Rahmenbedingungen sehr schwierig zu ermitteln. Hier lässt sich ein Clustereffekt nutzen, der bei der graphischen Darstellung dominanter PF sichtbar wird. Im obigen Beispiel sind drei PF-Cluster gut zu erkennen (durch Ellipsen hervorgehoben). Die Cluster kommen dadurch zu Stande, dass die Aufnahme bzw. Streichung einiger weniger Projekte im PF deutliche Veränderungen der NPV-/Risikoposition bewirkt (v. a. große, stark korrelierte Infrastrukturprojekte). Wegen ihrer unterschiedlichen NPV-/Risikopositionen können die Cluster auch bei der konkreten PF-Wahl helfen. Im Sinne einer Managementunterstützung bei der Wahl sind die drei Cluster I, II und III als sehr ertragsstark, aber risikoreich (I), ertragsstark und risikoreduziert (II) bzw. ertragsbegrenzt, aber stark risikoreduziert, zu charakterisieren. Damit lassen sich die Präferenzen der Entscheider pragmatisch berücksichtigen, ohne Nutzenfunktionen zu ermitteln. Bspw. würde ein stark risikoaverser Entscheider klar ein PF aus Cluster III präferieren.
5. Innerhalb eines gewählten Clusters kommt nun der Umstand zum Tragen, dass Projekte in Grenzen gestaltbar sind [ausführlich in WeZi05]. Da die Analyse und Dokumentation jeder Variationsmöglichkeit aller Projekte unter praktischen Gesichtspunkten völlig illusorisch wäre und zudem nur eine sehr begrenzte Anzahl von Variationen unter fachlichen und technischen Gesichtspunkten wirklich Sinn macht, betrachtet man nur die PF und Projekte des zuvor präferierten Clusters. Dabei können aus pragmatischen Gesichtspunkten auch knapp dominierte bzw. nicht mehr zulässige PF in die engere Wahl aufgenommen werden. Danach sind für ausgewählte Projekte, die das Risiko dieser PF besonders (negativ) beeinflussen, diejenigen Projektteile auszuzeichnen, die variabel hinzu- bzw. weggenommen werden können (z. B. später realisierbare Funktionalitäten). Erfolgt die Defi-

nition von Variationsmöglichkeiten für mehrere Projekte, sind diese (aufgrund der hohen Anzahl an Kombinationen) wiederum im Prototyp mit ihren Auswirkungen auf die quantitativen Bewertungsgrößen zu hinterlegen. Auf dieser Basis kann nunmehr Innerhalb des präferierten Clusters die Selektion und Feinjustierung erfolgen.

6. Ein weiterer interessanter, praktisch relevanter Sachverhalt ergibt sich, wenn nach Festlegung des PF zu Beginn der Realisierungszeit ein zusätzliches Großprojekt (bspw. Infrastrukturprojekt durch Auftrag der Geschäftsführung) hinzuzunehmen ist. Selbst wenn die schon allokierten Budgets davon nicht betroffen sind, können sich weit reichende Auswirkungen auf die NPV/Risikoposition des bestehenden PF ergeben, die wegen der isolierten Betrachtung des Großprojekts und der zugrunde liegenden Managementintention oftmals vernachlässigt werden. Zeigt nämlich die isolierte Betrachtung, dass die Standardabweichung des Großprojekts σ_{GP} im Verhältnis zur Standardabweichung des Gesamt-PF σ_{PF} gering ist, wirkt dies zunächst beruhigend, da kein großer Risikozuwachs durch die Hinzunahme erwartet wird. Jedoch lässt sich zeigen, dass schon bei schwachen Korrelationen zwischen dem Großprojekt und dem PF (bspw. $\rho_{GP,PF} = 0,25$) der korrelationsbedingte Risikozuwachs im PF um den Faktor $\frac{2 \cdot \rho_{GP,PF} \cdot \sigma_{PF}}{\sigma_{GP}}$ – also um ein Vielfaches – höher ist als das projektinterne Risiko σ_{GP} des Großprojekts. Ein derartiges Projekt kann damit, auch wenn es selbst keine hohes projektinternes Risiko hat, durch seine Aufnahme die NPV-/Risikoposition des bisherigen PF nachhaltig verschlechtern. Dies ist deswegen problematisch, da Korrelationen zwischen dem hinzukommenden Großprojekt und dem bestehenden PF oftmals in der Praxis gar nicht betrachtet werden, d. h. man ist sich bei einer isolierten Betrachtung der zusätzlichen Risiken gar nicht bewusst und kann diese demnach auch nicht aktiv steuern. Insofern ist unter Risikoaspekten zu fordern, auf derartige Erweiterungen im Rahmen des Business-IT-Alignments einzugehen und das bisherige PF zu konsolidieren bzw. umzugestalten.
7. Ein letzter Punkt betrifft den Prototypen. Anhand der Erfahrungen sind Verbesserungen insbesondere bei der Veranschaulichung dominanter PF sowie der Wiedergabe von Detailinformation zu den Einzel-PF anzustreben. Wichtig ist es, ent-

scheidungsrelevante Unterschiede zwischen den Clustern, danach Unterschiede zwischen PF eines Clusters und im dritten Schritt Detailinformationen zu einem einzelnen PF bzw. Projekt verständlich darzustellen. Insofern bietet sich die strukturierte, hierarchische Wiedergabe der Informationen (Cluster→PF→Projekt) an. Daneben ist die bessere Visualisierung des Risikos ein offener Punkt.

5 Allgemeine Ergebnisse und Ausblick

Im Beitrag wurde ein Verfahren zur Auswahl eines IT-Projekt-PF vorgestellt. Im Vergleich zu bisherigen methodisch fundierten Ansätzen, bei denen die Operationalisierung und Anwendung schwierig ist, kann das Verfahren in der Praxis eingesetzt und die Inputgrößen mit vertretbarem Aufwand erhoben werden. Dies wurde anhand der Fallstudie verdeutlicht. Wesentliche Ergebnisse sind:

- Das Verfahren berücksichtigt die in Kapitel 2 definierten Anforderungen an den Wertbegriff (Bewertungsunabhängigkeit, Additivität und Diskontierbarkeit) und das Risikomaß (Subadditivität). Bei den Risikointerdependenzen wurde zunächst auf die wichtigen zeitpunktbezogenen Investitionszusammenhänge abgestellt, die in bisherigen Ansätzen zum ITPM noch nicht berücksichtigt wurden.
- Neben der methodischen Fundierung des Verfahrens ist dessen Operationalisierbarkeit ein wesentliches Qualitätskriterium. In Kapitel 4 wird hierfür eine Umsetzung vorgeschlagen, die auch bei einer Vielzahl an Projektvorschlägen praktikabel ist. Die bislang in der Praxis oftmals vernachlässigten Risiken zwischen Projekten lassen sich anhand der Ebenen (und Building Blocks) der IS-Architektur sowie mit Hilfe von Szenarien systematisch erfassen.
- Durch das Verfahren lassen sich die Projektrisiken aktiv steuern. Laut dem Bericht der Standish Group werden im Schnitt ca. 70% aller IT-Projekte nicht planmäßig durchgeführt. Es wäre deshalb geradezu fahrlässig, Risiken zu unterschätzen oder gar zu ignorieren und das NPV-maximale und ggf. risikoreichste PF zu realisieren. Besteht eine Transparenz über die Risiken, können bspw. starke Abhängigkeiten von Projekten durch reduzierte Projektumfänge, geänderte zeitliche Einplanung oder eine Ressourcenentflechtung entzerrt werden. „Kaskadierende“ Effekte bei Problemen oder dem Fehlschlagen eines Projektes sind reduzierbar oder vermeidbar. Daneben müssen projektinterne Risiken und deren Auswirkun-

gen direkt bei den Zahlungsgrößen und nicht auf den NPV ermittelt werden, da sonst systematische Fehleinschätzungen resultieren können.

- Die Vorselektion eines zu realisierenden PF kann durch Bildung von Clustern mit dominanten PF unterstützt werden. Stark risikoaverse Entscheider können bspw. im ersten Schritt ein entsprechendes Cluster mit dominanten, stark risikoreduzierten PF wählen, ohne Einzeldetails von PF und Projekten kennen zu müssen. Innerhalb eines präferierten Clusters kann danach der Umfang ausgewählter Projekte variiert werden. Somit lässt sich unter pragmatischen Gesichtspunkten auch die Anforderung einer aktiven Gestaltung der NPV-/Risikoposition eines IT-Projekts berücksichtigen, um das PF zu optimieren.
- Die Bewertung des IT-PF kann zugleich Basis für die „Aufteilung“ der Risiken im Rahmen des IT-Business-Alignments sein. Deutlich wird dies im obigen Fall eines Großprojekts, das bspw. auf Forderung der Business-Seite hinzugenommen wird und eine erhebliche Risikosteigerung (wegen der Korrelationen zu den bisherigen Projekten) nach sich ziehen kann. Wer trägt nunmehr diese Risiken, die sich durch den geringeren erwarteten NPV, der bspw. mit 80% Wahrscheinlichkeit eintritt, auch konkret ausdrücken lassen? Hier sind bestehende Mechanismen der Alignment-Verhandlungen um die Berücksichtigung von Risiken zu erweitern, damit für Business- und IT-Seite verlässliche Festlegungen und ein laufendes aktives Management der PF-Struktur möglich sind.
- Erst mit Hilfe des Prototyps lässt sich die Projektdatenerhebung, die Ergebnisvermittlung sowie die PF-Auswahl sinnvoll unterstützen. Die Clusterbildung sowie die Berücksichtigung von Variationsmöglichkeiten im Umfang einzelner Projekte sind Vorteile, die sich aus der systemgestützten Visualisierung ergeben.

Kritisch sind vor allem fünf Punkte zu sehen, die Teil des weiteren Forschungsbedarfs sind. Zum einen sind auch intertemporale Risikoabhängigkeiten zu berücksichtigen, wobei die Schwierigkeiten weniger im methodischen, sondern vielmehr im Bereich der Operationalisierung liegen dürften. Zum zweiten ist die Frage zu beantworten, wie nicht symmetrische Risikointerdependenzen zwischen IT-Projekten zu berücksichtigen und welche Risikomaße geeignet sind. Zum dritten ist der bei der Szenarioermittlung teilweise gegebene Bewertungsspielraum durch die zukünftigen Erfahrungen beim Einsatz des Verfahrens zu reduzieren. Zum vierten ist die Betrachtung

tung in einer umfassenden Erweiterung von einer ex-ante Planung zu einem fortlaufenden Projektcontrolling auszubauen, da sich bspw. beim Wegfall von geplanten Ressourcen für ein Projekt (Risiken treten ein) die Frage stellt, ob andere Projekte nicht auch zur Disposition gestellt werden müssten, um die Risikoposition wieder zu verbessern und Dominoeffekte zu vermeiden. Ein letzter Punkt betrifft die angesprochene Verbesserung der Ergonomie und Visualisierung der PF im Prototyp. Das erarbeitete Verfahren bietet hierfür jeweils eine geeignete Basis.

Literaturverzeichnis:

- [Armo05] *Armour, P. G.*: Project Portfolios: Organizational Management of Risk. In: Communications of the ACM 48 (2005) 3, S. 17-20.
- [Alba04] *Albayrak, C.A.*: IT-Portfoliomanagement bei der Deutschen Post, Vortrag an der Universität Augsburg, 28.05.2004.
- [BaBS04] *Bardhan, I.; Bagchi, S.; Sougstad, R.*: Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. In: Journal of Management Information Systems 21 (2004) 2, S. 33-60.
- [BaRe00] *Bannister, F.; Remenyi, D.*: Acts of faith: instinct, value an IT investments decisions. In: Journal of Information Technology 15(2000) 3; S. 231-241.
- [BoSu00] *Boehm, B. W.; Sullivan, K.*: Software Economics: A Roadmap. In: Finkelstein (Hrsg.): The Future of Software Engineering. Limerick 2000, S. 319-343.
- [Dörn03] *Dörner, W.*: IT-Investitionen, Investitionstheoretische Behandlung von Unsicherheit. Hamburg 2003.
- [DPAM00] *Deb, K.; Pratap, A.; Agarwal, S.; Meyarivan, T.*: A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization: NSGA-II. in: Proceedings of the Parallel Problem Solving from Nature VI Conference, Schoenauer, M. et al., Lecture Notes in Computer Science No. 1917, Paris 2000, S. 849-858.
- [ElBe02] *El Hage, B.; Bechmann, T.*: Informationstechnologie als Wettbewerbsfaktor. St. Gallen 2002.
- [Fied01] *Fiedler, R.*: Controlling von Projekten. 2. Aufl., Vieweg, Wiesbaden 2003.
- [Fisc04] *Fischer, F.*: Korrelationen von Risiken im Programm- und Projektportfoliomanagement, Ein hybrides Entscheidungsmodell zur Selektion alternativer Programme und Projektportfolien. Frankfurt a. M. 2004.

- [FrHa04] *Franke, G.; Hax, H.*: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt. 5. Aufl., Berlin 2004.
- [Gaul04] *Gaulke, Markus*: Risikomanagement in IT-Projekten, 2. Aufl., München 2004.
- [Hopp05] *Hoppermann, Jost*: Banking Platform Renewal: Sizing The Market. <http://www.forrester.com/ER/Press/Release/0,1769,1040,00.html>, 2005-10-25, Abruf am 2005-11-29.
- [IrLo01] *Irani, Z.; Love, P.*: The propagation of technology management taxonomies for evaluating investments in information systems. In: Journal of Management Information Systems 17(2001) 3, S. 161-177.
- [JeLe04] *Jeffery, M.; Leliveld, I.*: Best Practice in IT Portfolio Management. In: MIT Sloan Management Review 45 (2004) 3, S. 41-49.
- [Jung04] *Jung, E.*: Ein unternehmensweites IT-Architekturmodell als erfolgreiches Bindeglied zwischen der Unternehmensstrategie und dem operativen Bankgeschäft In: Wirtschaftsinformatik 46 (2004) 4, S. 311–322.
- [Karg00] *Kargl, H.*: IV-Strategie. In: Dobschütz, L. v. et al. (Hrsg.): IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen. Wiesbaden 2000, S. 39–74.
- [Krcm05] *Krcmar, H.*: Informationsmanagement. 4. Aufl., Berlin 2005.
- [MaHa05] *Maizlish, B.; Handler, R.*: IT Portfolio Management: Unlocking the Business Value of Technology. Hoboken 2005.
- [SaKy96] *Santhanam, R.; Kyparisis, G. J.*: A Decision Model for Interdependent Information System Project Selection. In: European Journal of Operational Research, 89 (1996) 2, S. 380-399.
- [Silv00] *Silverman, R. E.*: Tech-Project Inefficiencies Found in Corporate Study. In: Wall Street Journal 14 (2000) 11.
- [Stan01] *The Standish Group International, Inc.*: Chaos. Standish Group, Dennis, MA 2001.
- [StBr02] *Steiner, M.; Bruns, C.*: Wertpapiermanagement. 8. Aufl., Stuttgart 2002.
- [TaMi03] *Taudes, A.; Mild, A.*: Wie geht es weiter mit der IT-Industrie? Internet-Hype, Softwareplattformen und Realoptionen. In: Hommel et al. (Hrsg.): Reale Optionen: Konzepte, Praxis und Perspektiven strategischer Unternehmensfinanzierung. Berlin 2003.

- [Verh02] *Verhoef, C.*: Quantitative IT portfolio management. In: Science of Computer Programming 45 (2002), S. 1-96.
- [Vers03] *Versteegen, G. (Hrsg.)*: Risikomanagement in IT-Projekten. Berlin 2003.
- [WaSp04] *Walter, S. G.; Spitta, T.*: Approaches to the Ex-ante Evaluation of Investments into Information Systems. In: Wirtschaftsinformatik 46 (2004) 3, S. 171-180.
- [WeZi05] *Wehrmann, A.; Zimmermann, S.*: Integrierte Ex-ante-Rendite-/Risikobewertung von IT-Investitionen. In: Wirtschaftsinformatik 47 (2005) 4, S. 247-257.
- [Wint03] *Winter, R.*: Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering. In: Österle, H.; Winter, R. (Hrsg.): Business Engineering. 2. Aufl., Berlin 2003, S. 87-118.