

Quantitatives Risikomanagement in der Bauwirtschaft

**Von der Fakultät Bauwesen
der Universität Dortmund
genehmigte**

Dissertation

**zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Ingenieurwissenschaften**

**von
Dipl.-Ing. Heiko Meinen**

**Tag der mündlichen Prüfung
29. Juni 2004**

**Vorsitz der Prüfungskommission: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Achim Hettler
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Blecken
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Ulrich Teichmann**

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand zur Zeit meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Baubetrieb der Fakultät Bauwesen an der Universität Dortmund.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem akademischen Lehrer Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Blecken. Er wies mich auf die finanz- und versicherungswirtschaftliche Risikotheorie hin und warf die Frage auf, ob die dort verwendeten Methoden auch für die Bauwirtschaft vorteilhaft sein könnten. Die Bauwirtschaft nutzt diese Möglichkeiten des Risikomanagements bisher nicht, während die Finanz- und Versicherungswirtschaft bereits nachweisliche Vorteile daraus erzielt.

Dies nahm ich zum Anlass, mich mit dem Thema „Quantitatives Risikomanagement“ näher zu beschäftigen. Dabei erkannte ich, dass zahlreiche Ansatzpunkte in der Bauwirtschaft vorhanden sind, um das Risiko als festen Bestandteil in die operativen und ökonomischen Vorgänge zu integrieren und wirtschaftlich zu nutzen.

In Anlehnung an die Finanz- und Versicherungswirtschaft galt es neue Methoden für das Bauwesen zu erarbeiten. Diese besondere Herausforderung bewältigte ich mit Unterstützung von Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Blecken, der jederzeit ein wertvoller und kritischer Diskussionspartner war und mich durch seine konstruktiven Anregungen auf meinem Weg motivierte und bestätigte.

Für die kritische Durchsicht der Arbeit, die nützlichen Hinweise und die Übernahme des Zweitgutachtens möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Ulrich Teichmann von der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Dortmund meinen besonderen Dank aussprechen.

Des weiteren möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Achim Hettler bedanken, der den Vorsitz der Prüfungskommission übernahm.

Außerdem bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern des Lehrstuhls Baubetrieb, insbesondere Herrn Dipl.-Stat. Nils Raabe, der mit zahlreichen Hinweisen entscheidende Impulse zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Nicht zuletzt möchte ich meinem Vater danken, der mich in vielen Diskussionen und mit wertvollen Hinweisen unterstützt und jederzeit in meinem Vorhaben zum erfolgreichen Abschluss der Dissertation bestärkt hat.

Abschließend gilt mein Dank natürlich allen, die mich während der Entstehung dieser Arbeit nicht nur fachlich, sondern im Besonderen auch persönlich mit sehr viel Geduld unterstützt haben und so entscheidend zum Gelingen beigetragen haben.

Ganz besonders möchte ich mich daher bei Frau Britta Schewski bedanken, die mir jederzeit liebevoll und mit viel Verständnis zur Seite gestanden hat.

Dortmund, Juli 2004

Heiko Meinen

Inhalt

Einleitung	1
Teil I	7
Grundlagen	7
A. Grundlage der Arbeit	7
A.1 Definitionen und Zielsetzung.....	7
B. Betriebswirtschaftliche Einordnung	14
B.1 Grundsätze unternehmerischen Handelns, Unternehmensziele	14
B.2 Das Risikomanagementmodell	18
C. Statistische und mathematische Grundlagen	22
C.1 Datengrundlagen.....	22
C.2 Risikoidentifikation.....	24
C.3 Risiken bewerten.....	28
C.4 Handlungsalternativen unter Risiko (Risikogestaltung)	66
D. Das ökonomische Modell	70
Teil II:	73
Quantitatives Risikomanagement im Bauunternehmen	73
A. Unternehmensrechnung und Eigenkapitalsicherung.....	73
A.1 Risiken des allgemeinen Geschäftsbetriebes.....	73
A.2 Kapital, Kapitalmarktzins Eigenkapitalsicherung.....	76
A.3 Deckungsbeitrag und Risikovorgaben für die Akquisition.....	84
A.4 Unternehmensorganisation	95
B. Risiko in der Baubetriebsrechnung.....	100
B.1 Risiko als Streuung der Kosten und Ergebnisse	101
B.2 Integration des Risikos in die Baubetriebsrechnung mit Value-at-Risk.....	103
B.3 Das Risikokollektiv des Bauunternehmens.....	107
B.4 Berücksichtigung und Anpassungsmöglichkeiten an Marktgegebenheiten ...	110
B.5 Modellerweiterungen.....	114
C. Risikomodell für die Bauauftragsrechnung	125
C.1 Marktsituation und historische Entwicklung	125
C.2 Akquisition, Angebots- und Auftragskalkulation	128
C.3 Arbeitskalkulation.....	139
C.4 Controlling.....	145
D. Zusammenfassung	150

Teil III:	151
Vergabeentscheidung und Wirtschaftlichkeitsberechnung von PPP/PFI-Projekten in der Bauwirtschaft	151
A. Wirtschaftlichkeitsberechnung und Discounted Cashflow	153
A.1 Einflüsse bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung	153
A.2 DCF – Methode und Zinssatz	154
A.3 Anwendung der DCF- Methode ohne Risikoeinflüsse: Beispiel Schulgebäude	158
B. Integration von Risiken in die DCF- Methode	163
B.1 Risk- Map	164
B.2 Korrelation der Kostenarten und Value- at- Risk je Periode	166
B.3 Risikokorrelation der Perioden und Gesamtrisiko	169
B.4 Gesamtkosten unter Einbeziehung der Risiken	170
B.5 Überschadenbetrachtung und Stresstest	173
B.6 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	175
C. Wirtschaftlichkeits- u. Rentabilitätsüberlegungen des privaten Bieters	177
C.1 Fremdkapitalzins	177
C.2 DCF- Berechnung privater Bieter ohne Risiko für Variante B	178
C.3 DCF- Berechnung privater Bieter mit Risiko für Variante B	180
C.4 Extremschadensbetrachtung	181
C.5 Sonderfälle	182
D. Zusammenfassung	184
Teil IV:	185
Zusammenfassung, Ausblick	185
A. Zusammenfassung	185
A.1 Teil II: Quantitatives Risikomanagement im Bauunternehmen	185
A.2 Teil III: Vergabeentscheidung u. Wirtschaftlichkeitsberechnung (PPP)	187
B. Modellgrenzen	189
C. Ausblick	194
C.1. Anwendungsmöglichkeiten	194
C.2 Liquiditätsmanagement als Ergänzung zur Kapitalbetrachtung	199
Abbildungsverzeichnis	229
Tabellenverzeichnis	233
Literaturverzeichnis	235

Einleitung

Aufgabenstellung

Die deutsche Wirtschaft und insbesondere die Bauwirtschaft befindet sich derzeit in einer wirtschaftlichen Krise. Diese zeichnet sich durch sinkendes Bauvolumen und einen starken Verdrängungs- sowie ruinösen Preiswettbewerb aus.

Um mit der Konkurrenz Schritt zu halten, kalkulieren die Bauunternehmen minimale Zuschläge für Wagnis und Gewinn, obwohl Risiken in großer Zahl vorhanden sind. Sie werden zudem nicht quantifiziert, weil die Methoden dazu fehlen.

Mathematische Verfahren, die es erlauben würden, das Risiko zuverlässig abzuschätzen und ggf. zur Gestaltung des Risikopotenzials eingesetzt werden könnten, würden in der derzeitigen Situation das Überleben vieler Unternehmen sichern. So wäre die Liquidität stabilisierbar und objektive Risikokennzahlen stünden zur Kapitalerhaltung sowie Kapitalbeschaffung (Rating) zur Verfügung.

Insbesondere fehlt der Bauwirtschaft aber zur Zeit eine durchgängige Führungsgröße, mit der das Risiko quantitativ im Unternehmen von der einzelnen Baustelle bis hin zur obersten Ebene der Unternehmensrechnung verfolgt werden könnte. Dies verursacht auch Schwierigkeiten bei der Akquisition, weil keine durchgängige Systematik bei der Auftragsbeschaffung bzw. zur Beurteilung der Risikohaltigkeit von potentiellen Aufträgen vorliegt. Bei verschiedenen, großen Unternehmen der Bauwirtschaft existieren zwar Instrumente, die über Expertenbefragungen und die Erfahrung leitender Mitarbeiter diese Lücke zu schließen versuchen, doch können aus dem vorhandenen Zahlenmaterial der Unternehmen bisher keine Risikokennzahlen aufbereitet und sinnvoll verwendet werden. Dabei ist auch der Aufwand und die Ergebnisgenauigkeit zu bedenken, die den derzeitigen Verfahren anhaften. Ein Verfahren, das sich mehr oder weniger automatisch des vorhandenen Zahlenmaterials bedienen würde, könnte mit weniger Aufwand u.U. genauere und objektivere Ergebnisse liefern.

Ein Blick auf die Finanz- und Versicherungswirtschaft zeigt, dass dort das Risiko in einer, im Vergleich zum Bauwesen, gänzlich anderen Art verstanden und behandelt wird. Insbesondere die Versicherungswirtschaft kann beispielhaft dafür genannt werden, dass Risiko nicht in jedem Fall eine negative Störgröße, sondern Geschäftszweck sein kann.

Aus diesen Gründen sehe ich die Aufgabe dieser Arbeit darin, die Denkweise und Verfahren des Finanz- und Versicherungssektors für die Bauwirtschaft nutzbar zu machen.

Vorgehen und Problematik

Da das „quantitative Risikomanagement“ in der Bauwirtschaft bisher nicht etabliert ist, versteht sich diese Arbeit als Einführung in die Problematik, die Verfahren und Vorgehensweisen. Praktische Anwendungsmöglichkeiten werden für Bauunternehmen und für PPP/PFI-Projekte dargestellt, sowie ein Ausblick auf die Berücksichtigung von Risiken im Rahmen der Liquiditätsplanung und beim baubezogenen Rating angeboten.

Diese Arbeit wird für den bauwirtschaftlichen Leser eine Reihe ungewohnter Sichtweisen und Verfahren beinhalten. Gerade von den rein akademisch anmutenden mathematisch- statistischen Berechnungen sollte man sich aber nicht abschrecken lassen. In den meisten Fällen, insbesondere in den anwendungsbezogenen Teilen I bis IV, können detaillierte Berechnungen überlesen werden, wodurch das Gesamtverständnis nicht beeinträchtigt werden sollte.

Weiterhin stellte ich im Laufe der Bearbeitung meines Dissertationsthemas fest, dass der Begriff „Risikomanagement“ in der Bauwirtschaft häufig anders verstanden wird, als in der Finanzwirtschaft, aus der die hier verwendeten Grundlagen stammen. Um Missverständnisse zu vermeiden, möchte ich die Situation einleitend kurz darstellen:

Risikomanagement bezieht sich im Bauwesen vielerorts auf das „Behandeln“ akuter Risikosituationen oder Schadenssituationen, bei denen dringendes Handeln erforderlich ist, um weitere Folgeschäden zu vermeiden oder ab-

sehbaren Schaden auszuschließen - Schaden eingetreten => aktive Gegenmaßnahmen einleiten. Das Risikomanagement klärt, wie dies geschehen kann.

Im Sinne dieser Arbeit versteht sich Risiko aber mehr als die potentielle Schadensgröße, die nach praktischer oder technischer Optimierung (z.B. innerhalb eines Führungssystems) noch verbleibt. Risikogestalterische Maßnahmen beziehen sich daher auf das statistisch/mathematisch geschickte Verschieben und Anordnen von Risikopositionen, um damit das (unbeeinflussbare) Gesamtrisiko des Unternehmens zu verbessern. Mit Hilfe von Risikowerten wird an verschiedenen Stellen des Unternehmens und der Projekte die „Risikolast“ quantifiziert. Risikowerte können dabei natürlich auch als Ausgangsgröße zur Verfahrensoptimierung und zur Einleitung bautechnischer Schritte zur Risikominimierung dienen.

Die hier postulierte Sicht- und Herangehensweise schließt daher die etablierten Methoden des Risikomanagements nicht aus und macht sie nicht überflüssig. Ganz im Gegenteil: Ohne aktives Handeln im technischen Sinne des Risikomanagements, kann ein „quantitatives“ Modell nicht funktionieren, weil sich die Grundlagen der Modellrechnung ständig verändern und das Risiko ohne aktive Steuerungsmaßnahmen laufend steigen würde.

In diesem Zusammenhang fiel mir auf, dass sich technisch bedingte Risiken häufig indirekt anhand des kaufmännischen Zahlenmaterials quantifizieren lassen.

Aufbau der Arbeit

Als Grundlage für das „quantitative Risikomanagement in der Bauwirtschaft“ werden verschiedene betriebs-, finanz- und versicherungswirtschaftliche Elemente benötigt, insbesondere im Hinblick auf mathematisch- statistische Berechnungsverfahren.

Einleitend werden daher in Teil I die nötigen Grundlagen des Risikomanagements und der Berechnungsverfahren vorgestellt.

Daran anschließend wird die Theorie in praktische Anwendung umgesetzt, sodass Teil II und Teil III jeweils ein betriebswirtschaftlich geschlossenes Anwendungsfeld für das Risikomanagementmodell zeigt. Anhand von Beispielen wird die Vorgehensweise verdeutlicht.

Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung und der Ausblick, der weitere Anwendungsgebiete anreißt und eine Erweiterung des gezeigten Modells enthält.

Die Arbeit beinhaltet im Einzelnen die folgende Gliederung:

Teil I:

Zunächst ist eine Einführung zum Verständnis des Begriffs Risiko, der innerhalb dieser Arbeit der Sichtweise der Statistik entlehnt wird, zu finden. Weiterhin erfolgt eine nochmalige, detailliertere Formulierung der Ziele und Struktur der Arbeit.

Daran anschließend werden die betriebswirtschaftlichen Grundlagen und grundlegende Verfahren der Risikomessung und des Risikomanagements beschrieben. Die Ökonomisierung der operativen Risiken spielt dabei eine besondere Rolle. Sie wird gesondert erörtert.

Teil II:

In Teil II der Arbeit werden die theoretischen Ausführungen des ersten Teils konkretisiert und auf praktische Probleme der Bauwirtschaft übertragen.

Es werden die betriebswirtschaftlich geschlossenen Einheiten Bauunternehmen und Bauprojekt (Public-Private-Partnership-Modell) erläutert.

Für das Bauunternehmen wird in Teil II ein Ansatz, ausgehend von der Kapitalbasis des Unternehmens vorgestellt, wobei Risikovorgaben entsprechend der Finanzwirtschaft formuliert werden können, die sich bis in die Baubetriebs- und Bauauftragsrechnung nachverfolgen und dokumentieren lassen. Ein PPP-Projekt am Beispiel einer Schule wird dann in Teil III untersucht, wobei das quantitative Risikomanagement hier in den Ansatz der Discounted-Cashflow-Methode eingebettet wird. Als Ergebnis ist es damit der öffentlichen Hand möglich risikobezogene Wirtschaftlichkeitsvergleiche durchzuführen. Gleichzeitig erhält der privatwirtschaftliche Anbieter einen Überblick über die mögliche Rendite, auch unter Risiko.

Teil III:

Da mit dem Modell des „Quantitativen Risikomanagements“ ein für die Bauwirtschaft völlig neuer Forschungsbereich eröffnet wurde, dient der dritte Teil dieser Arbeit nicht nur der Zusammenfassung der bereits ausgeführten Teile und der Klärung der Grenzen des vorliegenden Modells, sondern insbesondere dazu, um einen Ausblick auf weitere Anwendungsgebiete zu geben. Außerdem wird eine Erweiterung der kapitalbezogenen, auf die liquiditätsbezogene Betrachtungsweise eingeführt.

Teil I:

Grundlagen

A. Grundlage der Arbeit

A.1 Definitionen und Zielsetzung

A.1.1 Der Risikobegriff

Der Begriff des Risikos wird in Theorie und Praxis der verschiedenen Fachrichtungen sehr unterschiedlich verstanden und definiert¹. Dabei wird 'Risiko' zumeist als unerwünschtes, mögliches, zukünftiges Ereignis verstanden, das eine Abweichung von einem mehr oder weniger definierten Soll repräsentiert, und negative Auswirkungen auf den Risikoträger hat².

A.1.1.1 Risiko

Die Definitionen des Risikos sind sehr unterschiedlich, da sie stark zweckbezogen sind und verschiedene Aspekte des Gesamtumfeldes „Risiko“ hervorheben. So beschreibt Lisowski 1947 das Risiko „als Gefahr des Mislingens“. Klinger und Bussmann sehen im Risiko eher die Gefahr möglicher wirtschaftlicher Verluste eines Unternehmens.³

Schubert definiert das Risiko als eine vor seinem Eintritt weitgehend ungewisse Größe, die nicht exakt bestimmbar ist. Damit ist das Risiko mit einer Ungewissheit verbunden, die in ihrer Ausprägung unterschiedlich sein kann. Er sieht in diesem Zusammenhang zwei Komponenten des Risikos, nämlich die Ungewissheit bzgl. des Risikoeintritts und der Risikohöhe.⁴

Bei Bauch⁵ findet sich eine Unterscheidung zwischen risikobehafteten Entscheidungen, die unter Gewissheit, Ungewissheit oder Unsicherheit gefällt werden. Gewissheit bedeutet die vollständige Kenntnis der Randbedingungen, wohingegen bei Ungewissheit Risikoeinflüsse und Eintrittswahrschein-

¹ vgl. Bauch, 1994, S. 35; Wohlfahrt, 1996, S. 10; Mikus, 2001, S. 5

² vgl. z.B. Baetge 1999, S. 171

³ Bauch 1994, S.35

⁴ vgl. Schubert, 1971, S. 10

⁵ vgl. Bauch 1994, S. 36

lichkeiten bekannt sind. Unsicherheit bedeutet die absolute Unkenntnis von Einflüssen und Eintrittswahrscheinlichkeit.

Mikus⁶ definiert das Risiko als Gefahr eines Verlustes bzw. eines Schadens. Dieser wird durch nicht vorherseh- oder beeinflussbare Ereignisse verursacht. Zudem wird Risiko mit Entscheidungen in Verbindung gebracht, so dass ein Schaden auch durch Fehlentscheidungen entstehen kann, die zu einer Abweichung von den gesetzten Zielen führen.

In systemtheoretischen Ansätzen wird der Begriff Risiko als die Möglichkeit verstanden, durch die sich Erwartungen des Systems „Unternehmung“ aufgrund von Störprozessen nicht erfüllen⁷. Zum Teil werden auch Chancen (positive Auswirkungen für den Risikoträger) in die Risikodefinition eingeschlossen: "Risiko bezeichnet die Möglichkeit, dass das effektive Ergebnis einer Aktivität vom erwarteten Ergebnis abweicht."⁸

Geht man von der ursprünglichen Bedeutung des Begriffs aus, der aus dem Italienischen stammt, nachdem „risco“ soviel bedeutet wie Klippe oder gefährlicher Felsen⁹, so lässt Risiko nur die Möglichkeit eines Schadens, nämlich des Auflaufens auf die Klippe, oder des Nichtauflaufens zu. Im zweiten Fall entsteht kein Schaden, aber auch kein Gewinn. Die Ursachen sind vielfältig und können auf Fehlentscheidungen des Steuernden, aber auch auf viele andere Ursachen (Wetter, Strömung, usw.) zurückgeführt werden.

Daraus lässt sich zunächst eine Risikodefinition ableiten, die offensichtlich das Entstehen eines Schadens mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit beinhaltet. Führt man erneut das Beispiel des Schiffers (Risikoträgers) an, der Gefahr läuft auf die Klippe aufzulaufen, so wird er bei mehrmaligem Passieren der risikobehafteten Stelle eine binomialverteilte Schadensverteilung erhalten, die monetär bewertet werden kann.

⁶ vgl. Mikus, 2001, S.5

⁷ Haller, 1981

⁸ Kromschröder, 1979, S. 18

⁹ vgl. Bauch, 1994, S.35; Derks, 1996, S.238

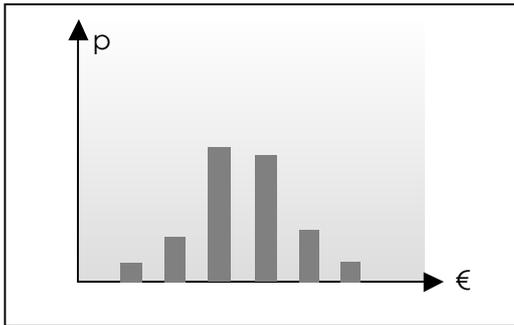


Bild 1: Risiko (binomialverteilt)

A.1.1.2 Chance

Positive Abweichungen werden in der Literatur Chance genannt. Nach Derks¹⁰ stehen einem Risiko auch immer Chancen gegenüber. Schubert führt aus, dass das Risiko sowohl zu einem Verlust als auch zu einem Gewinn führen kann, je nach dem, ob der Risikofall nicht, oder nicht in dem erwarteten Ausmaß eintritt¹¹.

Nach den bisherigen Ausführungen scheinen Chancen in das Risikomodell nicht integriert zu sein. Doch mit Blick auf den Homo-Ökonomikus, der versuchen wird sich gegen die von der Klippe verursachten Schäden abzusichern, werden die Chancen im Risikomodell sichtbar:

Stellt man sich den Risikoträger (Schiffer) als Handelsreisenden vor, so wird er nämlich einen Risikozuschlag auf seine Ware berechnen. Sobald er dann ohne Schaden zu nehmen an der Klippe vorbei fährt, erhält er einen Gewinn. Damit sind Chancen grundsätzlich in jedem wirtschaftlich orientierten Risikomodell integriert, auch wenn sie zu Null gesetzt werden.

¹⁰ Derks, 1996, S.238

¹¹ Schubert, 1971, S.15

A.1.1.3 Risikoverständnis dieser Arbeit

Eine klare Definition des Risikobegriffs bietet, wie zuvor beschrieben, die statistische Sichtweise. Dabei wird die Erwartungshaltung des Risikoträgers durch eine Zielabweichungsverteilung repräsentiert. Diese wird aus der Zielverteilung hergeleitet, die als Wahrscheinlichkeitsverteilung auf den Ausprägungen einer Zielgröße basiert und für jede Zielvorgabe unverändert bleibt. Dabei verursacht eine Veränderung des Zielwertes keine Veränderung der Zielverteilung, jedoch eine Translation der Zielabweichungsverteilung. Der Entscheidungsträger ändert durch seine Zielformulierung den Bereich des Risikos, nämlich den Bereich der Zielverteilung, der nicht der Zielformulierung entspricht¹². Mit der Zielabweichungsverteilung kann das Risiko sofort quantifiziert werden.

Beispiel:

- 50 m³ Beton einbauen: $x = 50 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{Risikomenge } [0,50[,]50, \infty]$
- Zielkostenvorgabe für ein Bauobjekt: $x \leq 1. \text{ Mio. } \text{€} \Rightarrow \text{Risikomenge }]1, \infty]$

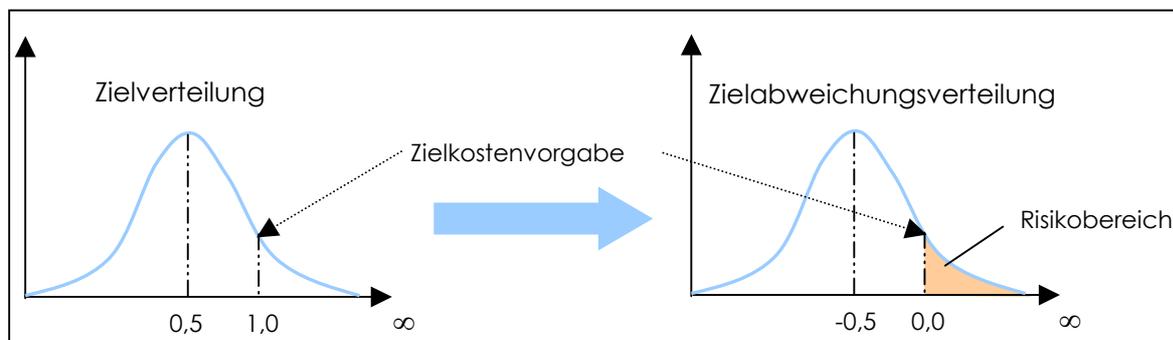


Bild 2: Risikodefinition mit Ziel- und Zielabweichungsverteilung

Auf dieser Sichtweise basieren auch versicherungstechnische und finanzwirtschaftliche Methoden. Da diese Arbeit auf den vorgenannten Grundlagen und Vorgehensweisen aufbaut, wird der Risikobegriff im Folgenden dieser Definition entsprechend verwendet.

¹² Schenk, 1998, S. 34; Farny, 1989, S. 17 ff

A.1.2 Thematische Abgrenzung und Ziele

Die vorliegende Arbeit beinhaltet je eine ganzheitliche Betrachtung der betriebswirtschaftlich geschlossenen Bereiche Bauunternehmen und Bauprojekt unter risikotheorietischen Gesichtspunkten. Das Ziel ist dabei das Potenzial aufzuzeigen, welches risikotheorietische Methoden bieten, um die Risiken der Prozesse des Bauwesens zu quantifizieren und ökonomisch zu nutzen.

Zentral ist die ganzheitliche Sichtweise aller möglichen Risikogruppen. Eine möglichst umfangreiche Kenntnis aller Risikoparameter ermöglicht es dem Risikomanagement, Einflussgrößen zu erkennen und strategische Maßnahmen zur Risikoreduktion zu ergreifen.

Die Arbeit ist in erster Linie schadensorientiert. Das bedeutet, dass die Ertragsproblematik bei den diskutierten Bereichen weitestgehend ausgeklammert, oder nur zu Plausibilisierungszwecken angeführt wird. Die verwendeten Methoden wie z.B. Value-at-Risk sind verlustbezogen. Die Quantifizierung von Ertragsmöglichkeiten wird vernachlässigt, sollte aber auch im Rahmen eines quantitativen Risikomanagements bedacht werden.

Alle hier gezeigten Untersuchungen basieren auf möglichst umfangreichen, historischen Datensammlungen, die statistisch ausgewertet werden. In der Statistik bzw. Informatik sind darüber hinaus aber auch weitere Techniken wie Fuzzy-Methoden vorhanden, die auch eine Datenanalyse anhand weniger Daten zulassen¹³. Der Schwerpunkt liegt nicht auf der Datengewinnung und Herleitung exakter und spezifischer Verteilungsfunktionen, sondern auf den Verfahren und Methoden zu deren Handhabung.

Man kann davon ausgehen, dass die erforderlichen Datengrundlagen in ausreichender Größe in der Praxis vorliegen.¹⁴ Unter deren Verwendung sollten weitere wissenschaftliche Arbeiten zur exakten Ermittlung von statistischen Parametern der Eingangsgrößen durchgeführt werden. Die statistische Risikoanalyse ist im technischen Bereich des Bauwesens z.T. weit entwickelt. So wurden z.B. Methoden zur Quantifizierung von Risiken bei speziellen

¹³ vgl. z.B. Zadeh, 1992

¹⁴ vgl. Kapitel C.1

Bauverfahren/-vorhaben¹⁵ oder der Terminplanung¹⁶ untersucht. Ggf. kann auf die so ermittelten Eingangsgrößen zurückgegriffen werden.

Das Risikomanagement befasst sich auch mit Strategien zur Vermeidung und Verminderung von Risiken durch den Risikoträger. Die Möglichkeiten dazu wurden und werden bereits ausführlich in der Literatur behandelt.¹⁷ Diese Arbeit greift diesen Themenkomplex nicht auf. Vielmehr werden die quantitativen Methoden zur Beschreibung und Behandlung des vorhandenen Risikos untersucht. Die Ergebnisse des aktiven, handelnden Risikomanagements der einzelnen Bereiche liefert die Datengrundlage für das hier dargestellte quantitative Risikomanagement. Rückschlüsse auf die Auswirkungen spezifischen Handelns im Rahmen des Risikomanagements sind dadurch z.T. auch möglich.

Demzufolge wird hier auch nicht im Detail auf die Möglichkeiten und Verfahren des Controllings eingegangen. Wenn auch das gezeigte Instrumentarium Ausgangsinformationen liefert, die im Controlling genutzt werden können, um steuernd auf den Risikoprozess zu reagieren.¹⁸

¹⁵ vgl. z.B. Drücker, 2001; Schick, 2002

¹⁶ vgl. z.B. Böttcher, 1994

¹⁷ vgl. u.a. Boenert

¹⁸ vgl. z.B. Teil II, Abschnitt C.4

A.1.3 Prozessrisiko des Baugeschäfts und Ökonomisierung

Die Risiken des Bauwesens schlagen sich in der betriebswirtschaftlichen Unternehmensrechnung und damit in der Finanzierung von Unternehmen und Projekten nieder. Die Steuerung sowie Allokation von Kapital, und insbesondere Fremdkapital, hängt direkt mit der Risikosituation des Unternehmens zusammen. Eine ökonomische Sichtweise des Risikos ist also erforderlich. Auf der anderen Seite findet der Risikoprozess zum größten Teil im operativen Bereich, also im Prozess des Planens, Bauens und Betreibens selbst statt. Finanzwirtschaftliche Methoden vermögen nur das Ausmaß der Folgen dieses Risikoprozesses festzustellen und anhand von Kenndaten, die sich als Folge in der Unternehmensrechnung und deren Instrumenten (Bilanz, GuV) materialisieren, die Lage einzuschätzen. Die Zusammenhänge bleiben im spezifischen, branchentypischen Hintergrund verborgen. Die aktuelle Diskussion um das „Rating“ verdeutlicht das Dilemma.

Für ein Risikomanagement, das die Zusammenhänge von Risikoentstehung und Symptomatik verstehen soll, ist demnach auch eine Betrachtung der Prozessebene, in der das Risiko entsteht, notwendig.

Problematisch ist die Transformation der originären Risikosituation in die ökonomische Sichtweise. Wie in den folgenden Ausführungen gezeigt wird, kann diese Transformation mit den verwendeten Methoden realisiert und auch für den externen Kapitalgeber plausibilisiert werden.

B. Betriebswirtschaftliche Einordnung

B.1 Grundsätze unternehmerischen Handelns, Unternehmensziele

Wöhe unterscheidet im Bezug auf die Zielsetzung des Unternehmens zwei Ansätze. Zum Einen den Shareholder Value-Ansatz, der auf Alfred Rappaport¹⁹ zurück geht und zum Anderen den Stakeholder Ansatz.²⁰ Als „traditionelles Konzept“ gilt die langfristige Gewinnmaximierung, die nicht nur in der betriebswirtschaftlichen Literatur beschrieben, sondern ebenfalls im bauwirtschaftlichen Schrifttum aufgegriffen wird. Hier wird sie mit dem nach Heinen definierten Ziel „Einkommen für jene Haushalte zu erwirtschaften, die das erforderliche Eigenkapital zur Verfügung stellen“²¹ in Zusammenhang gebracht.²²

Allerdings erfolgt dort keine Trennung zwischen verschiedenen Ansätzen. Es wird vielmehr die Kombination derselben als generelles unternehmerisches Ziel postuliert:²³

- Erzielen von Einkommen
- Streben nach Sicherheit
- Beachtung der Ziele externer und interner Gruppen
- Erreichen von gesellschaftlicher Akzeptanz
- Erfüllen von persönlichen Motiven des Unternehmens

Shareholder Value

Nach dem Shareholder Value – Ansatz steht die Maximierung des Unternehmenswertes, also der Wert des Eigenkapitals im Vordergrund.²⁴ Nach Wöhe²⁵ wird dazu üblicherweise die „Discounted-Cash-Flow-Methode“ herangezogen, die auch in Teil III dieser Arbeit im Rahmen der Bewertung von PPP-Projekten verwendet wird. Anders als beim klassischen Ansatz der „lang-

¹⁹ Rappaport 1986

²⁰ vgl. auch Hill, W.: Der Shareholder Value und die Stakeholder, Die Unternehmung, 1996, S. 415 und Janisch, M.: (Anspruchsgruppenmanagement), S. 96ff

²¹ Heinen 1980: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 7. Auflage, Gabler, Wiebaden 1980, S. 109

²² vgl. Wöhe 2002, S.72ff; Leimböck 2000, S. 170

²³ Leimböck 2000, S. 172

²⁴ vgl. Wöhe 2002, S.72

²⁵ vgl. Wöhe 2002, S. 72

fristigen Gewinnmaximierung“ wird das Engagement des Eigenkapitalgebers nur dann sinnvoll, „wenn der erwirtschaftete Gewinn größer ist als die erwartete Mindestverzinsung des Eigenkapitals“²⁶. Zudem stellt die betriebswirtschaftliche, wie auch die bauwirtschaftliche Literatur einen direkten Bezug zum Risiko her, wobei Leimböck „das Streben nach Sicherheit“ als generelles Unternehmensziel beschreibt²⁷ und Wöhe das Risiko in Zusammenhang mit der geforderten Mindestverzinsung des eingesetzten Eigenkapitals erwähnt. Dort fordert der Eigenkapitalgeber für die Übernahme von Risiken eine höhere Verzinsung im Vergleich zur Mindestverzinsung.²⁸

Der Shareholder Value – Ansatz als Unternehmenssteuerungskonzept geht nach Wöhe²⁹ von drei Prämissen aus:

1. Das Unternehmensziel besteht allein in der Steigerung des Marktwertes der Beteiligung der Eigenkapitalgeber.
2. Zur Erreichung dieses Zieles beanspruchen die Eigenkapitalgeber die uneingeschränkte Kompetenz zur Unternehmensführung.
3. Wird die Unternehmensführung nicht von den Eigenkapitalgebern selbst wahrgenommen, sondern Managern (Vorstand, Geschäftsführer) übertragen, sollen diese bei ihren Entscheidungen ausschließlich die Interessen der Eigenkapitalgeber vertreten.

Stakeholder-Ansatz

Während die Unternehmensleitung beim Shareholder Value –Ansatz ausschließlich den Interessen der Anteilseigner zu entsprechen hat, wird das Unternehmen beim Stakeholder-Ansatz als sozio-ökonomisches System verstanden, das auch die Interessen weiterer Gruppen zum Ausgleich bringen muss. Hierzu zählen insbesondere soziale und ökologische Aspekte. Die entsprechenden Anspruchsgruppen fasst Wöhe entsprechend Tab. 1 zusammen.

²⁶ Wöhe 2002, S. 72

²⁷ vgl. Leimböck 2000, S. 170

²⁸ vgl. Wöhe 2002, S. 72

²⁹ Wöhe 2002, S. 75

Anspruchsgruppen	Anspruch gegenüber der Unternehmung	Beitrag zur Unternehmung
Eigenkapitalgeber (Eigentümer, Anteilseigner)	Wertsteigerung und Verzinsung des eingesetzten Kapitals.	Eigenkapital
Fremdkapitalgeber	Zeitlich und betragsmäßig festgelegte Tilgung und Verzinsung des eingesetzten Kapitals.	Fremdkapital
Arbeitnehmer	Leistungsgerechte Entlohnung, motivierende Arbeitsbedingungen, Arbeitsplatzsicherheit.	ausführende Arbeit
Management	Gehalt, Macht, Einfluss, Prestige	dispositive Arbeit
Kunden	Preisgünstige und qualitativ dem Anspruch entsprechende Güter	Abnahme von Gütern
Lieferanten	Zuverlässige Bezahlung, langfristige Lieferbeziehungen	Güterverkauf
allgemeine Öffentlichkeit	Steuerzahlungen, Einhaltung der Rechtsvorschriften, schonender Umgang mit der Umwelt	Infrastruktur, Rechtsordnung, Umweltgüter

Tab. 1: Die Anspruchsgruppen, ihre Ansprüche und ihre Beiträge³⁰

Unternehmensrisiko

„Die betriebliche Leistungserstellung setzt einen Einsatz an Produktionsfaktoren (Input) voraus. Den in Geldeinheiten bewerteten Faktoreinsatz kann man als Aufwand bezeichnen. Dem steht ein Output an Gütern und Dienstleistungen gegenüber, der sich in Erträgen niederschlägt. Die Höhe der künftigen Erträge bzw. Aufwendungen ist von den künftigen Umweltzuständen U_i abhängig. In der Ungewissheit über künftige Erträge und Aufwendungen manifestiert sich das unternehmerische Risiko.“³¹

Die unternehmerische Realität mit Blick auf den Shareholder Value- und den Stakeholder-Ansatz zeigt, dass die Stakeholder mit Ausnahme der Eigenkapitalgeber „Festbetragsbeteiligte“ sind. Das bedeutet, dass bei ungünstiger Marktlage zunächst die vertraglich festgelegten Aufwendungen für Fremd-

³⁰ Wöhe 2002, S. 77 bzw. Abb. 4

³¹ Wöhe 2002, S. 77

kapitalzinsen, Lohnzahlungen, Gehälter und Lieferantenleistungen abzudecken sind, wonach die Eigenkapitalgeber als Restbetragsbeteiligte von den Erträgen profitieren können.³²

Weil Risiken nicht nur den Erfolg, sondern auch das Überleben der Unternehmen bedrohen, sieht Leimböck das Streben nach Sicherheit als generelles Unternehmensziel.³³

Ausgangspunkt dieser Arbeit

Wöhe diskutiert beide Ansätze im Hinblick auf die Kritik am Shareholder Value-Ansatz, der im Rahmen des Stakeholder Ansatzes postuliert wird.³⁴ Er stellt dabei heraus, dass eine stakeholderorientierte Politik die Gefahr in sich birgt, die Anlagebedingungen für Eigenkapital zu verschlechtern, was eine Erhöhung der Kapitalkosten zur Folge habe und letztlich durch verringerte Investitionsmöglichkeiten in den Abbau von Arbeitsplätzen münden könne. Gleichzeitig argumentiert er, dass auch eine Shareholder Value orientierte Unternehmenspolitik die anderen Anspruchsgruppen nicht benachteiligt, denn „würden die Eigenkapitalgeber des Unternehmens X versuchen, Fremdkapitalgeber, Arbeitnehmer, Management und Lieferanten unter ihrem (Markt-) wert zu entlohnen, würden sich alle Faktoranbieter von X abwenden und dem Konkurrenznachfrager Y zuwenden.“³⁵ Auch Leimböck formuliert die operativen Ober- und Handlungsziele über den „Mittel-Zweck-Zusammenhang: Produktivität-Wirtschaftlichkeit-Rentabilität“.³⁶ Als Oberziele ergeben sich daraus:³⁷

- Minimierung der Einsatzmengen der Produktionsfaktoren
- Maximierung des Betriebsergebnisses
- Maximierung der Eigenkapitalrentabilität

Dieser Argumentation schließe ich mich in dieser Arbeit im Hinblick auf den Shareholder Value-Ansatz an. Das Primärziel des Unternehmens hängt dem-

³² vgl. Franke/Hax, (Finanzwirtschaft), S.3 ff bzw. Wöhe 2002, S. 78

³³ vgl. Leimböck 2000, S. 170

³⁴ vgl. Wöhe 2002, S. 78 f

³⁵ Wöhe 2002, S. 78f, vgl. auch Wagner, F. W. (Shareholder), BfuP 1997, S.477 ff.

³⁶ Leimböck 2000, S. 173 ff

³⁷ Leimböck 2000, S. 173 ff

nach auch direkt mit dem Risiko zusammen.³⁸ Von diesem Grundsatz wird diese Arbeit ausgehen und ein durchgehendes Risikomodell für Bauunternehmen und für PPP-Projekte darstellen.

Liquiditätsproblematik

Im Rahmen der Zielkonzeption mit den Elementen Produkt-, Erfolgs-, und Liquiditätsziel, steht das Erfolgsziel in wechselseitiger Beziehung mit dem Liquiditätsziel.³⁹ Das Produktziel, im Hinblick auf die risikobezogene Optimierung von Produktmengen und -arten, fließt in Teil II, Abschnitt B.5 ein.

Neben dem Erfolgsziel spielt insbesondere die Liquidität wegen der diskontinuierlichen Zahlungsmittel Zu- und Abflüsse in der Bau- und Immobilienwirtschaft eine besondere Rolle.⁴⁰ Um auch dieser Problematik Rechnung zu tragen werden in Teil IV, Abschnitt C.3 einführende Überlegungen zum Thema Liquiditätsrisiko angestellt.

B.2 Das Risikomanagementmodell

Der Risikomanagementprozess kann in die Elemente Risikoanalyse, die sich aus den Untergruppen Risikoidentifikation und Risikobewertung zusammensetzt, Risikogestaltung mit den Bestandteilen Risikovermeidung, Risikoverminderung, Risikoüberwälzung und Risikoselbsttragung sowie Risikoüberwachung unterteilt werden.⁴¹

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die organisatorischen Grundlagen des gesamten Risikomanagementkreislaufs in entsprechenden Richtlinien dokumentiert werden. Die Ergebnisse der Risikoanalyse (Risikoidentifikation und -bewertung) können anschließend in einer Risk-Map festgehalten werden.⁴² Das Risikomanagement stellt einen stetigen Kreislauf dar, bei dem sich alle vorgenannten Elemente bedingen.

³⁸ siehe auch Leimböck 2000, S. 170

³⁹ vgl. Wöhe 2002, S. 101 f

⁴⁰ vgl. Jacob 2002, S. 309 ff

⁴¹ vgl. Reichmann, 1995; Horvath, 2002

⁴² risknews, 2000, S.4

Das so strukturierte Risikomanagement dient damit einerseits der Erfüllung gesetzlicher Bestimmungen, die z.B. im KontraG⁴³ verankert sind, zum anderen stellt es die Grundlage eines stetigen, risikobezogenen Verbesserungsprozesses der Unternehmung oder des Projektes dar.⁴⁴

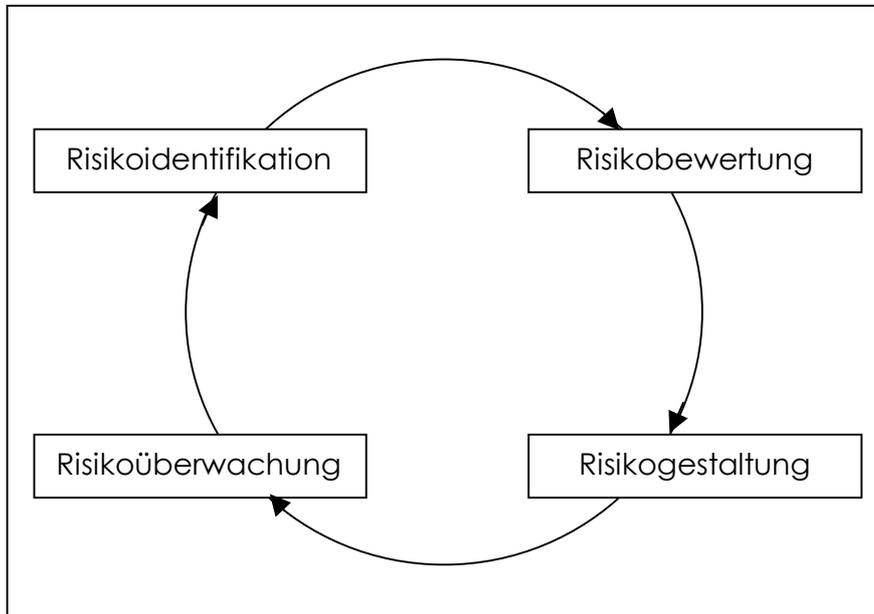


Bild 3: Risikomanagement-Prozess⁴⁵

Verschiedene Elemente des Risikomanagements sind schon detailliert untersucht und in der Literatur untermauert worden. Was dem derzeitigen Risikomanagement im Bauwesen fehlt, ist zum Einen die quantitative Komponente und zum Anderen die Übersetzung der typischerweise operativen Risiken des Bauprozesses in ökonomische Parameter. Dazu wurde in Abschnitt A.1.3 bereits der Zusammenhang der Prozessebene mit der ökonomischen Ebene erläutert.⁴⁶

Das quantitative Risikomanagement der Banken und Versicherungen berücksichtigt ausschließlich finanzwirtschaftliche Faktoren (die ökonomische Sichtweise). Risiken eines operativen Prozesses wie sie im Bau- und Planungsprozess entstehen, werden dort nicht quantifiziert.

⁴³ KontraG, 1998

⁴⁴ vgl. Weber, 2001, S. 52

⁴⁵ in Anlehnung an: Weber, 2001, S. 52

⁴⁶ vgl. A.1.3 Prozessrisiko des Baugeschäfts und Ökonomisierung, S. 13 ff

Als Grundlage eines quantitativen Risikomanagements für das Bauwesen ist zunächst eine strukturierte Risikosystematik im Rahmen der Risikoidentifikation und –bewertung zu erarbeiten. Sind die statistischen Parameter des Risikos somit erfasst, können quantitative Gestaltungsmöglichkeiten des Risikos untersucht werden. Zu diesem Themenkreis sind in der Literatur viele Vorschläge verbalisiert, die aber bisher nicht im Detail quantifiziert wurden (z.B. Nachunternehmervergabe). Außerdem können verschiedene Möglichkeiten der quantitativen Verfahren zur Gestaltung aufgezeigt werden (z.B. Auftragsstruktur). Die Risikovermeidung wird in diesem Zusammenhang ausgeklammert. Die entsprechenden Strategien sind zum einen bereits diskutiert⁴⁷, zum anderen im Rahmen des quantitativen Risikomanagements dann nur noch durch die Parameter „vorhanden“ oder „nicht vorhanden“ zu integrieren.

Daran anschließend kann die „Übersetzung“ des auf der Prozessebene quantifizierten Risikos in eine ökonomische (finanzwirtschaftliche) Sichtweise, bzw. in das zur Verfügung stehende Instrumentarium wie Value-at-Risk⁴⁸ erfolgen.

⁴⁷ vgl. Boenert u.a.

⁴⁸ siehe Abschnitt C.3.2

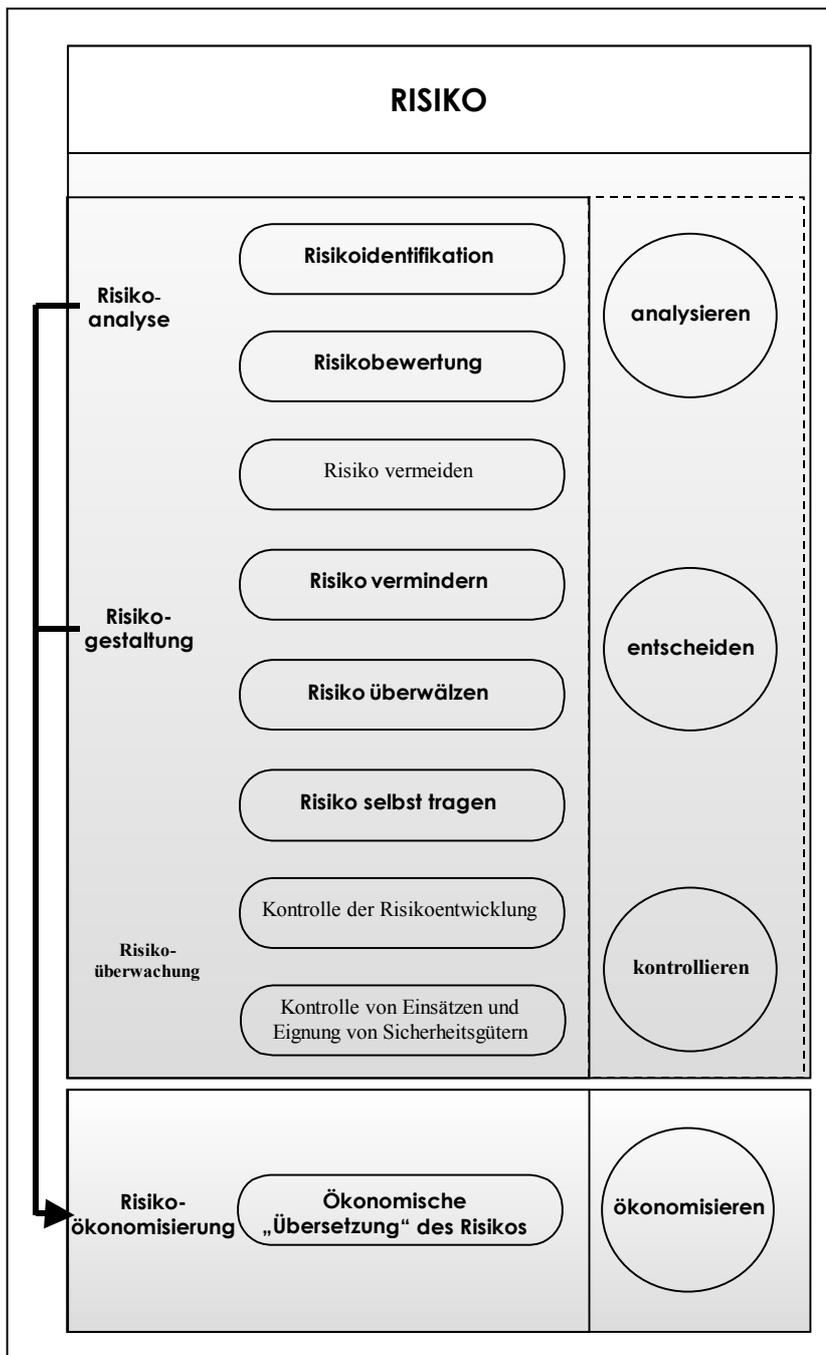


Bild 4: Risikomanagement im Prozess-Ökonomie-Modell

Die Risikoüberwachung wird ebenfalls ausgeklammert, da es um die quantitative Komponente des Risikomanagements geht. Das Controlling ist selbstverständlich unerlässlich, liefert in diesem Zusammenhang aber lediglich modifizierte Randbedingungen bei der Risikoidentifikation und Risikobewertung.

C. Statistische und mathematische Grundlagen

C.1 Datengrundlagen

Das Risikomanagementmodell dieser Arbeit stützt sich auf statistisch verwertbare Datengrundlagen. Die zugrunde gelegten Modelle entstammen der Statistik bzw. der Versicherungs- und Finanzwirtschaft. Hier sind ausreichende Datensammlungen vorhanden. Auch die Auswertung des Datenmaterials ist bereits weit vorangeschritten, wenn man an die Ratingverfahren denkt, die sogar auf Hilfsmittel wie neuronale Netze zurückgreifen.⁴⁹

So weit ist der Bau noch nicht. Kritiker behaupten sogar, dass im Bauwesen keine ausreichenden Datenmengen zur Anwendung statistischer Methoden vorhanden sind. Vielfach wird die Individualität der Bauprojekte als Grund genannt, der die Gewinnung ausreichender Datenmengen zur Formulierung von Risikoverteilungen für konkrete Projekte unmöglich macht.

Angesichts statistischer Verfahren, wie den modernen Cluster- und Regressionsanalysen bis hin zu Auswertungen mit Hilfe von neuronalen Netzen, (S)ARIMA-Verfahren oder sogar Fuzzy-Logik, lassen sich aber Zusammenhänge zwischen Risikofaktoren und Zielvariablen – wie z.B. Kosten - herstellen, die möglicherweise auf den ersten Blick nicht viel gemein haben: Im Bankenbereich hat sich im Rahmen der Bewertung von Unternehmen (Rating) beispielsweise herausgestellt, dass trotz unterschiedlichster Unternehmensformen und Wirtschaftsbereiche, bestimmte allgemeine Unternehmenskennzahlen eine ausreichende Risikoeinschätzung erlauben.⁵⁰ Die Vermutung liegt daher nahe, dass auch bei individuellen Bauwerken gewisse systematische Zusammenhänge bestehen. Dadurch erweitert sich die Datenbasis über einzelne Elemente, Objektkategorien oder sogar Spartengrenzen hinaus.

Untersuchungen nach Achenbach⁵¹ zeigen anhand eines Beispieldatenbestandes, dass sich das Submissionsergebnis einer Straßenbaumaßnahme

⁴⁹ vgl. z.B. Baetge 1995, 1996, 1998, 2000

⁵⁰ vgl. z.B. Baetge 1995, 1996, 1998, 2000

⁵¹ vgl. Achenbach 2002

recht genau über die Anzahl der notwendigen Prüfkörper vorherbestimmen lässt.

Weiterhin konnte Celik⁵² das Risiko bei der Kostenplanung von Antennenträgern mit hoher Genauigkeit über nur drei Leistungspositionen im Rahmen einer Regressionsrechnung bestimmen.

In anderen Bereichen können zumindest ausreichende Datengrundlagen nachgewiesen werden:

In der Wohnungswirtschaft zeigt sich beispielsweise, dass sich jährlich tausende Instandhaltungsarbeiten auswerten lassen, die bereits in Datenbanken gespeichert sind.⁵³

Verschiedene Bauunternehmen, wie z.B. größere Mittelständler im Ausbaubereich, wickeln jährlich über 100 Projekte ab.⁵⁴ Diese Datenbasis reicht aus, um zumindest verlässliche statistische Parameter bzgl. des Deckungsbeitragsrisikos zu berechnen.

Auch andere Quellen zeigen, dass sich viele Daten, insbesondere bei Unternehmen mit kleineren Auftragsgrößen, ansammeln.⁵⁵

Natürlich muss für den individuellen Fall geprüft werden, ob z.B. das Auftragskollektiv eines einzelnen Unternehmens mit jeweils wenigen Projekten in sehr differenzierten Sparten, ausreichende Datenmengen für die statistische Auswertung liefert. Derartige Unternehmen werden aber eher selten anzutreffen sein, da ein solches Vorgehen organisatorisch wie ökonomisch wenig effektiv ist.

Oftmals liegt das Problem der Datenbereitstellung lediglich darin, dass bisher keinerlei Daten gesammelt wurden.

Aus der objektiven wissenschaftlich-statistischen Sicht, kann eine sachgemäße Nachbearbeitung der Projekte im Rahmen der Nachkalkulation die nötigen Daten liefern. Praktisch zeigt sich aber, dass diese Nachbearbeitung selbst bei großen Bau-AGs „gespart“ wird. Zusätzlich spielen in der Praxis verschiedene subjektive und unternehmenspolitische Einflüsse bei der Projektnachbereitung eine Rolle, so dass die im statistischen Sinne objektivierte Da-

⁵² vgl. Celik 2004

⁵³ vgl. Meinen 2002(b); Heß

⁵⁴ vgl. Schellberg 2003

⁵⁵ vgl. Zukunftsstudie 2003, S. 19

tenbeschaffung zumindest problematisch ist. Eine Datenerhebung unter Verwendung von Stichproben und systematischen Expertenbefragungen, wie sie im Zusammenhang mit der Sammlung von Stammdaten für die Kalkulation durchgeführt wird, könnte Abhilfe schaffen.

Die eigentliche Herausforderung wird also mehr in der Datenerhebung als in der Suche nach ausreichenden Datenmengen liegen.

Welche Verteilungsfunktionen sind typisch für das Bauwesen?

In wenigstens zwei wissenschaftlichen Arbeiten konnten normalverteilte Risiken im Rahmen von (Auto-) Regressionsmodellen bestätigt werden.

Celik zeigt dies bei der Kostenplanung für die Instandhaltung von Turm- und Mastbauwerken im Rahmen eines linearen Regressionsansatzes.⁵⁶

Heß weist normalverteilte Residuen im Zusammenhang mit autoregressiven Modellen zur Budgetplanung von Instandhaltungsarbeiten in der Wohnungswirtschaft nach.⁵⁷

In anderen Bereichen konnten konkrete Verteilungsfunktionen aufgrund des nicht aufgearbeiteten Datenmaterials noch nicht eindeutig nachgewiesen werden.

Die angeführten Beispiele legen aber die Vermutung nahe, dass auch in anderen Bereichen der Bauwirtschaft normalverteilte Risiken zu finden sind. Aus diesem Grund, und wegen der einfachen Handhabbarkeit von Normalverteilungen, werden alle Beispiele in dieser Arbeit auf Grundlage von normalverteilten Risiken aufgezeigt.

Grundsätzlich lassen sich alle vorgestellten Berechnungen, mit entsprechendem Mehraufwand, auch mit anderen Funktionen durchführen.

C.2 Risikoidentifikation

In der Literatur sind viele Instrumente für eine systematische Risikoidentifikation genannt. Um einen vollständigen Überblick zu erhalten, kann die Anwendung eines Instrumentes u.U. nicht ausreichen, daher ist ggf. die Kombination von mehreren Instrumenten erforderlich.⁵⁸

⁵⁶ vgl. Celik 2004, S. 143

⁵⁷ vgl. Heß

⁵⁸ Mikus, 2001, S. 21

Methode	Charakteristika/ Vorgehensweise	Eignung/ Anwendung
Analyse relevanter Rechtsnormen	Studium der relevanten Normen, Verträge und Gesetze	Risiken auf Grund der Nichtbeachtung oder mangelnden Kenntnis der rechtlichen und gesetzlichen Lage
Studium der Pläne, Analyse der Ausschreibung	Analyse der schon vorhandenen Pläne, technischen Unterlagen und des Leistungsverzeichnisses	technische und kaufmännische Risiken
Mitarbeiterbefragung	Befragung erfahrener und fachkundiger Mitarbeiter	alle Risiken
Analyse externer Quellen	Suche nach relevanter Fachliteratur, Studium der Analyse fachkundiger Personen; Risk Consulting	alle Risiken
Risikochecklisten ⁵⁹	Teilrisiken werden hinsichtlich der Relevanz für das vorliegende Projekt analysiert	alle Risiken
Dokumentenanalyse	Ex-Post-Analyse von Unterlagen der Buchhaltung und Kostenrechnung sowie diverser anderer Aufzeichnungen (Projektunterlagen)	alle Risiken
Organisationsanalyse	Prüfung von Organisationsplänen, Funktionsdiagrammen u.a.	Akteurrisiken bedingt durch Aufbau- und Ablauforganisation

Tab. 2: Möglichkeiten der Risikoidentifikation⁶⁰ (1)

⁵⁹ vgl. Mikus, 2001, S. 20; Wolf, 2001, S. 103 f; Schubert, 1971, S. 149 ff; Herold, 1987, S. 125f

⁶⁰ in Anlehnung an: Schriek, 2002, S.109

Methode	Charakteristika/ Vorgehensweise	Eignung/ Anwendung
Besichtigungsanalyse	Besichtigung von ähnlichen Bauprojekten, Baustellenbegehung	technische Risiken und manche Umweltrisiken
Projektstrukturanalyse	Gliederung des Projekts in einzelne Vorgänge und Beurteilung dieser nach möglichen Ergebnisabweichungen	alle Risiken
Ausfalleffektanalyse (FMEA) ⁶¹	Deterministisches Verfahren mit Untersuchung von Ursachen und Auswirkungen von Prozessabweichungen	technische Risiken
Flow-Chart-Analysen ⁶²	Aufdeckung logischer Fehler, die sich im System fortpflanzen können, durch Untersuchung aller möglichen Zusammenhänge des Systems (z.B. mit Flussdiagramm)	Prozessrisiken
Brainstorming/ Brainwriting ⁶³	freie Äußerung von Ideen zur Problemstellung innerhalb einer Gruppe, wobei durch das Aufgreifen und Weiterentwickeln fremder Ideen Assoziationsketten entstehen	alle Risiken
Szenariotechnik ⁶⁴	Untersuchung der (Wechsel-) Wirkung von verschiedenen Deskriptoren auf eine Bezugsgröße, wodurch s.g. kritische Deskriptoren ermittelt werden können (Risiken)	alle Risiken
Delphimethode ⁶⁵	systematische Befragung von Experten	alle Risiken

Tab. 3: Möglichkeiten der Risikoidentifikation⁶⁶ (2)

Einige der hier aufgeführten Methoden dienen nicht ausschließlich der Identifikation von Risiken sondern schließen die Bewertung derselben mit ein. Die statistische Aussagekraft ist dabei z.T., je nach Art der Untersuchung bzw. deren Umfang, mit Vorsicht zu behandeln. Für das quantitative Risikomanagement müssen Abweichungen (Varianzen) bis hin zu Extremwerten zuverlässig berechnet werden können. Im Rahmen des Value-at-Risk- und des

⁶¹ vgl. z.B. Drücker, 2001, S. 91; Derks, 1996, S. 241

⁶² vgl. Mikus, 2001, S. 20; Wolf, 2001, S. 37

⁶³ vgl. Wolf, 2001, S. 37

⁶⁴ vgl. Götze, 2001, S. 395 f; Wolf, 2001, S. 38 ff

⁶⁵ vgl. Wolf, 2001, S. 89

⁶⁶ in Anlehnung an: Schriek, 2002, S.109

Versicherungsmodells werden Quantile der Extrembereiche quantifiziert. Um verlässliche und verwertbare Aussagen zu erhalten, müssen die Bewertungsverfahren eine entsprechende Genauigkeit liefern können. Dies ist, zumindest mit vertretbarem Aufwand, nicht mit jedem der o.g. Modelle möglich. Daher werden nachfolgend Verfahren zur statistischen Bewertung des Risikos beschrieben. Diese sind natürlich immer nur so gut wie deren Eingangsgrößen bzw. der Umfang und die Verlässlichkeit der Eingangsdaten (Datengrundlage).

Die identifizierten Risiken sollten zur weiteren Bearbeitung in s.g. „Risk-Maps“⁶⁷ festgehalten werden, die sich ggf. um Korrelationsinformationen ergänzen lassen. Eine Risk-Map und die zugehörige Korrelationskoeffizientenmatrix sollten meiner Ansicht nach entsprechend Bild 5 und Bild 6 strukturiert werden.

Risk-Map		Risikoanalyse			Risikogestaltung			Risikoüberwachung			
		Identifikation		Bewertung	Möglichkeiten zur Verringerung	Möglichkeiten zur Überwälzung	Möglichkeiten zur Versicherung	Schaden eingetreten ja/nein	Schadenshöhe	eingeleitete Maßnahmen	Kosten der Maßnahmen
Id	Bezeichnung	Risiko vorhanden ja/nein	Risiko vorhersehbar ja/nein	Risiko steuerbar ja/nein								Value-at-Risk
1											
2											
...											
n											
Summe					... €				... €		... €

Bild 5: Struktur Risk-Map

Id	1	2	...	n
1	0	$k_{1,2}$	$k_{1,\dots}$	$k_{1,n}$
2	$k_{1,2}$	0	$k_{2,\dots}$	$k_{2,n}$
...	$k_{1,\dots}$	$k_{2,\dots}$	0	$k_{\dots,n}$
n	$k_{1,n}$	$k_{2,n}$	$k_{\dots,n}$	0

Bild 6: Korrelationskoeffizientenmatrix zur Risk-Map

⁶⁷ Zum inhaltlichen Aufbau der Risk-Map für das Bauwesen sollte von der DIN 18205- Bedarfsplanung im Bauwesen, Anhang A Bedarfsplanung, Prüfliste A: Projekterfassung, Anhang B Bedarfsplanung, Prüfliste B: Rahmenbedingungen und Anhang C Bedarfsplanung, Prüfliste C: Anforderungen an den Entwurf und an die Leistungen des Objekts ausgegangen werden, vgl. Blecken 2003. Über die Notwendigkeit der Einbindung von Risk-Maps (Risikocheckliste, Risikoregistrierblatt, Risikosammelliste, Risikomatrix) beim Risikomanagement ist man sich einig, vgl. Link 2004, Bauer 2004, Busch 2004, Göcke 2004.

C.3 Risiken bewerten

C.3.1 Datengewinnung und -aufbereitung

Wenn mögliche Risiken durch die Risikoidentifikation erkannt wurden, stellt sich die Frage nach der Ausprägung des Risikos. Damit ist zunächst noch nicht die Berechnung eines konkreten Wertes für das Risiko gemeint, wie sie durch Value-at-Risk oder im Versicherungsmodell zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen wird. Bevor der Risikowert nach den zuvor genannten Verfahren angegeben werden kann, müssen zunächst die Eigenschaften des Risikos, bzw. der Teilrisiken als Inputgrößen hergeleitet werden. Häufig ist nach der ersten Sichtung aller möglichen Risikofaktoren noch nicht klar, welche Elemente bedeutsam für die Ausprägung des Risikos sind. Daher werden nachfolgend wesentliche Methoden beschrieben, die zu statistisch verwertbaren Ergebnissen führen können. Eine Grundvoraussetzung dafür ist die möglichst umfangreiche Sammlung von Informationen zur Beschreibung der festgestellten, potentiellen Risikoeinflussgrößen.

In manchen Fällen werden zu den standardisierten Verfahren auch individuelle Berechnungsmodelle formuliert werden müssen, die spezifische Zusammenhänge abbilden.

Im Weiteren werden die Verfahren der Regressions- und Clusteranalyse beschrieben. Die Risikoberechnungsverfahren der Finanzwirtschaft im Zusammenhang mit dem Value-at-Risk (VaR) werden in Abschnitt C.3.2 erläutert.

Regressionsanalyse

Das am weitesten verbreitete Modell der Regressionstheorie ist das Modell der linearen Regression (kurz LRM).⁶⁸ Regressionsmodelle dienen zur Formulierung einer funktionalen Abhängigkeit eines vorherzusagenden Merkmals von einer oder mehreren anderen Variablen.

Das Modell der linearen Regression basiert auf der Annahme, dass eine Variable y durch k weitere Variablen x_1, \dots, x_k linear darstellbar ist, d.h. dass folgende Funktionsgleichung gültig ist:

⁶⁸ vgl. z.B. Seber 2003

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + u, \quad E(u) = 0 \quad \text{Gleichung 1}$$

Die Koeffizienten β_j , $j=1, \dots, k$ sowie u sind unbekannte Parameter, y wird abhängige (endogene) Variable oder Zielvariable genannt, die x_1 bis x_k werden als unabhängige (exogene) Variablen oder Regressoren und u als Stör- oder Fehlervariable bezeichnet. Werden die x_i als Realisationen von Zufallsvariablen aufgefasst, so lässt sich unter der beschriebenen Annahme für N Realisationsreihen das folgende Modell aufstellen:

$$y = X\beta + u \quad \text{Gleichung 2}$$

Dabei ist

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{N1} & \cdots & x_{Nk} \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} \text{ sowie } u = \begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_N \end{pmatrix}. \quad \text{Gleichung 3}$$

Wird $\beta_0 = 0$ angenommen, wird dieses Modell homogen genannt, andernfalls inhomogen. Mittels der Verfahren der linearen Regression wird der unbekannte Vektor β durch einen geeigneten $\hat{\beta}$ so geschätzt, dass $\hat{y} = X^T \hat{\beta}$ das wahre y bestmöglich approximiert.

Die Methode der kleinsten Quadrate

Mit der sogenannten „Kleinste-Quadrate-Methode“ wird β so geschätzt, dass die Fehlerquadratsumme $\hat{u}^T \hat{u}$ mit $\hat{u} = y - \hat{y}$ minimal wird. Die Einträge des Vektors \hat{u} werden Residuen genannt.

Zur Ermittlung von $\hat{\beta}$ werden die Gauß-Markov-Bedingungen⁶⁹ (GMB) eingeführt; sie lauten:

$$\text{(A1) } X \text{ ist nichtstochastisch und hat vollen Spaltenrang } k \quad \text{Gleichung 4}$$

$$\text{(A2) } E(u) = 0 \quad \text{Gleichung 5}$$

$$\text{(A3) } \text{Cov}(u) = \sigma^2 I \quad \text{Gleichung 6}$$

Unter diesen Annahmen erfüllt der Schätzer der linearen Regression die geforderten Eigenschaften; dieser ist wie folgt definiert:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y, \quad \text{falls die Inverse der Matrix } X^T X \text{ existiert.} \quad \text{Gleichung 7}$$

⁶⁹ vgl. z.B. Seber 2003

Unter (A1)-(A3) ist $\hat{\beta}$ BLUE (englisch für „Best Linear Unbiased Estimator“) für β . Dabei bedeutet „Unbiased“ unverzerrt, also $E(\hat{\beta}) = \beta$. „Linear“ bedeutet, es existiert eine reelle $k \times N$ -Matrix C mit $\hat{\beta} = Cy$. „Best“ bedeutet, dass unter allen linearen unverzerrten Schätzern $\hat{\beta}$ derjenige mit der im Sinne der Löwner-Halbordnung⁷⁰ geringsten Kovarianzmatrix ist.

Falls außerdem $\frac{1}{N}(X^T X)$ gegen eine reguläre Matrix Q konvergiert ((A5)), so ist $\hat{\beta}$ auch schwach konsistent, d.h. $\hat{\beta} \xrightarrow{P} \beta$.

Der t-Test⁷¹

Sofern $X^T X$ invertierbar ist, lässt sich also für jede Datenkonstellation eine Schätzung für den Parametervektor β berechnen. Da es zur verlässlichen Prognose von y wichtig ist, ob der unterstellte lineare Zusammenhang zwischen y und x_1, \dots, x_k tatsächlich gilt, existieren verschiedene Methoden, die Güte eines LRMs zu bewerten, wobei im folgenden die gebräuchlichste vorgestellt wird.

Es ist insbesondere von Interesse, ob sich einzelne Regressoren zu Recht in der Modellgleichung befinden, was gleichbedeutend damit ist, dass die jeweils zugehörigen wahren Parameter von Null verschieden sind. Um einen Niveau- α -Test u.a. für das Testproblem „ $H_0: \beta_i = 0$ gegen $H_1: \beta_i \neq 0$ “ konstruieren zu können, muss vorausgesetzt werden, dass die Störvariablen u_i für alle i aus der gleichen $N(0, \sigma^2 I)$ -Verteilung stammen ((A4)).

Unter dieser Annahme kann dann der allgemeine t-Test für jede mögliche Linearkombination aus den Regressoren formuliert werden. Das Testproblem lautet:

„Teste $H_0: d^T \beta = \gamma$ gegen $H_1: d^T \beta \neq \gamma$ “ mit beliebigem $(k+1)$ -Vektor d , γ skalar.

Die Teststatistik ist gegeben durch

$$t = \frac{d^T \hat{\beta} - \gamma}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 d^T (X^T X)^{-1} d}}, \quad \text{Gleichung 8}$$

⁷⁰ vgl. z.B. Seber 2003

⁷¹ vgl. z.B. Seber 2003

wobei $\hat{\sigma}^2 = \frac{\hat{u}^T \hat{u}}{N - k - 1}$ erwartungstreue Schätzung für σ ist. Gleichung 9

Unter H_0 ist diese Größe t-verteilt mit $N-k-1$ Freiheitsgraden, d.h. die Testentscheidung lautet: „Lehne H_0 zum Niveau α ab, wenn t betraglich größer als das $\alpha/2$ -Quantil der t_{N-k-1} -Verteilung“.

Ein wichtiger Spezialfall dieses allgemeinen t-Testes ist der globale Test auf die Hypothese, dass alle β_i gleich Null sind, sich also keiner der Regressoren zu recht im Modell befindet. Da das Testproblem also lautet

„Teste $H_0: \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} = 0$ gegen $H_1: \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} \neq 0$.“, Gleichung 10

wird im oben beschriebenen t-Test für γ der Wert 0 gewählt, d ist ein Vektor bestehend nur aus Einsen.

Ein weiterer Spezialfall des t-Tests testet das eingangs erwähnte Testproblem, ob ein einzelner Regressor zu Recht in das Modell aufgenommen wurde.

Getestet wird also $H_0: \beta_i = 0$ gegen $H_1: \beta_i \neq 0$. Bezüglich des t-Testes beträgt der Wert von γ wiederum 0, d ist der Vektor aus lauter Nullen mit Ausnahme der i -ten Stelle, an der der Eintrag gleich eins ist.

Wird H_0 hier abgelehnt, so wird der Regressor x_i als α -signifikant, d.h. wesentlich für das Modell bezeichnet.

In den beiden beschriebenen Spezialfällen können die t-Statistiken als Maß zum Vergleich der Güte mehrerer Modelle verstanden werden, bei dem das beste dasjenige ist, welches den höchsten t-Wert hat.

Häufig wird das Ergebnis eines Tests durch den sogenannten p-Wert angegeben. Dies ist das kleinstmögliche Niveau, zu dem die Nullhypothese abgelehnt werden kann. Ist er also kleiner als das vorgegebene Niveau α , so ist die H_0 abzulehnen.

Clusteranalyse

In praktischen Anwendungen ist es oft von Interesse, Objekte in Gruppen einzuteilen. Dabei sollen Objekte, die in dieselbe Gruppe eingeteilt werden, sich möglichst „ähnlich“ sein. Solche Gruppen werden i.a. Cluster genannt,

Methoden zu ihrer Ermittlung werden unter dem Begriff Cluster-Analyse zusammengefasst⁷².

Ausgangspunkt einer Clusteranalyse ist die Erfassung von relevanten Daten in einer Datenbank bzw. in einzelnen Datensätzen. Relevante Daten sind solche, die ein Objekt näher beschreiben, sie werden Variablen genannt. Die Datensätze werden auch Beobachtungen oder Beobachtungsvektoren genannt.

Zur Feststellung der Ähnlichkeit von Objekten, bzw. deren Beobachtungsvektoren wird deren Abstand zueinander überprüft (Euklidische Distanz). Je kleiner der Abstand wird, desto ähnlicher sind sich diese. Damit lassen sich Beobachtungsvektoren, die einen minimalen Abstand zueinander aufweisen, zu Gruppen zusammenfassen. Sie weisen eine ähnliche Variablenstruktur auf und sind relativ häufig zu finden. Statistisch kann diese Datenkombination als Lage einer (multivariaten) Verteilung interpretiert werden, die nur für die betrachtete Gruppe gilt.⁷³

Da Clusteranalysen mit hohem Rechenaufwand verbunden sind, werden sie zumeist mit entsprechender Software, z.B. SAS Enterprise Miner (EM), durchgeführt. Im Folgenden werden die Verfahren des SAS EM zur Durchführung von Clusteranalysen erläutert.

K-Means-Clusteranalyse

Bei der K-Means-Clusteranalyse werden zunächst iterativ Grobklassen gebildet, innerhalb derer dann die spezifischen Lagemaße ermittelt werden. Vorausgesetzt wird allerdings die Vollständigkeit aller Beobachtungsvektoren. Die Vorgehensweise ist in vier Schritten systematisiert:

1. Der Anwender gibt eine feste Zahl an Klassen (Clustern) vor.
2. Berechnung von (Cluster-)Seeds, die die temporäre Mitte eines Clusters darstellen. Seeds könnte man als Mittelwert der Klasse interpretieren, die aber im Laufe der iterativen Berechnung ständig angepasst werden.

⁷² vgl. Raabe, 2002

⁷³ vgl. Raabe, 2002

Zur Ermittlung von Clusterseeds stehen vier Methoden zur Verfügung: none, random, partial und full, wobei die ersten beiden zufällig Klassenmitten (seeds) auswählen und partial sowie full, iterativ je einen Seed als Klassenmitte herausarbeiten. Bei dem iterativen Verfahren werden die Abstände zwischen allen einzelnen Seeds verglichen, um solche Datensätze als Klassenmitten zu bestimmen, die insgesamt am weitesten von einander entfernt sind.

3. Im dritten Schritt werden alle Beobachtungsvektoren dem Seed zugeordnet, zu welchem die jeweils geringste euklidische Distanz vorliegt.
4. Sobald die Verteilung aller Beobachtungsvektoren auf die verschiedenen Klassen erfolgt ist, können die Komponenten der Seedsvektoren durch einzelne Lagemaße ersetzt werden. Aus allen Beobachtungsvektoren der Klasse werden die Lagemaße X_L unter der Forderung

$$\left(\sum_{i=1}^n |X_i - X_L|^p \right)^{1/p} = \min. \quad \text{Gleichung 11}$$

bestimmt.

Für den Parameter p liegen die in der folgenden Tabelle verzeichneten Werte und Bezeichnungen nach SAS EM bzgl. der Vorschriften zur Wahl von X_L vor.

Clustering criterion	Bereich für p	Lagemaß x_L für neuen Seed
Mean Absolute Deviation	1	Median
Modified Ekblom-Newton	(1,2)	Modified Ekblom-Newton
Least Squares	2	Arithmetisches Mittel
Newton	(2,∞)	Newton
Midrange	∞	(Max+Min)/2

Tab. 4: Tabelle der Optimierungskriterien für das Ersetzen der Seeds⁷⁴

⁷⁴ vgl. Raabe, 2002

Nachteilig ist bei diesem Clusterverfahren, dass die Anzahl der Klassen vorgegeben werden muss, obwohl gerade die optimale Anzahl an Klassen häufig von Interesse ist. Daher werden bei sogenannten (agglomerativen) hierarchischen Clusterverfahren verschiedene Klasseneinteilungen mit unterschiedlichen Anzahlen von Klassen gebildet, unter denen die beste ausgewählt wird.

Hierarchische Cluster-Verfahren

Hierarchische Cluster-Verfahren gehen von einer sehr hohen Klassenanzahl aus, woraufhin eine schrittweise Zusammenfassung von jeweils 2 Klassen folgt.

Im Zusammenhang mit dem Average Linkage und Centroid Ansatz sind dies Klassen, die besonders nah aneinander liegen.

Bei Average Linkage werden die Klassen C_k und C_j , für die der Ausdruck

$$\frac{1}{n_k n_j} \sum_{n \in C_k} \sum_{m \in C_j} d_{nm} \quad \text{Gleichung 12}$$

also die mittlere euklidische Distanz zwischen allen Objektpaaren aus den beiden Klassen minimal ist, zusammengefasst.

Beim Centroid Ansatz wird lediglich die minimale Distanz der Klassenmittelwerte gesucht. Es werden also die Klassen C_k und C_j vereinigt, für die

$$\|\bar{x}_k - \bar{x}_j\|^2, \left(\bar{x}_g = \frac{1}{n_g} \sum_{i \in C_g} x_i \right) \quad \text{Gleichung 13}$$

am kleinsten ist.

Im Gegensatz dazu, wird beim Ward-Verfahren die Summe der quadrierten Abweichungen von den Klassen-Mittelwerten zur Definition eines Maßes für die Intra-Homogenität der Klasseneinteilung C herangezogen.

Formal:

$$H(C) := \sum_{k=1}^g \sum_{n \in C_k} \|x_n - \bar{x}_k\|^2 \quad \text{Gleichung 14}$$

Bei der Zusammenlegung zweier Klassen steigt $H(C)$ zwangsläufig. Demnach werden beim Ward-Verfahren solche Klassen schrittweise zusammengelegt, bei denen der Homogenitätsverlust minimal wird.

Formal:

$$H(C^v) - H(C^{v-1}) = \min \quad \text{Gleichung 15}$$

Damit ist zwar die Frage nach den möglichen Vorgehensweisen zur schrittweisen Zusammenfassung von n Klassen geklärt, jedoch steht die Antwort bzgl. der optimalen Klassenzahl aus. Sie soll im Rahmen von SAS EM durch das Cubic Clustering Criterion gegeben werden.

Cubic Clustering Criterion

Im Rahmen des CCC kann man dann von einer guten Klasseneinteilung ausgehen, wenn belegt werden kann, dass nicht alle Daten aus derselben multivariaten Verteilung stammen. Das bedeutet, dass es Lagekonzentrationen im Datenbestand gibt, und damit eine Klasseneinteilung sinnvoll ist.

Das CCC wurde demnach als Teststatistik entwickelt, um ausgehend von einer hyperkubischen Gleichverteilung, die Ablehnung der Hypothese H_0 (multivariate Gleichverteilung aller Daten) zu erreichen.

Es basiert auf dem Vergleich des beobachteten Bestimmtheitsmaßes R^2 mit dem unter H_0 erwarteten Wert von R^2 . Das Bestimmtheitsmaß berechnet sich nach der Formel

$$R^2 = 1 - \frac{\text{"Fehlerquadratsumme innerhalb der Cluster"}}{\text{"Gesamt - Fehlerquadratsumme"}}. \quad \text{Gleichung 16}$$

Es mißt also den Anteil der Cluster-Varianz an der Gesamtvarianz. Gemäß der Forderung nach Intra-Homogenität sollte dieser Anteil möglichst klein sein, R^2 sollte dementsprechend groß sein. Das CCC ist so konstruiert, dass es um so größer ist, je weiter das beobachtete R^2 nach oben vom unter H_0 erwarteten R^2 abweicht. Die Verteilung des CCC unter H_0 wurde durch Monte-Carlo-Studien approximiert, im Ergebnis führen Werte von größer als zwei bzw. als drei zur Ablehnung der Nullhypothese zum Niveau 10% bzw. 5%.⁷⁵

⁷⁵ vgl. SAS Technical Report A-108

ARMA/SARIMA Modelle

SARIMA-Modelle bauen auf das grundsätzliche Verständnis der Zeitreihenanalyse auf, wonach eine Zeitreihe aus den Elementen Trend, Saison und einer irregulären Komponente besteht. Der Zusammenhang kann allgemein wie folgt dargestellt werden⁷⁶:

$$x_t = z_t + s_t + u_t \quad \text{Gleichung 17}$$

Dabei wird unter dem Trend z_t ein von der Zeit funktional abhängiger, azyklischer Verlauf verstanden, während die Saisonalität s_t periodisch wiederkehrende Muster beschreibt (d.h. $s_t = s_{t-s}$). Die zusammengefassten Werte von s_t für eine Periodenlänge s werden Saisonfigur genannt.

Ein sogenannter stationärer Prozess ist die irreguläre Komponente u_t , eine Datenreihe, die hier den Erwartungswert Null und eine feste Varianz über den gesamten Zeitraum besitzt.

Mit dem SARIMA-Modell wird nun versucht die Trend- und Saisonkomponente zu eliminieren, um sie später für die Prognoserechnung zu nutzen.

Dazu geht man zunächst von einem polynomialen Verlauf der Ordnung d aus, so dass gilt:

$$z_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \dots + \beta_d t^d \quad \text{Gleichung 18}$$

Ein derartiger Trend kann durch d -fache Differenzenbildung eliminiert werden, die Reihe

$$x_t^d = (1 - B)^d x_t \quad \text{mit } Bx_t = x_{t-1} \quad (\text{sog. "Backshift"-Notation}) \quad \text{Gleichung 19}$$

ist dann nicht mehr trendbehaftet⁷⁷.

In der transformierten Reihe verbleiben jedoch noch saisonale Trends, die durch Differenzenbildung zwischen den aktuellen und die um eine Periodenlänge D zurückliegenden Werte eliminiert werden. Mit

$$x_t^{ds} = (1 - B)^d (1 - B^s) x_t \quad \text{Gleichung 20}$$

kann dann die trend- und saisonbereinigte Reihe angegeben werden⁷⁸.

⁷⁶ Makridakis 1998, S. 84

⁷⁷ Makridakis 1998, S. 334

⁷⁸ Makridakis 1998, S. 346

Als s.g. Zufallsschocks ε_t verbleiben dann nur noch die nicht modellierbaren Unregelmäßigkeiten. Sie werden als zufällig betrachtet. Allerdings muss zuvor eine Regelmäßigkeit der irregulären Komponente ausgeschlossen werden. Dazu werden zwei grundsätzliche Annahmen bzgl. der Zusammensetzung des erwarteten Wertes u_t getroffen:

1. AR- (auto-regressive) Prozess:

Eine Komponente von u_t besteht aus einer Linearkombination von p vergangenen Werten von u .

2. MA- (moving-average) Prozess:

Die zweite Komponente ist eine Linearkombination von q vergangenen Zufallsschocks ε (inklusive ε_t).

Zusammenfassend werden derartige Zeitreihen auch als ARMA(p,q)-Prozesse notiert und können durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden⁷⁹:

$$\left(1 - \varphi_1 B - \dots - \varphi_p B^p\right) u_t = \left(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q\right) \varepsilon_t. \quad \text{Gleichung 21}$$

Ein SARIMA-Modell verbindet schließlich die beschriebenen Modellgleichungen für Trend-, Saison- und irreguläre Komponente.

Dementsprechend wird bei Gültigkeit der Gleichung

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \varphi_i B^i\right) \left(1 - \sum_{i=1}^p \Phi_i B^{is}\right) (1-B)^d (1-B^s)^D x_t = \left(1 - \sum_{i=1}^q \theta_i B^i\right) \left(1 - \sum_{i=1}^Q \Theta_i B^{is}\right) \varepsilon_t \quad \text{Gl. 22}$$

von einem SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s – Modell gesprochen⁸⁰.

Die Schätzung der Parameter eines derartigen Modells ist deutlich aufwendiger als beispielsweise bei der linearen Regression. Hierzu stehen verschiedene Verfahren wie z.B. die Gaußsche Maximum-Likelihood-Methode⁸¹ zur Verfügung. Durch Auflösen der so geschätzten Modellgleichung nach dem interessierenden Wert können dann Prognosen beliebiger Länge berechnet werden. Mit dem s.g. Box-Jenkins-Verfahrens⁸² lassen sich die Ordnungen

⁷⁹ Makridakis, 1998, S. 345

⁸⁰ Makridakis, 1998, S. 345 f

⁸¹ Makridakis, 1998, S. 359

⁸² Makridakis, 1998, S. 311 ff

der Teilprozesse berechnen, die zur Initialisierung des SARIMA-Modells erforderlich sind.

Individuelle Modelle zur Risikoberechnung

In manchen Fällen wird der Einsatz der standardisierten Verfahren zur Clusteranalyse, Regressionsrechnung und der ARMA/(S)ARIMA-Modelle nicht ausreichen. Daher müssen für Detailprobleme eigene Modelle entwickelt werden, mit denen die, ggf. durch die o.g. Verfahren aufbereiteten, Daten sinnvoll verarbeitet und handhabbar gemacht werden können.

Das Ziel sollte dabei aber immer sein, dass einfache Standard-Formeln, Faustregeln oder standardisierte Algorithmen für die Praxis entwickelt werden, die mit geringem Aufwand anwendbar sind. Ggf. muss geeignete Software zur Bearbeitung komplexerer Formen entwickelt werden.

C.3.2 Risikoquantifizierung und Risikokennzahl Value-at-Risk

Wie in Abschnitt A.1.1. hergeleitet, kann Risiko als statistisches Gebilde definiert werden. In der Finanzwirtschaft ist das Risiko eher spekulativ, wohingegen z.B. in der Baustatik ein Schadenseintritt, also Versagen des Bauteils, nicht toleriert werden kann. Dementsprechend gehören Verluste oder die Verlustmöglichkeit und ihre Wahrscheinlichkeit zum Alltag der Finanzwirtschaft.

Für eine aussagekräftige Quantifizierung von Risiken sollten die folgenden neun Anforderungen erfüllt sein:⁸³

1. Die ermittelte Kennzahl muss leicht interpretier- und damit kommunizierbar sein. Hierzu sollte die Risikokennzahl am besten in absoluten Geldeinheiten ausgedrückt werden.
2. Die Risikoquantifizierung sollte als drohender Vermögensverlust interpretierbar sein, um eine Beziehung zwischen Risikoübernahme und Haftungskapital herzustellen.
3. Mit der Risikokennzahl sollten Aussagen über die Eintrittswahrscheinlichkeiten eines möglichen Verlustes getroffen werden.

⁸³ Holst (2000) fasst die Anforderungen an die Risikomessung zusammen

4. Die Risikoquantifizierung sollte die Risikokompensation durch Diversifikation berücksichtigen, da die einzelne Messung und Summierung der Risiken zur Überschätzung des Gesamtrisikos führt.
5. Die Risikoquantifizierung sollte möglichst viele Interdependenzen zwischen möglichst vielen Risikoarten berücksichtigen.
6. Die Risikoquantifizierung sollte, wenn möglich, objektiv im Sinne von marktdeduziert, zumindest orientiert an unternehmensexternen Daten, erfolgen.
7. Gleiche Risikoarten müssen im ganzen Unternehmen mit gleichen Messverfahren und gleichen Kennzahlen beurteilt werden. Datenbasen und Methoden müssen vereinheitlicht und standardisiert sein, um eine unternehmensweite Konsistenz bei den Verfahren von Risikomessung und in der Folge von Risikobeurteilung sowie Risikosteuerung zu gewährleisten.
8. Damit auch die Risikosteuerung und -kontrolle auf die Risikomesszahl zurückgreifen kann, muss man auf Basis der Risikomesszahl Toleranzgrenzen, Sollwerte und/oder Limitzahlen vorgeben und überwachen können.
9. Eine Verwendung der Risikomesszahl zur rechtzeitigen Erkennung von Unternehmensgefährdungen und damit für ein Frühwarnsystem wäre wünschenswert.

Das zur Zeit am weitesten verbreitete Instrument der Risikomessung ist „Value-at-Risk“ (VaR). Dabei bedeutet Value-at-Risk, "der Wert, der auf dem Spiel steht", d.h. der VaR gibt eine obere Schranke für einen Verlust an, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird.

"Der Value-at-Risk (VaR) ist ein einseitiges, verlustorientiertes Risikomaß. Im Unterschied zum beidseitigen Schwankungsrisiko, das durch ein Streuungsmaß wie die Varianz oder die Standardabweichung gemessen werden kann, versucht der VaR, das Risiko von Verlusten zu quantifizieren."⁸⁴ Kennzeichnend ist dabei, dass die den möglichen Verlusten gegenüberstehenden Gewinnchancen unberücksichtigt bleiben. Das Konzept des VaR basiert auf der Annahme, dass ein Maximalverlust zwar eintreten kann, seine

⁸⁴ Huschens, 2000

Wahrscheinlichkeit jedoch so gering ist, dass er in normalen Zeiten nicht ins Gewicht fällt. Zur Abschätzung der Auswirkungen eines Maximalverlustes muss somit ein anderes Verfahren (z.B. PoT) herangezogen werden⁸⁵.

Zur Bestimmung des VaR muss den Berechnungen ein individuelles Wahrscheinlichkeitsniveau zugrundegelegt werden, welches angibt, dass nur die unter diesem Niveau liegenden Verlustmöglichkeiten zu berücksichtigen sind. Typisch sind die Werte 99% oder 95%⁸⁶. Das dem vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsmaß p entsprechende p -Quantil ist anhand einer bekannten Verteilung zu bestimmen.

Die VaR-Methode wird z.Zt. vor allem im Management von Marktrisiken im Handels- und Finanzbereich eingesetzt. „Aber auch für andere Risikobereiche versucht man, VaR-Modelle zu entwickeln und einzusetzen (für bestimmte technisch-organisatorische Risiken oder Kontrahentenrisiken, z.B. Kredit Ausfallrisiken).“⁸⁷ "Value at Risk (was wörtlich mit "Wert auf dem Spiel" zu übersetzen wäre) liefert Kennzahlen für den Spekulationsanteil."⁸⁸ Der Wert VaR spiegelt also die Summe wieder, die der Investor zu verlieren bereit ist bzw. die er im Zweifelsfalle verkräften kann.

Die Übertragung des Verfahrens VaR ist jedoch nicht ohne weiteres auf das Bauwesen möglich. Im Bereich der Banken schon viel diskutiert und mit vielen wissenschaftlichen Untersuchungen untermauert, gilt es, den Grundgedanken und die Strategie auf den Bauproduktmarkt zu übertragen, in dem Geschäftsprozesse in erheblich größeren Zeiträumen abgewickelt werden, und sich Portfolien an Risiken nicht so einfach in ihrer Struktur ändern lassen (Zu-/Verkauf von Wertpapieren o.ä.).

Wird in der Bankenwirtschaft z.B. mit Perioden von maximal 10 Tagen gerechnet, so muss im Bauwesen u.U. mit Zeitspannen von Jahren oder mehr gerechnet werden.

⁸⁵ vgl. Abschnitt C.3.3 Kollektivstrukturen (Versicherungsansatz)

⁸⁶ Huschens, 2000

⁸⁷ vgl. Holst, 2000, S. 816; Shirreff, 1997, S. 64 ff

⁸⁸ Hipp, 1998

VaR-Berechnung:

Ein Wahrscheinlichkeitsniveau von 95% bedeutet, dass nur die 95% kleinsten Verluste berücksichtigt werden. Mathematisch lässt sich der Zusammenhang folgend implizit darstellen:

$p = 95\%$ (Wahrscheinlichkeitsniveau)

$f_L(x)$: Dichtefunktion

$$\int_{-\infty}^{\text{VaR}(p)} f_L(x) dx = p \quad \text{Gleichung 23}$$

Bei streng monotonen Verteilungsfunktionen lässt sich der VaR direkt aus der Umkehrfunktion der Verteilungsfunktion errechnen.

$F_L(x)$: Verteilungsfunktion

$$F_L(\text{VaR}(p)) = p \Rightarrow \text{VaR}(p) = F_L^{-1}(p) \quad \text{Gleichung 24}$$

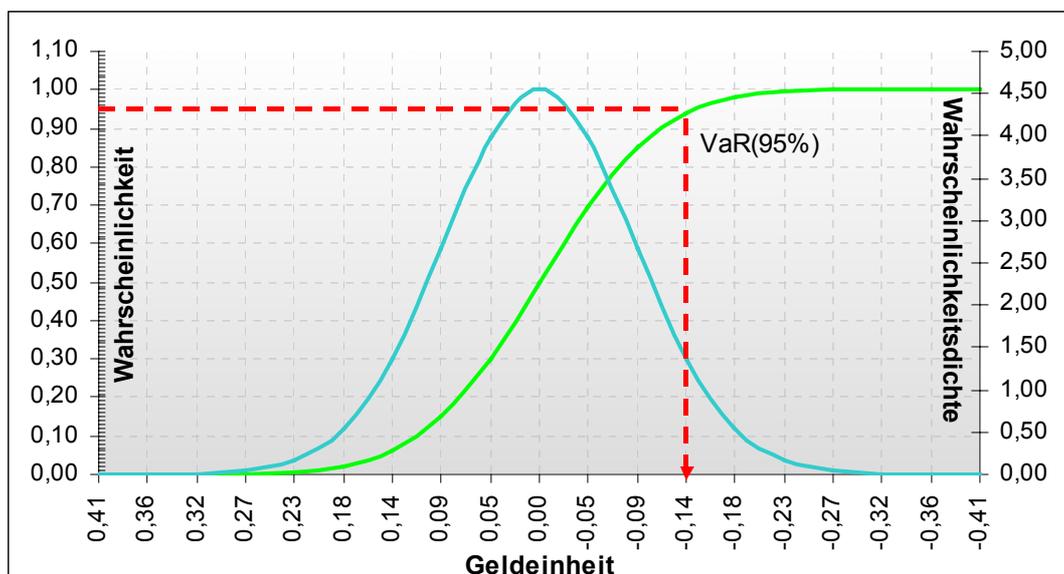


Bild 7: Kumulierte Dichte- und Summenfunktion mit VaR(95%)

Da die Ermittlung des VaR offensichtlich recht leicht zu bewältigen ist, wenn die zugrunde liegende Funktion f_L oder F_L bekannt ist, stellen die Ermittlungsgrundlagen eben derer die eigentliche Herausforderung dar. Es ist zudem nicht immer Stetigkeit bzw. Monotonie der Funktionen gegeben.

Bei der Marktrisikomessung von Wertpapieren kann z.T. die Normalverteilung zugrunde gelegt werden⁸⁹, so dass die entsprechenden Berechnungen sehr einfach durchführbar sind. Im Bauwesen ist dies sicher nicht immer gegeben. Daher muss das Augenmerk besonders auf die Ermittlung der dem VaR-Konzept zugrundeliegenden Dichte- bzw. Verteilungsfunktionen gerichtet werden.⁹⁰

Verfahren zur Ermittlung von Verteilungsfunktionen bei der VaR-Berechnung in der Finanzwirtschaft

Dazu werden verschiedene Verfahren angeboten⁹¹:

Historische Simulation⁹²:

Bei der historischen Simulation werden zukünftige Entwicklungen aus dem historischen Verhalten der Risikopositionen abgeleitet. Dazu erfolgt eine Zeitreihenanalyse, die mit Trenduntersuchungen gekoppelt werden kann.

Der Vorteil der historischen Simulation ist der, dass mit diesem Verfahren explizit Verteilungsfunktionen hergeleitet werden, anhand derer der VaR bestimmt werden kann. Andere Modelle arbeiten mit Annahmen über die zugrundeliegende Funktion. Die historische Simulation ist keine Simulation im eigentlichen Sinne, sondern ein nichtparametrisches Schätzverfahren. Parametrische Verteilungen können aber an diese angepasst werden, um daran das entsprechende Quantil als Schätzung des VaR zu verwenden.

⁸⁹ Holst, 2000, S. 818

⁹⁰ vgl. z.B. Abschnitt C.3.1

⁹¹ vgl. u.a. Huschens, 2000 (b); Holst 2000

⁹² zur Anwendung der Historischen Simulation im Bauwesen vgl. z.B. Meinen, 2002

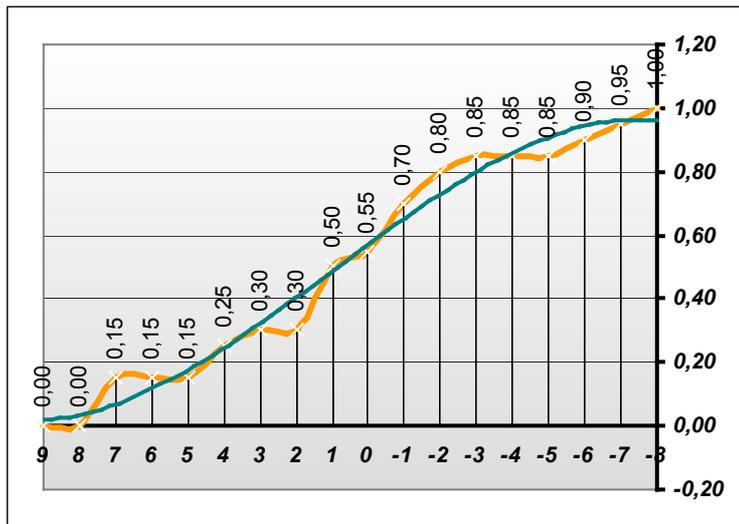


Bild 8: Ergebnis der Historischen Simulation

Zur Berechnung der Historischen Simulation stehen verschiedene Ansätze zur Verfügung, die zumeist unterschiedliche Ergebnisse erzielen. Dies ist zum einen der Faktoransatz, bei dem die Prognose aus den Veränderungen aller historischen Risikofaktoren hergeleitet wird. Beim Portfolioansatz auf der anderen Seite wird der Wert des Gesamtportfolios an Risiken für die Prognose des zukünftigen Portfoliowertes verwendet. Beide Ansätze können über die Ratensimulation (Verhältniswerte der Wertänderung des Risikofaktors) oder die Differenzsimulation (absolute Änderungen der Risikofaktoren) bestimmt werden.⁹³

Schematische Darstellung des Portfolioansatzes⁹⁴:

Die historischen Portfoliowerte w_t zum Zeitpunkt t errechnen sich aus einer Funktion g der Risikofaktoren z_t .

Dabei geht man davon aus, dass die Änderungen der Risikofaktoren im Zeitablauf derselben Verteilungsfamilie entstammen, um damit eine Verteilung des Portfoliowertes für die nächste Periode herzuleiten.

⁹³ vgl. Huschens, 2000 (b)

⁹⁴ vgl. Huschens, 2000(b), S. 8

Portfoliowerte:

$$w_t = g(z_t), \quad t = -(n-1)-k, \dots, -2, -1 \text{ (jetzt: } t = 0)$$

mit

$$t = \text{Periode} \quad \text{Gleichung 25}$$

$k = \text{Beobachtungsabstand (beobachtete Portfoliowerte liegen } k \text{ Perioden auseinander)}$

$n = \text{beobachtete Gesamtperioden}$

Differenzensimulation:

$$p_{0,k}^i = w_{-(n-i)} - w_{-(n-i)-k} \quad i = 1, \dots, n \quad \text{Gleichung 26}$$

mit

$p_{0,k}^i = \text{absolute Wertänderung zwischen Perioden mit Abstand } k$

Ratensimulation:

$$p_{0,k}^i = \left(1 + \frac{w_{-(n-1)} - w_{-(n-1)-k}}{w_{-(n-1)-k}} \right) w_0 - w_0 \quad i = 1, \dots, n \quad \text{Gleichung 27}$$

=> n potentielle Wertänderungen:

$$(p_{0,k}^1, p_{0,k}^2, \dots, p_{0,k}^n) \quad \text{Gleichung 28}$$

(=Prognoseverteilung für die zukünftige Wertänderung $P_{0,k}$)

Schematische Darstellung des Faktoransatzes:⁹⁵

Auf der Basis von historischen Werten der n Risikofaktoren werden n potenzielle zukünftige Werte erzeugt. „Aus diesen Risikofaktoren erhält man n potentielle Portfoliowerte und n potentielle Wertänderungen.“⁹⁶

Für J Risikofaktoren z_j mit $j = 1, \dots, J$ zum Zeitpunkt t (Periode):

Differenzsimulation:

$$\Delta z_{k,t,j} = z_{t,j} - z_{t-k,j} \quad t = -(n-1), \dots, -1, 0$$

k = Beobachtungsabstand (beobachtete Portfoliowerte liegen k Perioden auseinander)

Gleichung 29

potentielle zukünftige Risikofaktoren

mit $t = -(n-i)$:

$$z_{k,j}^i = z_{0,j} + \Delta z_{k,-(n-i),j} \quad i = 1, \dots, n$$

Ratensimulation:

$$\Delta z_{k,t,j} = \frac{z_{t,j} - z_{t-k,j}}{z_{t-k,j}} \quad t = -(n-1), \dots, -1, 0$$

potentielle zukünftige Risikofaktoren

mit $t = -(n-i)$:

$$z_{k,j}^i = z_{0,j} (1 + \Delta z_{k,-(n-i),j}) \quad i = 1, \dots, n$$

Gleichung 30

=> potentieller Portfoliowert und Wertänderungen:

$$p_{0,k}^i = g_k(z_k^i) - w_0$$

g_k = potentieller Portfoliowert

$p_{0,k}^i$ = potentielle Wertänderung

Gleichung 31

=> n potentielle Wertänderungen:

$$(p_{0,k}^1, p_{0,k}^2, \dots, p_{0,k}^n)$$

(=Prognoseverteilung für die zukünftige Wertänderung $P_{0,k}$)

Gleichung 32

⁹⁵ vgl. Huschens 2000 (b), S.10

⁹⁶ Huschens 2000(b), S. 9

„Die empirische Evidenz aus vielen Untersuchungen stärkt die These, dass die relativen Änderungen eher als die absoluten Änderungen durch eine konstante Verteilung beschrieben werden können.“⁹⁷

Exponentielle Gewichtung

Im Rahmen der historischen Simulation kann die Gewichtung der gesammelten Daten mit Hilfe eines pragmatischen exponentiellen Gewichtungsansatzes von Boudoukh⁹⁸ stattfinden, um jüngere Werte zu betonen.

Aus den historischen Beobachtungen der Wertentwicklung lässt sich die folgende Verteilungsfunktion ableiten

$$\hat{F}(x) = \frac{1}{n} \sum_{t=-n}^{-1} \hat{F}_t(x) \quad \text{Gleichung 33}$$

$$\text{mit } \hat{F}(x) \begin{cases} 1 & \text{für } x \leq x_t \\ 0 & \text{für } x > x_t \end{cases}$$

Für $0 < \lambda < 1$ erhält man mit $\lambda_1 := (1 - \lambda) / (1 - \lambda^n)$, $\lambda_2 := \lambda_1 \lambda$, ..., $\lambda_n := \lambda_{n-1} \lambda$ exponentiell fallende Gewichte, die sich zu Eins addieren. Es ergibt sich demnach die modifizierte Verteilungsfunktion mit $t = -n, \dots, -1$

Gewichtungsansatz:

$$\hat{F}_\lambda(x) = \lambda_1 \hat{F}_{-1}(x) + \dots + \lambda_n \hat{F}_{-n}(x) = \sum_{t=-n}^{-1} \lambda_{-t} \hat{F}_t(x) \quad \text{Gleichung 34}$$

Für $\lambda \rightarrow 1$ gilt $\lambda_i \rightarrow 1$ für $i = 1, \dots, n$, so dass F_λ in diesem Grenzfall in die gewöhnliche empirische Verteilungsfunktion übergeht, bei der die n Beobachtungen gleichgewichtet sind. Für $\lambda \rightarrow 0$ erhält die letzte Beobachtung ein immer stärkeres Gewicht.

Zur detaillierten Analyse solcher Probleme sollten jedoch aufwendigere, modellgestützte Verfahren wie ARMA-, ARIMA-, oder SARIMA-Modelle⁹⁹ verwendet werden.

⁹⁷ Huschens 2000(b), S. 12

⁹⁸ Boudoukh, 1998, S. 64-67

⁹⁹ vgl. z.B. Makridakis, 1998

Varianz-Kovarianz-Methode

Die Varianz-Kovarianz-Methode ist ein einfaches, analytisches Modell, das in der Finanzwirtschaft angewandt wird, da viele Wertveränderungen (z.B. bei Wertpapieren) als normalverteilt vorausgesetzt werden können.

Im Bauwesen ist eine derartige Struktur zunächst noch nachzuweisen, um dieses Verfahren anwenden zu können.

„Da die Varianz-Kovarianz—Methode davon ausgeht, dass die Marktwertänderungen unabhängig, stationär und normalverteilt sind, kann für die Verteilung über den Erwartungswert und die Varianz der Marktwertänderungen das zweckmäßige Quantil (z.B. 5% oder 1%) berechnet werden. Im Grunde handelt es sich bei diesem Ansatz nur um eine andere Darstellung des Risikos, wie es durch die Standardabweichung bzw. die Varianz aus dem Portfolio Selection Ansatz bereits bekannt ist.“¹⁰⁰

Die Varianz-Kovarianz-Methode gehört zur Gruppe der Parametrischen Modelle.¹⁰¹

Schematische Darstellung des Ansatzes:¹⁰²

Wie oben beschrieben, wird der VaR als Quantil der Normalverteilung einer Portfolioposition ermittelt und mit Hilfe der Kovarianzmatrix der Gesamt-VaR aus den Einzelpositons-VaR errechnet.

Für die Einzelpositionen muss Symmetrie unterstellt werden, so dass für das α -Quantil (VaR_α) jeder (Normal-)Verteilungsfunktion F_N gilt:

$$\alpha = F_N(-VaR_{1-\alpha}) \quad \text{Gleichung 35}$$

Durch Standardisierung wird dann die Verteilungsfunktion durch die der Standardnormalverteilung beschrieben:

$$F_{SNV}\left(\frac{-VaR_{1-\alpha} - \mu}{\sigma}\right) = \alpha = F_{SNV}(z_\alpha) \quad \text{Gleichung 36}$$

Hierbei ist z_α das Quantil der Standardnormalverteilung. Diese sind tabellarisch hinterlegt.

Zur Berechnung des Einzel-VaR wird die Gleichung

¹⁰⁰ Rudolph, 1999, S. 719 – zur Portfolio-Selection-Theorie siehe Markowitz, 1991

¹⁰¹ zu Parametrischen Modellen siehe u.a. Huschens, 2000 (c); Read, 1998

¹⁰² vgl. Holst, 2000, S. 818

$$\frac{-VaR_{1-\alpha,i} - \mu_i}{\sigma_i} = z_\alpha \quad \text{Gleichung 37}$$

aufgelöst zu:

$$VaR_{1-\alpha,i} = -[\mu_i + z_\alpha \cdot \sigma_i] \quad \text{Gleichung 38}$$

Unter der Voraussetzung, dass man den VaR als Abweichung des zukünftigen Wertes vom jeweiligen Erwartungswert (Mittelwert) interpretiert, womit die μ_i zu Null gesetzt werden, lässt sich der Value-at-Risk des Gesamtportfolios mit

$V =$ Vektor der Einzel-VaR-Werte und

$KKM =$ Korrelationskoeffizienten-Matrix der Einzel-Risikopositionen

zu

$$VaR_{1-\alpha} = \sqrt{V^T \times KKM \times V} \quad \text{Gleichung 39}$$

berechnen.

Monte Carlo Simulation

Bei der Monte Carlo Simulation handelt es sich im Gegensatz zur Historischen Simulation um eine tatsächliche Simulation von Zufallsprozessen unter bestimmten Randbedingungen.¹⁰³

Monte-Carlo-Simulationen werden in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten eingesetzt, die von der Kernphysik, über Wirtschaftswissenschaften bis hin zur Regelung des Straßenverkehrs reichen.¹⁰⁴

Sie wird vornehmlich dann eingesetzt, wenn eine mathematische Lösung nur mit hohem Aufwand gefunden werden kann.

Die Vorgehensweise kann einfach anhand eines Beispiels erläutert werden.

Beispiel: Ermittlung der Kreiszahl Pi:

Es wird ein Quadrat mit der Seitenlänge $2r$ gezeichnet. Darin wird ein Kreis angeordnet mit dem Radius r . Das Quadrat, bzw. der Kreis wird in vier weitere Quadrate mit je einer Seitenlänge von r unterteilt.

Nun werden Paare (x,y) von Zufallszahlen aus der Menge $[0,r]$ gezogen. Es wird jeweils festgestellt, ob die zufällig gewählten Koordinaten in der (viertel)

¹⁰³ vgl. auch Hengartner, 1978

¹⁰⁴ Woller, 1996

Kreisfläche liegen. Durch den Zusammenhang $x^2+y^2 = 1$, der den jeweiligen Viertelkreisbogen beschreibt, kann die Zuordnung durch $x^2+y^2 \leq 1$ bzw. $x^2+y^2 > 1$ erfolgen.

Nach einer genügend großen Zahl an Zufallsexperimenten (meist > 1000), wird das Verhältnis der Punkte insgesamt und derer innerhalb der Kreisfläche errechnet. Je nach Anzahl der Experimente wird sich ein Wert von ca. 1,27 ergeben. Je mehr Experimente durchgeführt werden, desto genauer wird natürlich der Verhältniswert¹⁰⁵.

¹⁰⁵ Zentraler Grenzwertsatz von Bernoulli

Das Verhältnis der Quadrat- zur Kreisfläche kann durch:

$$\frac{(2r)^2}{\pi r^2} = \text{Verhältniswert}$$

ausgedrückt werden. Daraus ergibt sich dann Pi zu:

$$\frac{4}{\text{Verhältniswert}} = \pi$$

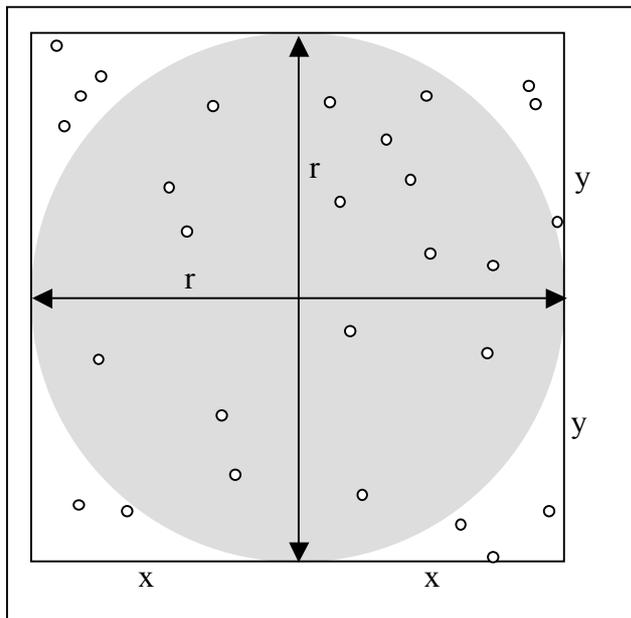


Bild 9: Monte Carlo Simulation zur Ermittlung der Kreiszahl Pi

Die Monte Carlo Simulation wird von verschiedenen Softwareprogrammen zur Ermittlung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen verwendet. Die Ergebnisse einer Monte Carlo Simulation im Rahmen von Risikomanagementsystemen für das Bauwesen wurden z.B. von Schriek¹⁰⁶, Cadez¹⁰⁷ und Link¹⁰⁸ verwendet. Die Monte Carlo Simulation ist einfach durchführbar und benötigt wenig mathematische Kenntnisse.

Eine analytische Lösung ist der simulierten jedoch immer vorzuziehen, da sie genauere Ergebnisse liefert und weniger Rechenaufwand (Rechenleistung)

¹⁰⁶ Schriek, 2002

¹⁰⁷ Cadez, 1998

¹⁰⁸ Link, 1999

erfordert. Außerdem werden mögliche Zusammenhänge durch die Simulation verschleiert. Die analytische Vorgehensweise liefert auch die mathematischen Zusammenhänge einzelner Komponenten.¹⁰⁹

Beurteilung des VaR-Konzeptes

Zusammenfassend kann das VaR-Konzept entsprechend der o.g. Kriterien eines Bewertungsystems wie folgt beurteilt werden:¹¹⁰

- Der VaR ist in absoluten Geldeinheiten ausgedrückt sowie leicht interpretier- und kommunizierbar
- Der VaR drückt als drohender Vermögensverlust die Beziehung zwischen Risikoübernahme und Haftungskapital aus
- Mit dem VaR wird eine klare Aussage über die Eintrittswahrscheinlichkeit eines möglichen Verlustes getroffen
- Die VaR-Konzeption berücksichtigt explizit Risikokompensation durch Diversifikation
- Mit dem VaR-Konzept können VaR-Werte für unterschiedliche Risikoarten unter Berücksichtigung von Diversifikationseffekten aggregiert werden
- Die VaR-Ermittlung ist marktdeduziert
- Auf Grund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten lässt sich für eine breite Palette an Risiken eine unternehmensweit konsistente Risikomesung etablieren
- Zur Risikosteuerung können Toleranzgrenzen bzw. Limite als VaR-Werte vorgegeben und überwacht werden

C.3.3 Kollektivstrukturen im Versicherungsmodell

„Ein Grundgedanke der Versicherung besteht darin, mehrere Risiken zu einem Bestand zusammenzufassen; ein Bestand, der auch als Kollektiv oder Portfeuille von Risiken bezeichnet wird, ist also eine Teilmenge der Menge aller bei einem bestimmten Versicherungsunternehmen versicherten Risiken. Mit der Bildung von Beständen ist die Erwartung verbunden, dass große und

¹⁰⁹ vgl. hierzu auch Roth, 1997, S.302

¹¹⁰ Holst, 2000, S. 819

kleine Schäden der Risiken eines Bestandes einander weitgehend ausgleichen; man spricht daher auch von einem Ausgleich im Kollektiv.“¹¹¹

Das individuelle Modell der Risikotheorie

Beim individuellen Modell der Risikotheorie ist der „Gesamtschaden“ eines versicherten Bestandes die Summe der periodenweisen Schadenshöhen aller Risiken des Bestandes.¹¹²

Die Berechnung der Verteilung des Gesamtschadens im individuellen Modell ist zumeist sehr aufwändig und für reale Bestände kaum realisierbar. Daher lassen sich Ergebnisse nur mit Vereinfachungen, z.B. durch die Annahme homogener Bestände, erreichen.¹¹³ Homogenität bedeutet hier, dass man von identischen Risiken im Bestand ausgeht.

Aus diesen Gründen wird das individuelle Modell in dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt. Alle versicherungsmathematischen Berechnungen werden auf Grundlage des kollektiven Modells durchgeführt.

Das kollektive Modell der Risikotheorie

Im kollektiven Modell für den Gesamtschaden eines Bestandes von Risiken wird der Gesamtschaden als die Summe der Schadenshöhen aller Schäden, die im Laufe einer Periode durch die Risiken des Bestandes verursacht werden, definiert. Dabei ist es ohne Bedeutung, durch welches Risiko ein bestimmter Schaden verursacht wird.¹¹⁴

Gegenüber dem individuellen Modell können mehrere Vorteile festgestellt werden¹¹⁵:

- die periodenweise Aggregation der Schadenshöhen je Risiko und Periode entfällt
- die Homogenität des Bestandes ist irrelevant

¹¹¹ Schmidt, 2002 (a), S. 141

¹¹² Schmidt, 2002 (a), S. 141

¹¹³ vgl. Schmidt 2002 (a), S. 146

¹¹⁴ Schmidt, 2002 (a), S. 163

¹¹⁵ Schmidt, 2002 (a), S. 163

-
- die Annahme identisch verteilter Schadenshöhen ist für die Höhen der einzelnen Schäden realistischer als für die periodenweisen Schadenshöhen der einzelnen Risiken
 - die Betrachtung der Gesamtheit aller Schadenshöhen des Bestands liefert eine umfangreichere statistische Basis gegenüber der Gesamtheit der Schadenshöhen nur eines einzelnen Risikos

Eine Parallele des kollektiven Versicherungsmodells zum Baumarkt ist sofort ersichtlich. Im kollektiven Modell wird die Bestandsentwicklung ohne Rücksicht auf die tatsächlich eintretenden Versicherungsfälle vorgegeben. Damit kann ein konstanter Bestand an Risiken (z.B. Bauaufträgen) vorgegeben werden, wobei abgewickelte Aufträge durch neue ersetzt werden. Damit können im Auftragsbestand mit n Risiken auch mehr als n Versicherungsfälle auftreten.¹¹⁶

¹¹⁶ vgl. Drude, 1988, S. 19

Schema zur Ermittlung der Gesamtschadensverteilung:

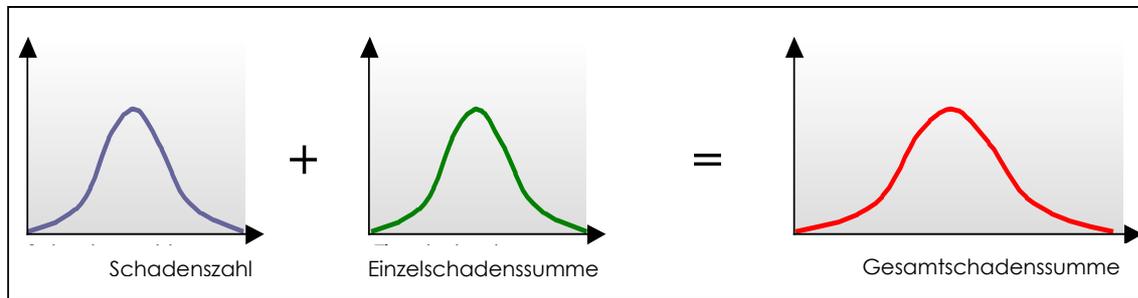


Bild 10: Schema kollektives Modell

Das kollektive Modell setzt sich aus den drei Bestandteilen¹¹⁷

- Ermittlung der Verteilungsfunktion der Anzahl der Versicherungsfälle (Schadenzahlverteilung)
- Ermittlung der Schadenssummenverteilung bei Auftreten von r Schäden
- Ermittlung der Verteilungsfunktion des Gesamtschadens (Gesamtschadensverteilung)

zusammen.

Die einzelnen Elemente können z.B. bei Unkenntnis der Schadenzahl durch Rekursionsformeln aus dem Gesamtschaden berechnet werden.

Schadenzahlverteilung:

Die wichtigsten Schadenzahl-Verteilungen sind die Binomial-, Poisson- und Negativbinomial-Verteilung. Sie können über eine gemeinsame Rekursionsformel charakterisiert werden und werden in der s.g. „Panjer-Klasse“ der Schadenzahlverteilungen zusammengefasst.¹¹⁸

Nach Drude werden sie aus der Poissonverteilung entwickelt, welche die Grundlage der Schadenzahlverteilung bildet.

¹¹⁷ Drude, 1988, S. 19

¹¹⁸ vgl. Schmidt, 2002 (a), S. 169

Poissonverteilung:

$$P(X = r) = e^{-t} \frac{t^r}{r!} \quad r \in N \cup \{0\} \quad \text{Gleichung 40}$$

mit $t = N \times \mu_x \times \tau$

N = Bestand

μ_x = Schadensintensität (Eintrittswahrscheinlichkeit)

Zur Vereinfachung wird hier der zeitliche Aspekt vernachlässigt (Periode) und τ zu 1 gesetzt.

Zur Berücksichtigung von Schwankungen des Bestandes N kann die Poissonverteilung nach Drude in eine Negativ-Binomial-Verteilung überführt werden.

Dazu wird der Bestand N mit der Zufallszahl q multipliziert. Ihr Verhalten kann durch eine Gammaverteilung beschrieben werden.¹¹⁹ Dies führt zur Darstellung der Verteilung der Schadenzahl in Form einer Negativ-Binomial-Verteilung:

$$P(X = r) = e^{-t} \frac{tq^r}{r!} \quad r \in N \cup \{0\} \quad \text{Gleichung 41}$$

$$h(q) = \frac{h^h}{\Gamma(h)} e^{-hq} q^{h-1} \quad (q > 0; h \text{ ganzzahlig und } > 1); \quad \text{Gleichung 42}$$

[$\Gamma(h)$ = Gammafunktion]

=>

$$\text{für } r = 0 : \quad p_r(t, h) = \left(\frac{h}{t+h} \right)^h \quad \text{Gleichung 43}$$

$$\text{für } r \geq 1 : \quad p_r(t, h) = \binom{r+h-1}{r} \left(\frac{t}{t+h} \right)^r \left(\frac{h}{t+h} \right)^h \quad \text{Gleichung 44}$$

¹¹⁹ vgl. Drude, 1988, S. 30

h ist der Schwankungsparameter, mit dem die Ausprägung der möglichen Bestandsvariation festgelegt werden kann.

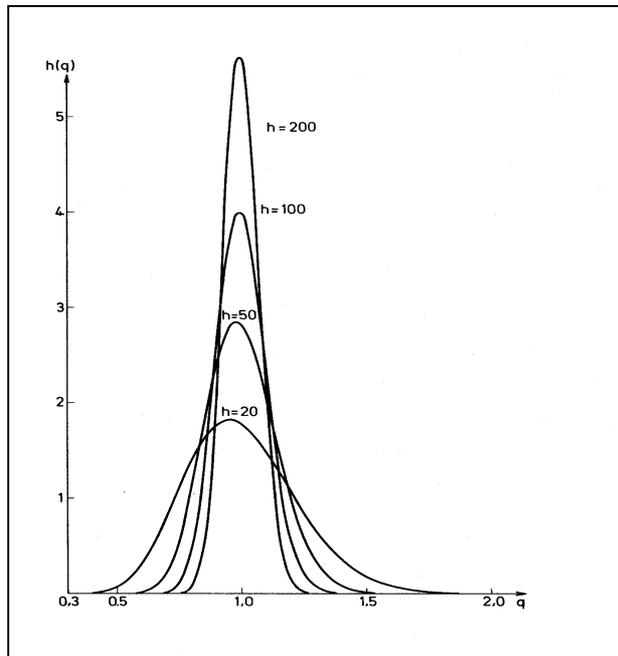


Bild 11: $h(q)$ ¹²⁰

Schadenssummenverteilung:

Die Schadenssumme beschreibt im Versicherungswesen das Kapital, welches der Versicherer aufzubringen hat. Es bestimmt sich aus der Differenz zwischen den fälligen Beträgen und dem vorhandenen Deckungskapital. Dabei kann das riskierte Kapital auch negativ sein.

Die tatsächliche Verteilung der Schadenssummen muss aus den vorhandenen Gegebenheiten, also dem vorliegenden Problem abgeleitet werden. Dazu können verschiedene Analysemethoden verwendet werden, die in Abschnitt C.3.1 beschrieben wurden. Auch eine Zeitreihenanalyse (z.B. durch historische Simulation) kann zur Herleitung der Schadenssummenverteilung dienen. Innerhalb der praktischen Beispiele in Teil II dieser Arbeit wird entsprechend vorgegangen.

Die Schadenssummenverteilung wird demnach hier nur allgemein mit

¹²⁰ Drude, 1988, S.31

$Q(s, \tau) =$ Verteilungsfunktion

Gleichung 45

bzw.

$q(s, \tau) =$ Dichtefunktion, mit $\tau =$ Zeitpunkt

Gleichung 46

angegeben.

Gesamtschadensverteilung:

Unter der Voraussetzung, dass

- die Wahrscheinlichkeit p_r für das Auftreten von r Schadensfällen definiert ist
- die gleichverteilten Schadenshöhen $Q(s)$ voneinander unabhängig und
- $Q(s)$ zeitlich konstant sind

kann die Gesamtschadensverteilung allgemein wie folgt angegeben werden:

$$F(x) = \sum_{r=0}^{\infty} p_r Q^{*r}(x) \quad \text{Gleichung 47}$$

Dabei bezeichnet Q^{*r} die r -te Faltungspotenz der Schadenssummenverteilung. Das zugrundeliegende Faltungsprodukt ist definiert durch:

$$(F_i * F_j)(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F_i(x-y) dF_j(y) \quad \text{Gleichung 48}$$

Die Faltung ist für verschiedene Funktionen wie für die der Normal-, Exponential-, Gamma- bzw. Paretoverteilung recht leicht durchführbar. Im konkreten Fall muss eine dieser Verteilungsfunktionen jedoch bestätigt oder verworfen werden. In der Versicherungsmathematik bzw. Statistik sind andererseits aber auch Näherungsverfahren zur Ermittlung von Gesamtschadensverteilungen weit entwickelt, so dass sich auch kompliziertere Sachverhalte lösen lassen.¹²¹

¹²¹ vgl. u.a. Drude, 1988, S. 82 ff; Schröter, 1995

Grundlagen der Prämienberechnung

Stop-Loss-Punkt und Überschaden

Der Stop-Loss-Punkt T bildet die Grenze der Schadenssumme, die durch die Beiträge (Prämienzahlungen) oder das eigene Kapital getragen werden können oder sollen. Er kann mit Blick auf das Value-at-Risk-Verfahren auch als obere Schadensgrenze (Konfidenzintervall) in "normalen" Zeiten betrachtet werden.

Im Gegensatz zum Value-at-Risk-Modell, das an dieser Stelle endet, wird beim Versicherungsmodell der Betrag bzw. die Prämie für den möglichen Extremschaden errechnet.

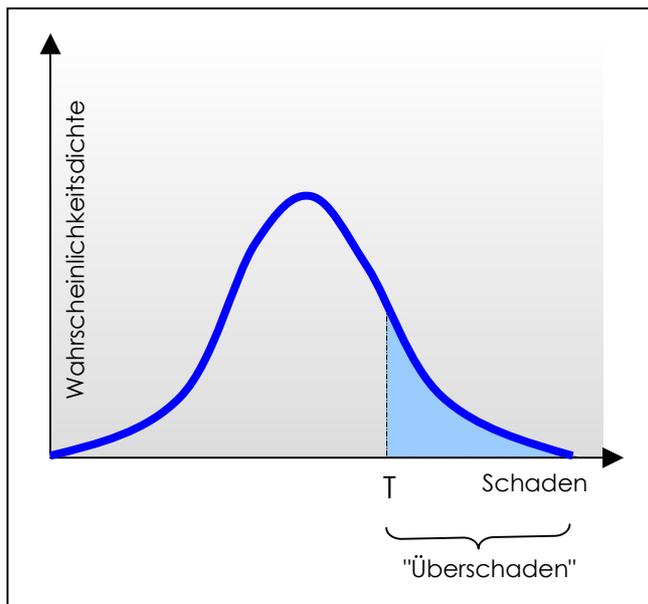


Bild 12: Gesamtschadensverteilung mit Stop-Loss-Punkt und Überschaden-Bereich

T = Schadengrenze, Selbstbehalt, Stop-Loss-Punkt, Priorität

Zur Bestimmung der Grenze T bzw. der Prämien muss auch die Frage beantwortet werden, mit welchen Belastungen aus Überschäden im Durchschnitt der Abrechnungsperioden gerechnet werden muss.

Zur Lösung dieser Fragestellung wird der Erwartungswert des Überschadens für den Bereich $x > T$ errechnet.

$$E_T(w) = \int_T^{\infty} (x - T) dF(x) \quad \text{Gleichung 49}$$

Dieser Erwartungswert darf nicht mit der durchschnittlichen Höhe des Verlustes verwechselt werden, falls tatsächlich ein Überschaden eintritt. „Um die durchschnittliche Höhe der eingetretenen Überschäden zu errechnen, ist der Erwartungswert $E_T(w)$ durch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Überschadens $w > 0$ zu dividieren.“¹²²

$$E(w | x > T) = \frac{\int_T^{\infty} (x - T) dF(x)}{1 - F(T)} \quad \text{Gleichung 50}$$

Parallel kann natürlich auch noch der Erwartungswert des Überschusses für $x < T$ bestimmt werden.

$$E(\{T - x\}) = T - \mu_x + E_T(w) \quad \text{Gleichung 51}$$

Möglichkeiten der Absicherung gegen Überschäden - Überschadensprämie

Berechnung einer Überschadensprämie und/oder Rückversicherung des Überschadens durch Fremdversicherer mit

P_T (Überschadensprämie) = $E_T(w)$ (Erwartungswert d. Überschadens) + Sicherheitszuschläge

Die Sicherheitszuschläge resultieren aus der teilweisen Unkenntnis der Ausgangs-Gesamtschadensverteilung und aus Ungenauigkeiten der Verteilungsfunktionen bei der Anwendung von Näherungsverfahren. Dabei sind insbesondere die "Ränder" der Funktionen anfällig gegen Unschärfen und Strukturveränderungen.¹²³

Prämienberechnung¹²⁴

Bei der Prämienberechnung und der Vertragsgestaltung fließen verschiedene Faktoren ein.

¹²² Drude, 1988, S. 105

¹²³ vgl. Drude, 1988, S. 138 ff

¹²⁴ Drude, 1988, S. 119 ff

Gewinnbeteiligungen/Verlustvortrag

Verteilungsschlüssel/Gewinnbeteiligung

- Zinsgewinne entsprechend des Deckungskapitals
- Verwaltungskostengewinne und Risikogewinne auf die Beiträge, Versicherungssummen und Risikoprämien

Bei sehr großen Gruppen wird aus politischen Gründen oft für Einzelverträge ein Gewinn-/Verlust-Verteilungsvertrag abgeschlossen, da die Umlage der Gewinne und Verluste über das Gesamtportfolio von den Versicherten in guten Zeiten eines Einzelvertrages häufig als unbefriedigend empfunden wurde. Somit kann bei Verlängerung der Verträge die Prämie für die nächste(n) Periode(n) angezogen werden. Allerdings gerät der Versicherer bei solchen Modellen leichter in Liquiditätsschwierigkeiten.¹²⁵

Allgemeiner Ansatz der Gewinnabrechnung

(hier ohne Berücksichtigung der entstehungsgerecht verteilten Zinsgewinne (s.o.))

Erträge:

- rechnungsgemäße Risikobeiträge
- Kostenzuschläge (Verwaltung usw.)
- Kapitalerträge je Periode

Aufwendungen:

- tatsächlich eingetretener Gesamtschaden x
- Kapitalkosten darauf für 1/2 Periode
- Verwaltungskosten
- Kapitalkosten darauf

¹²⁵ vgl. Drude, 1988, S. 119 ff

Verfügbare Prämie:

$P = \text{Risikobeiträge} + \text{Kostenzuschläge} - \text{entstandene Kosten}$

$i = \text{Jahreszins (bzw. Periode)}$

Gewinn:

$$G = P(1+i) \times (1+i/2) \approx (1+i/2)(P(1+i/2) \times) \quad \text{Gleichung 52}$$

davon sind abzuziehen:

- Rückstellungen für evtl. Verlustjahre
- Rücklagen für Ausschüttungen
- Abzüge wg. Mischsystem mit einzelnen verlaufsabhängigen Überschussbeteiligungen bei Gruppenversicherungen
- Steuern

mit

$$B = P(1+i/2) \quad \text{Gleichung 53}$$

ist $G^* = \{B-x\}$ der wesentliche Anteil des Gewinns
(Def.: $\{a\} = \max[a,0]$) Gleichung 54

=>

$$G = G^* (1+i/2) \quad \text{Gleichung 55}$$

Zur Berücksichtigung aller o.g. Vertragsvarianten im Rahmen der Gewinnbeteiligung, der Überschadensversicherung und der vorgenannten Abzüge, wird folgender allgemeiner Ansatz für den Gewinnanteil verwendet. Hierbei können Anpassungen über die Parameter a , b und g vorgenommen werden.

$$D = aB + \{bB - gx\} \quad \text{Gleichung 56}$$

Mit der Annahme bzw. Vereinfachung, dass B bereits um Rücklagen, Steuern und Dividenden reduziert ist, kann gefordert werden, dass

$$E(D) = B - \mu \quad \text{Gleichung 57}$$

genügt. Daraus folgt:

$$B - \mu = E(aB + bB - gx + \{gx - bB\}) \quad \text{Gleichung 58}$$

\Leftrightarrow

$$B - \mu = aB + bB - g\mu + gE(\{x - b/g B\}) \quad \text{Gleichung 59}$$

Diese Formel dient als Grundlage der Beitragsberechnung.

Modellierung der Prämienrechnung

Beitragsrechnung mit reiner Überschadendeckung

$$a = 0, g = 1, \text{ also } D = \{bB - x\} \quad \text{Gleichung 60}$$

Mit dem Erwartungswert der Überschäden P_T für $T = \text{Stop-Loss-Punkt}$ folgt daraus:

$$B = T + P_T, \quad \text{Gleichung 61}$$

- mit vorbestimmter Prämie, die die Überschadensdeckung und den Selbstbehalt beinhaltet, wobei T nicht im vornherein fest sein muss
- mit festem T und separater Überschadensprämie

Im Fall $x < T$ zahlt der Versicherer neben der Gesamtschadenssumme x die Dividende $T - x$ und behält P_T als Überschadensbeitrag ein. Im Fall $x > T$ erbringt er ebenfalls den Gesamtschaden x ; sein Ergebnis $B - x$ ist identisch mit dem Saldo $B - x = P_T - \{x - T\}$, ist somit der Saldo aus dem Überschadenbeitrag und dem Überschaden über die Grenze T hinaus.

Beitragsrechnung mit prozentualer Beteiligung am Gewinn

$$a = 0, b = g, \text{ also } D = g \cdot \{B-x\} \quad \text{Gleichung 62}$$

$$\Rightarrow B-\mu = g[B-\mu + E(\{x-B\})] = g(B - \mu + P_B) \quad \text{Gleichung 63}$$

$$\Rightarrow g = B-\mu / (B-\mu+P_B) \quad \text{Gleichung 64}$$

Der Versicherer behält in Gewinnjahren für das Verlustrisiko den Betrag $(1-g)\{B-x\}$ ein mit

$$1-g = P_B / (B-\mu+P_B) \quad \text{Gleichung 65}$$

Zudem existieren verschiedene Ansätze zur Glättung der Schwankungen des Gewinnanteils¹²⁶.

Beitragsrechnung Grunddividende plus prozentualem Anteil

$a \neq 0$, $b = \rho \cdot g$ mit Konstanten a , $\rho < 1$, die für alle Gruppenversicherungsverträge mit dieser Abmachung den gleichen Wert haben sollen.

Die Dividende ist in diesem Fall die Summe aus einer Grunddividende aB mit einheitlichem a und einer verlaufsabhängigen Dividende, also von der Form

$$D = aB + g \cdot \{\rho B-x\} \quad \text{Gleichung 66}$$

\Rightarrow

$$g = (B-\mu-aB) / (\rho B-\mu+P_{\rho B}) \quad \text{Gleichung 67}$$

Wird der Gewinnanteilsatz a für die Grunddividende aB zu hoch angesetzt, bleibt für den verlaufsabhängigen Gewinnanteil $g \cdot \{\rho B-x\}$ wenig übrig. Wird a auf der anderen Seite sehr klein, werden die verlaufsabhängigen Schwan-

¹²⁶ vgl. Drude 1988

kungen des Gewinnanteils sehr groß, so dass der Versicherungsnehmer das Risiko des Schadensverlaufs weitgehend selber trägt.

Beitragsrechnung mit Grunddividende und prozentualer Beteiligung am Gewinn, der die Grunddividende übersteigt.

$$a \neq 0, b/g = p = 1-a \quad \text{und} \quad D = aB + g \cdot \{(1-a)B-x\} \quad \text{Gleichung 68}$$

Beitragsrechnung mit gestaffelter prozentualer Gewinnbeteiligung

Bis zu einem Maximum $M < B$ wird der Überschuss mit einem Anteil g , darüber hinaus voll als Dividende vergütet.

$$D = g \cdot \{B-x\} + (1-g) \cdot \{B-M-x\} \quad \text{Gleichung 69}$$

mit der Forderung $E(D) = B - \mu$, sowie $P_B = \{x-B\}$, $P_{B-M} = \{x-(B-M)\}$ und $T = B-M$ folgt

$$g = (M - P_T) / (M - P_T + P_B) \quad \text{Gleichung 70}$$

Irrtümer - Erwartungstreue - Sicherheitszuschläge

Zur Vollständigkeit werden an dieser Stelle noch die Verfahren zur Absicherung gegen Unschärfen bei der Einschätzung des Erwartungswertes der Gesamtschadensverteilung und der Erwartungstreue von Gewinnspannen erwähnt, die auf der Begrenzung von Parametern aufbauen und durch Integration von weiteren Schwankungsparametern ergänzt werden.

Sicherheitszuschläge zum Netto-Überschadensbeitrag oder Gewinneinbehalt des Versicherers sind nach Drude unerlässlich, da vielen schadenfreien Jahren mit meist nur geringen Einnahmen an Überschadensbeiträgen selten eintretende Verlustjahre mit sehr ungewisser Verlusthöhe gegenüber stehen. "Das Risiko des Versicherers liegt in den Schwankungen des Saldos aus den zur Verlustdeckung einbehaltenen Beträgen und den etwaigen

Aufwendungen im Verlustfalle."¹²⁷ Zusätzlich können in den "Enden" der Verteilungsfunktionen Fehler durch ungenaue Approximationen und Strukturveränderungen leicht zu großen Abweichungen in den Prognosen führen. Demnach sollen Sicherheitszuschläge so festgesetzt werden, dass ihr Erwartungswert proportional zur Streuung des o.g. Saldos ist.

Zur expliziten Berechnung existieren viele verschiedene Theorien und Berechnungsprinzipien. Dazu sei auf die weiterführende Literatur verwiesen.¹²⁸

Beurteilung des Versicherungsansatzes

Im Versicherungswesen basieren die vorhandenen Theorien auf sehr großen Kollektiven. Es ist also zu prüfen, in welchen Bereichen des Bauwesens eine Diversifikation durch eine ausreichend hohe Zahl an unterschiedlichen Risiken eines Kollektivs erreicht werden kann, bzw. welche Bereiche zu diesem Zweck zusammengefasst und quantifiziert werden können. Auf den ersten Blick scheinen z.B. Bauaufträge in ihrer Langwierigkeit ungeeignet, doch unterhält eine Bauunternehmung ständig ein mehr oder weniger schwankendes Portfolio an Bauaufträgen, die insgesamt in kurzen Zeitabständen abgerechnet werden. Dies entspricht dem Kollektivgedanken der Versicherung. Im Zusammenhang mit der Schaffung eines Risikobewertungssystems für das Bauwesen liefert das Versicherungsmodell darüber hinaus Grundlagen zur Ermittlung des VaR und erfüllt dabei alle Anforderungen an ein Bewertungsverfahren¹²⁹. Ein zusätzlicher Nutzen des Versicherungsansatzes liegt in den Methoden zur differenzierten Quantifizierung von Überschäden, die bei der VaR-Betrachtung ausgeklammert werden.

¹²⁷ Drude, 1988, S.139

¹²⁸ vgl. u.a. Schmidt, 2002 (a), Drude, 1988

¹²⁹ vgl. S.38 ff

C.4 Handlungsalternativen unter Risiko (Risikogestaltung)

In diesem Abschnitt werden die statistischen Auswirkungen auf das Risikoportfolio des Risikoträgers bzgl. verschiedener Risikogestaltungsmaßnahmen verdeutlicht. Zur Veranschaulichung dienen die statistischen Parameter Erwartungswert μ und Varianz σ^2 , insbesondere aber das Risikomaß Value-at-Risk (VaR).

Die zentralen Handlungsalternativen sind:

- Risiko vermindern
- Risiko selbst tragen
- Risiko überwälzen

Risiko vermindern

Durch aktives Handeln bzw. Behandeln der Risikoposition wird die Varianz oder sogar der Mittelwert reduziert. Dies geschieht z.B. bei der genaueren Planung, Erkundung oder durch die Auswahl bestimmter Bauverfahren oder Kalkulationsmethoden.

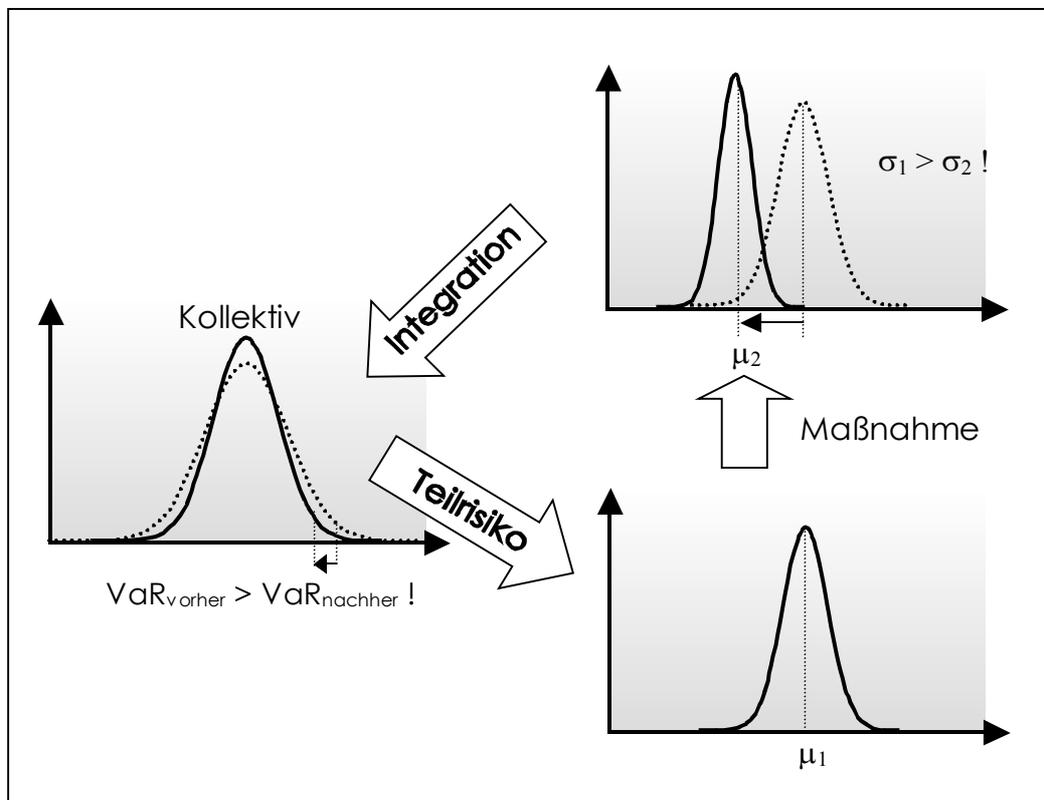


Bild 13: Verminderung von Risiken (Schema)

Es ist dabei immer die Gesamtrisikostuktur des Portfolios zu beachten. Eine Verminderung von Einzelrisiken ist nur bei spürbarer Risikoreduktion im Kollektiv sinnvoll. Bei der Verminderung sind demnach mögliche Zusatzkosten (z.B. durch Zusatzplanung) und veränderte Abhängigkeiten (Korrelationen) und Beeinflussung anderer Risikopositionen (Schaffung weiterer Positionen, Austausch einzelner Positionen) zu berücksichtigen, die im Kollektiv zu Varianz- oder Mittelwertveränderungen führen können. Allgemein kann der Ansatz bei unkorrelierten Größen wie folgt dargestellt werden.

$$F(x) = \prod_{i=1}^n * F_i(x) \quad \text{mit } (F_i * F_j)(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F_i(x-y) dF_j(y) \quad \text{Gleichung 71}$$

Risiko selbst tragen

Die Selbsttragung von Risiken hängt sehr eng mit der Risikoverminderung und Risikoüberwälzung zusammen. Zentral ist dabei die Entscheidungsfindung zur Überwälzung, Verminderung oder Selbsttragung. Bevor die Entscheidung zur Selbsttragung fällt, sollten die Möglichkeiten der Risikoverminderung und die Auswirkungen der Überwälzung geprüft werden. Dies sollte immer mit Blick auf das Verhalten des eigenen Risikokollektivs geschehen, wobei die Parameter Varianz und Mittelwert sowie das Risikomaß VaR zur Prüfung herangezogen werden können. Zusätzlich sollten im Rahmen der Selbsttragung auch die Möglichkeiten zur Risikosicherung im eigenen Kollektiv - z.B. durch Diversifikation - geprüft werden.

In der Finanzwirtschaft und bei Versicherungsgesellschaften werden sogar weitere (derivative) Finanzinstrumente eingesetzt, die für ein Hedging von Risiken genutzt werden können.¹³⁰

¹³⁰ vgl. z.B. Beike, 1997; Schenk, 1998

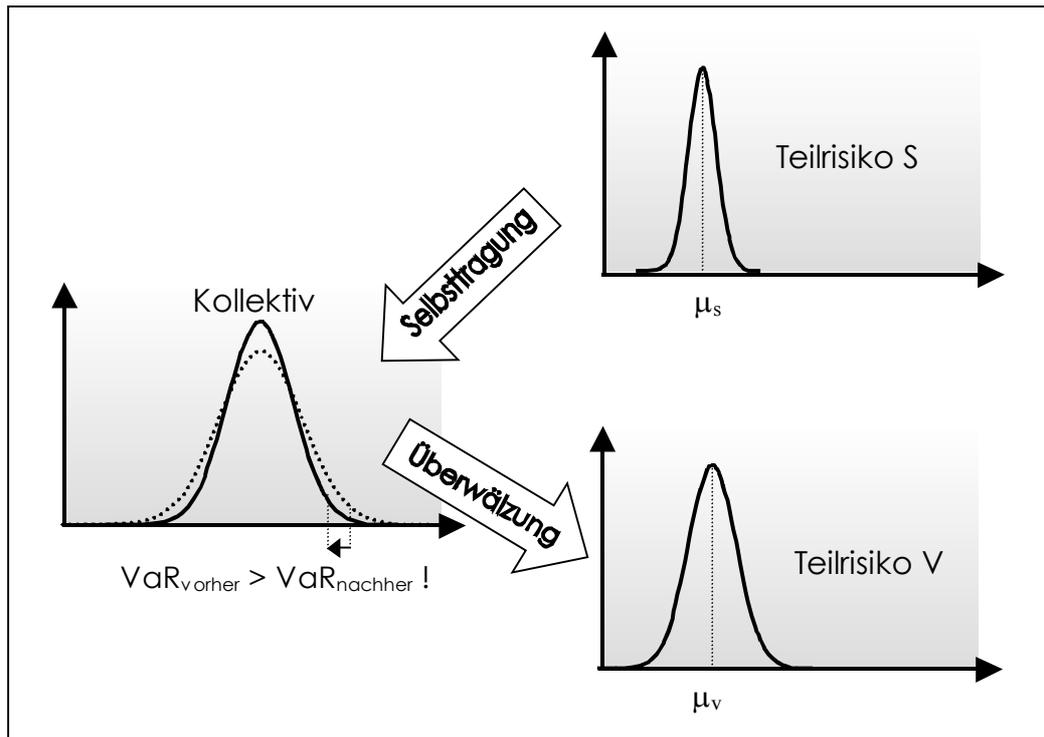


Bild 14: Schema Selbsttragung und Überwälzung von Risiken

Risiko überwälzen

Die Verlagerung von bestimmten Risiken vom eigenen Kollektiv hin zu anderen Teilnehmern (Risikoträgern) des Marktes geschieht durch Risikoüberwälzung. Dabei ist zu prüfen, ob die am Markt erhältlichen Prämien (Pauschalpreise), die sich aus der Risikotransformation des externen Risikoträgers ergeben nach Integration ins eigene Kollektiv zur Verbesserung der Gesamtrisikosituation führen, vgl. Bild 15.

Die Voraussetzung für den „Verkauf“ einer Risikoposition ist, dass ein Markt für das betreffende Risiko vorhanden ist. Beispiele für Märkte, auf denen Risiken gehandelt werden sind die typischen Versicherungsmärkte beispielsweise für Lebensversicherungen oder Sachversicherungen. Auf der anderen Seite werden aber auch im Bauwesen typische Risiken in Form von Pauschalverträgen mit Risikozuschlägen (vgl. GU-Zuschlag) gehandelt. Allerdings ist die versicherungsmathematische Komponente bisher nicht integriert.

Die Symptome der Risikoüberwälzung lassen sich wie folgt darstellen:

- Ausgliederung eines Teilrisikos oder Risikopaketes aus dem Kollektiv
- Überwälzung des Risiko(-pakets) an einen anderen Teilnehmer des Marktes, der so zum Risikoträger wird (Versicherungsvertrag, Pauschalvertrag, Optionsgeschäft)
- Risikogestaltung durch den Risikoträger
- Preisbildung für die Risikoübernahme durch den Markt bzw. durch Risikoberechnung/Prämienberechnung des Risikoträgers
- Integration der streuungsfreien Position in das eigene Kollektiv

Die Risikoüberwälzung kann nur dann als Erfolg gewertet werden, wenn die Integration des streuungsfreien Wertes μ_s , der meistens betragslich über dem Ausgangs-Mittelwert μ_v liegen wird, nach Integration ins Risikokollektiv zu einer Verminderung des VaR führt. Die Verminderung des VaR kann auch bei solchen Fällen vorgefunden werden, bei denen der Gesamtmittelwert des Kollektivs durch die Überwälzung erhöht wird. Die Feststellung der Risikoreduktion sollte daher nicht anhand von Mittelwert und Varianz erfolgen, die möglicherweise irreführende Ergebnisse liefern, sondern am VaR orientiert werden, vgl. Bild 15.

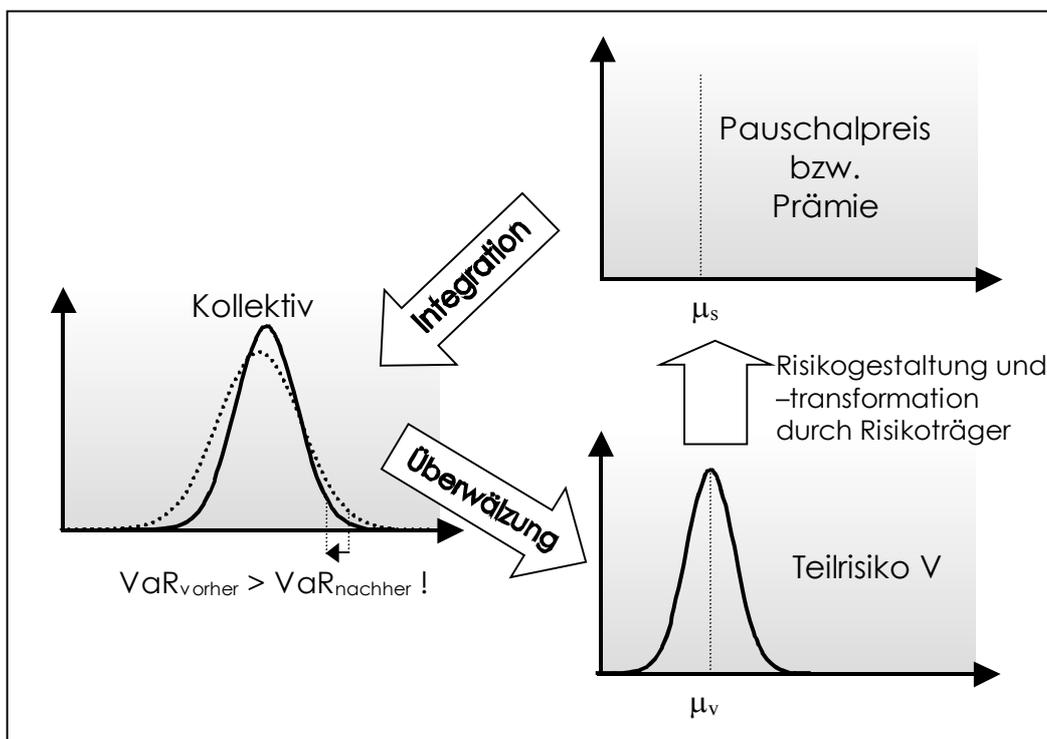


Bild 15: Prozess der Risikoüberwälzung (Schema)

D. Das ökonomische Modell

Typischerweise teilt sich jedes Unternehmen des produzierenden Gewerbes in die Bereiche der technischen Produkterstellung (operatives Geschäft) und der kaufmännischen Steuerung. Nicht zuletzt besteht deshalb die Unternehmensführung oft aus einem technischen und einem kaufmännischen Geschäftsführer. Die Sichtweisen unterscheiden sich fachspezifisch, da der technische Part Optimierungspotenziale bei der operativen Tätigkeit und der kaufmännische Part diese bei der betriebswirtschaftlichen Seite sucht. Letztlich müssen beide Komponenten aufeinander abgestimmt werden, wobei sich das technische Risiko, und damit das technische, prozessorientierte Risikomanagement im unternehmerischen Gesamtrisiko niederschlägt. Die Handhabung und die Ursachen der jeweiligen Risikoarten sind sehr unterschiedlich. Eine Transformation der Prozessrisiken (Kollektiv) in betriebswirtschaftlich/finanzwirtschaftlich handhabbare Größen ist also zwingend. Zudem ist die Zusammenführung der originär betriebswirtschaftlichen Risiken und der Prozessrisiken der Produkterstellung notwendig. Letztlich bestimmt der Markt über den Erfolg oder Misserfolg jeder Art von Unternehmung, sei es ein Immobilienprojekt oder das Bauunternehmen, anhand etablierter Kenngrößen wie Rentabilität, Kapitalwert, Ertragswert, Eigenkapitalquote, Ratingklasse, cashflow u.v.m. Diese beschreiben somit indirekt auch die betriebswirtschaftlichen Symptome des technischen Risikomanagements und der operativen Risiken.

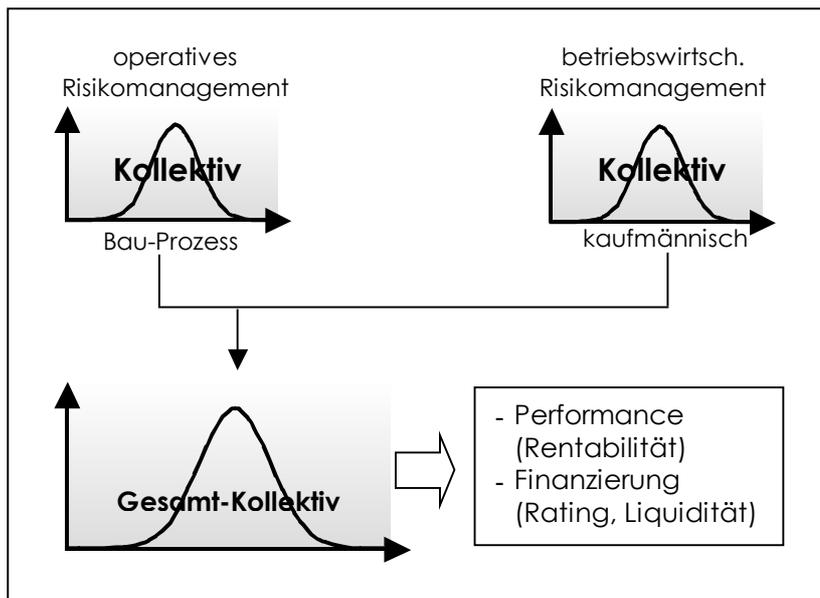


Bild 16: Prozess der Ökonomisierung im unternehmerischen Gesamtzusammenhang (Skizze)

Die Verwendung eines Risikomaßes wie Value-at-Risk bietet sich für die Integration beider Risikobereiche an, da durch VaR ein Wert für das Risiko angegeben werden kann, der für jede Art von Risiko einheitlich ermittelt wird (vgl. auch Gründe für VaR als Bewertungsinstrument, S. 38 ff). Außerdem gibt der VaR einen monetären Wert für das Risiko an, der für die ökonomische Betrachtungsweise zwingend und aus produktionstechnischer, wie auch aus finanzwirtschaftlicher Sicht leicht herstellbar ist.

Teil II:

Quantitatives Risikomanagement im Bauunternehmen

A. Unternehmensrechnung und Eigenkapitalsicherung

In Kapitel A wird das quantitative Risikomanagementmodell auf die betriebswirtschaftlich geschlossene Einheit „Bauunternehmung“ angewandt. Anhand eines praktischen Beispiels werden die Ausführungen erläutert. Es lehnt sich an reale Randbedingungen an, ist aber zur leichteren Verständlichkeit teilweise stark vereinfacht. Die statistischen Berechnungen erfolgen auf Grundlage von Normalverteilungen. Diese Vorgehensweise wurde in Teil I durch empirische Untersuchungen typischer Verteilungsfunktionen im Bauwesen untermauert.

Zunächst werden in Abschnitt A.1, der Vollständigkeit halber, die allgemeinen Risiken der Bauunternehmung kurz besprochen und Vorschläge zur systematischen Sammlung und ggf. Auswertung solcher Risiken gemacht. Die statistischen Parameter fließen nicht in das Beispiel ein.

Die Abschnitte A.2 und A.3 beziehen sich dann auf das Risiko des operativen Geschäfts im Zusammenhang mit Gewinnstreben und Kapitalerhaltung. Abschnitt A.4 rundet das Thema mit Überlegungen zur Anpassung der Organisation ab, um das vorgeschlagene Risikomanagementmodell im Unternehmen umsetzen zu können.

A.1 Risiken des allgemeinen Geschäftsbetriebes

Die Buchhaltung und insbesondere die GuV-Rechnung zeigen in den Posten „außerordentliche Aufwendungen“ u.a. die Realisierung von Risiken außerhalb der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit.

In Bezug auf das Bauunternehmen können Schäden aus den folgenden Risiken resultieren:¹³¹

Anlagen- und Beständerisiken

- Beschädigung oder Vernichtung von Anlagen und Beständen

¹³¹ vgl. Piwodda 2003, S. 121 ff

- fehlende Kapazitätsauslastung

Investitionsrisiken

- z.B. aus marktstrategischen Gründen gezahlter Mehrpreis über einem gutachterlich ermittelten Wert einer Kapitalanlage¹³²
- im Rahmen von Investitionen für Forschung und Entwicklung oder für Maschinen und maschinelle Anlagen

Allgemeine Finanzierungsrisiken

- Kapitalstruktur (Verhältnis von Eigen- und Fremdkapital, sowie kurz- und langfristiges Fremdkapital)
- Liquidität, d.h. dass zu einem gewissen Zeitpunkt kein ausgewogenes Verhältnis zwischen verfügbaren Zahlungsmitteln und Zahlungsverpflichtungen vorhanden ist
- Kreditrisiko

Beschäftigungsrisiken

- allgemeine Risiken der Auftragsakquisition
- Angebotserfolgsquote
- Konjunktur
- Ruf des Unternehmens
- Saison
- Standort

Managementrisiken

- Qualifikation des Managements
- Entscheidungskompetenzen und Organisationsstruktur
- Informationsfluss und Informationsbeschaffung
- Koordination der Geschäftsprozesse
- strukturelle Veränderungen (Strukturwandel der Nachfrage, Wandel der Produktionsstruktur, Wandel der Unternehmensstruktur)

Die konsequente Sammlung von historischen Schadensereignissen, wie sie im Rechnungswesen dokumentiert sind, und eine qualifizierte statistische Aufarbeitung des Zahlenmaterials könnten statistische Parameter zur Integration in das Risikomodell liefern.

¹³² Leimböck, 1992, S. 48

Eine Struktur zur Risikolistung in Form einer Risk-Map wird bei Piwodda¹³³ vorgeschlagen. Sie enthält die o.g. Risikogruppen. Anhand von Literaturrecherchen konnten aber bisher nur die Bereiche Beschäftigungs- und Managementrisiko näherungsweise analysiert werden. Mit den verfügbaren Daten (ohne Finanzierungsrisiko, Investitionsrisiko, Anlagen- und Beständerisiko) kann das Risiko des allgemeinen Geschäftsbetriebes auf im Mittel 3,77% des jährlichen Umsatzes (Standardabweichung 1,29%) geschätzt werden. Den Hauptanteil machen daran die Konjunktur mit 2,08%, der Ruf mit 0,56% und die Entscheidungskompetenz bzw. Organisationsstruktur und die Qualifikation des Managements mit je 0,50% aus.¹³⁴

Zur Integration in das Risikomodell sollten solche statistischen Parameter zugrunde gelegt werden. Darauf wird aber im Rahmen dieser Arbeit verzichtet, um die folgenden Ausführungen übersichtlich zu halten. Außerdem liegt nicht das Risiko des allgemeinen Geschäftsbetriebes, sondern das Risiko der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit (baubetriebliches Risiko) im Fokus dieser Arbeit.

¹³³ Piwodda 2003, S. 234

¹³⁴ vgl. Piwodda 2003, S. 234

A.2 Kapital, Kapitalmarktzens Eigenkapitalsicherung

Das unternehmerische Risiko muss mit Kapitalanteilen „versichert“ werden. So stellt sich die Frage, wie viel Eigenkapital zur Verfügung steht, um einerseits das Unternehmen zu sichern und andererseits der Kapitalerhaltung zu genügen. Im Sinne des Gewinnstrebens und der Befriedigung der Gläubigeransprüche (Zinsen für Fremdkapital) ist ebenfalls der Blick auf den Kapitalmarkt nötig. Aus der Bilanz und GuV lässt sich dann der nötige substanzerhaltende Gewinn ableiten.

Es wird sich zeigen, dass die typische Eigenkapitalquote der Bauunternehmen nach dem Risikomodell nur einen geringen Risikobetrag zulässt. Im folgenden Abschnitt A.3 kann dann diskutiert werden, was das für den Deckungsbeitrag¹³⁵ bedeutet.

¹³⁵ zur Definition des Begriffs **Deckungsbeitrag**

Betriebswirtschaftliche Literatur:

Busse von Colbe (von Colbe 1994, S. 152) definiert den Deckungsbeitrag als Differenz zwischen Erlösen und Kosten eines Bezugsobjektes, die ausschließlich durch das Objekt selbst ausgelöst werden.

Riebel definiert ihn in gleicher Weise, wobei nur Einzelerlöse und Einzelkosten für die Deckungsbeitragsrechnung relevant sind, da sie in Relation zum betrachteten Objekt stehen und „durch dieselbe Entscheidung“ (Riebel 1974, Sp. 1142) begründet werden. Damit können sie „ (Riebel 1990, S. 734) auf einen identischen dispositiven Ursprung“ zurückgeführt werden.

Wöhe (Wöhe 2002, S. 403, S. 1131 ff) verwendet den Deckungsbeitrag im Zusammenhang mit der Produktionsprogrammplanung und der kurzfristigen Erfolgsrechnung auf Teilkostenbasis. Der Deckungsbeitrag ergibt sich dort aus der Differenz des Erlöses je Stück und den variablen Stückkosten (mengenabhängige Stückkosten). Produktbezogene Fixkosten je Jahr gehören dabei nicht zum Deckungsbeitrag (Wöhe 2002, S. 403).

Im Sinne einer s.g. mehrstufigen Deckungsbeitragsrechnung enthält der Deckungsbeitrag II oder Produkt-Deckungsbeitrag als Zusammenfassung mehrerer Produktgruppen auch die Fixkosten dieser Gruppen (Wöhe 2002, S. 1133; von Colbe 1994, S. 153). Darauf aufbauend ist in der Literatur eine weitere Verdichtung der Deckungsbeiträge bis hin zum Deckungsbeitrag IV bzw. dem Unternehmensdeckungsbeitrag dokumentiert, der dem Betriebsergebnis entspricht und alle fixen und variablen Kosten sowie Umsatzerlöse enthält.

Bauwirtschaftliche Literatur:

Im Bauwesen wird der Deckungsbeitrag in gleicher Weise verstanden. Nach Keil/Martinsen (Keil 2004, S. 34) wird er als Differenz zwischen dem Erlös (eines Auftrages) und den direkten Kosten (des Auftrages) verstanden. Kosten wie z.B. solche für die Unternehmensleitung, Abschreibung und Verzinsung für vorhandene Gebäude, Maschinen fließen nicht in den Deckungsbeitrag ein. Noch differenzierter wird der Deckungsbeitrag bei Leimböck (Leimböck 2002, S. 54) definiert. Während in der betriebswirtschaftlichen Definition der Deckungsbeitrag durch den Marktpreis (Erlös) des Produktes und die variablen Kosten des Produktes gebildet wird, besteht für ein Bauprojekt i.d.R. „kein Marktpreis im Sinne der meisten stationären Industrien“ (Leimböck 2002, S. 54).

Nach Teil I, Abschnitt C eignet sich der Value-at-Risk (VaR) als Kennziffer bei der Bewertung von Risiken. Legt man ihn bei der Risikobewertung des Bauunternehmens zu Grunde, so kann das erforderliche Kapital zur Risikoabsicherung auch als VaR_x bezeichnet werden.

Kapital zur Risikoabsicherung $\equiv VaR_x$ *Gleichung 72*

Ein größerer, sehr selten auftretender Überschaden wird bei der Berechnung des erforderlichen Risikokapitals hier nicht berücksichtigt. Würde er eintreten, müsste man einen Teil- oder Totalverlust des Betriebsnotwendigen Kapitals hinnehmen.

Letztlich ist es eine unternehmerische Entscheidung, welches Kapitalvolumen man zur Risikoabsicherung (VaR_{90} , VaR_{95} oder mehr) bereithält. Dabei ist zu fragen, ob es sich beim Risikokapital obligatorisch um Eigenkapital oder anteilig auch um Fremdkapital handeln kann. Dem soll aber hier nicht weiter nachgegangen werden. Im Folgenden wird bei allen Betrachtungen ausschließlich Eigenkapital zur Risikosicherung eingesetzt.

Wegen der Individualität eines jeden Bauobjektes kann der Preis meist nur auf Grundlage der Herstellkosten und einer Einschätzung des Marktpreises erfolgen. Wird also der Deckungsbeitrag (= Zuschlag für Allgemeine Geschäftskosten, Wagnis und Gewinn in der Kalkulation) falsch eingeschätzt, kann der tatsächliche Marktpreis verfehlt werden. Ein weiteres Problem stellt die Zuordnung zu variablen und fixen Kosten dar. Zusätzlich zu den allgemeinen Geschäftskosten fallen weitere Fixkosten wie Abschreibungen auf Geräte oder Lohnkosten für das Bauhofpersonal an, die nicht ohne weiteres den fixen bzw. variablen Kosten zugeordnet werden können. Leimböck bezeichnet daher im Rahmen der Angebots- und Vorkalkulation die Summe aus Allgemeinen Geschäftskosten und Wagnis- und Gewinn als Gesamtzuschlag, wohingegen bei der Arbeitskalkulation der Begriff Deckungsbeitrag für diese Summe verwendet wird. Auch in der KLR Bau (KLR Bau 2001, S. 28 ff) wird der Deckungsbeitrag in diesem Sinne gesehen. Aufgrund der genannten Problematik wird die Kalkulation unter Vollkostenrechnung empfohlen, was sich mit der Verwendung des Begriffs „Gesamtzuschlag“ bei der Angebots- und Vorkalkulation nach Leimböck deckt.

Deckungsbeitrag im Verständnis dieser Arbeit:

Unter Berücksichtigung der bauwirtschaftlichen Realität verstehe ich den Begriff „Deckungsbeitrag“ im Rahmen dieser Arbeit als die Summe, die einen Teil zur Deckung der Allgemeinen Geschäftskosten des Bauunternehmens, einen Anteil zur Absicherung des unternehmerischen Wagnisses sowie den Gewinn eines Bauprojektes beinhaltet. Alle Kosten werden als variable Kosten den Erlösen des Projektes gegenübergestellt und fließen in die Deckungsbeitragsrechnung ein.

A.2.1 Eigenkapital zur Risikoabsicherung

Bei vielen Bauunternehmen ist auf Grund der nun schon neun Jahre andauernden Rezession fraglich, ob eine vollständige Eigenkapitaldeckung des Risikos gegeben ist. Nach den Angaben des BWI¹³⁶ liegt die Eigenkapitalquote der Bauunternehmen mit einem Umsatz zwischen 5 und 12,5 Mio. € im Mittel bei 6,6%.

Über die typische Kapitalumschlaghäufigkeit von Bauunternehmen, die bei 2 bis 3/a liegt¹³⁷, lässt sich das betriebsnotwendige Kapital B_K für ein Beispielunternehmen errechnen, das einen mittleren Umsatz von 5 Mio. € zu verzeichnen hat. Der Kapitalumschlag wird hier beispielhaft mit 2,5 zugrunde gelegt.

$$B_K = \frac{5 \text{ Mio. €}}{2,5} = 2 \text{ Mio. €} \quad \text{Gleichung 73}$$

Mit den Angaben zur Eigenkapitalquote seitens des BWI zeigt sich, dass im Unternehmensdurchschnitt 132 T€ an Eigenkapital (EK_D) zur Verfügung stehen.

$$EK_D = 6,6\% \times B_K = 6,6\% \times 2 \text{ Mio. €} = 0,132 \text{ Mio. €} \quad \text{Gleichung 74}$$

Legt man fest, dass nur das Eigenkapital zur Risikosicherung herangezogen wird, so darf der VaR_x gemäß Gleichung 72 einen Wert von 132 T€ nicht überschreiten.

$$VaR_x \leq EK_D = 132 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 75}$$

A.2.2 Kapitalmarkt

Die Höhe des vorhandenen Eigenkapitals gibt Auskunft über die Fähigkeit des Unternehmens, Risiken aufzufangen. Aus Sicht der Substanzerhaltung muss jedoch auch eine ausreichende Rendite bzw. Kapitalverzinsung erreichbar sein, die das Risiko „in normalen Zeiten“ abfangen kann. Ist dies nicht so, wird das Unternehmen einer stetigen Eigenkapitalreduktion gegenüber stehen.

¹³⁶ BWI, 2003, S. 28

¹³⁷ vgl. z.B.: Zukunftsstudie, 2003, S. 74

Unternehmensanleihen

Bei den Zinsüberlegungen des Kapitalmarktes wird der Zinssatz für eine Projekt- oder Unternehmensanleihe K aus verschiedenen Differenzbetrachtungen (Spreads) abgeleitet und errechnet sich vereinfacht dargestellt¹³⁸ aus:

K_{RF} = risikofreier Zins

K_Z = Zinsänderungsrisiko

K_L = Liquidationsrisiko

K_R = Risiko der Anleihe

mit der Gleichung

$$K = K_{RF} + K_Z + K_L + K_R \quad \text{Gleichung 76}$$

Wobei der risikofreie Zins K_{RF} etwa dem Zins der variablen Bundesanleihe (hier mit 4,5%), der Laufzeitzins K_Z der Zinsbindung der Zinsstrukturkurvendifferenz (bei 10 Jahren 2,0%), der Liquidationszins K_L dem Abschlag für kurzfristig in Geld umwandelbare Vermögenswerte bei Verkauf des Unternehmens (6%) und der Risikozinszuschlag K_R dem spezifischen Risiko der Anleihe entspricht.

Hier wird nur K_R , der mittlere Risikozinszuschlag für das Unternehmen näher betrachtet. Er ergibt sich aus dem Risiko des ordentlichen Geschäftsbetriebes (Baustellen) und einem Zuschlag für sonstige unternehmerische Risiken. Sieht man von sonstigen Risiken des Unternehmens ab, so lässt sich dieser Risikozuschlag K_R aus dem Value-at-Risk des Betriebsergebnisses¹³⁹ (Baustellen) berechnen:

$$K_{R,x} = \frac{VaR_x}{B_K} \quad \text{Gleichung 77}$$

Die Entscheidung, welches Sicherheitsniveau für die Value-at-Risk-Berechnung gewählt wird, muss die Unternehmensführung aus Bestandssicherungs- und unternehmenspolitischen Gründen treffen. In der Literatur

¹³⁸ vgl. z.B.: Brigham, 2001

¹³⁹ zur Begriffsdefinition **Betriebsergebnis**

Betriebsergebnis wird hier im handelsrechtlichen Sinne als Differenz zwischen den durch die ordentliche betriebliche Tätigkeit (Bautätigkeit/Baustellen) verursachten Aufwendungen und Erträge ohne aperiodische, betriebsfremde und außerordentliche Elemente (von Colbe 1994, S. 76) verstanden.

sind Werte von 90%, 95% oder 99% als üblich dokumentiert, sie betreffen die allgemeine Statistik sowie den Marktrisikobereich.¹⁴⁰

Fremdkapital

Der Fremdkapitalzins wird seitens der Kreditinstitute an den selben Zinsbestandteilen festgemacht. Der Zinszuschlag für das Unternehmensrisiko wird anhand von Ratingverfahren ermittelt und unsere Beispielunternehmung sicher mit B+ (Ausfallwahrscheinlichkeit 3,5%) oder schlechter bewertet. In Abhängigkeit vom Kapitalmarkt müsste man Risikozinszuschläge K_{R^*} von mindestens 3,5% bis 10% hinnehmen, wie der Spread zwischen AAA und BB in Bild 17 zeigt.

Im Rahmen des vorliegenden Beispiels wird mit einem Risikozinszuschlag von 10% gerechnet.

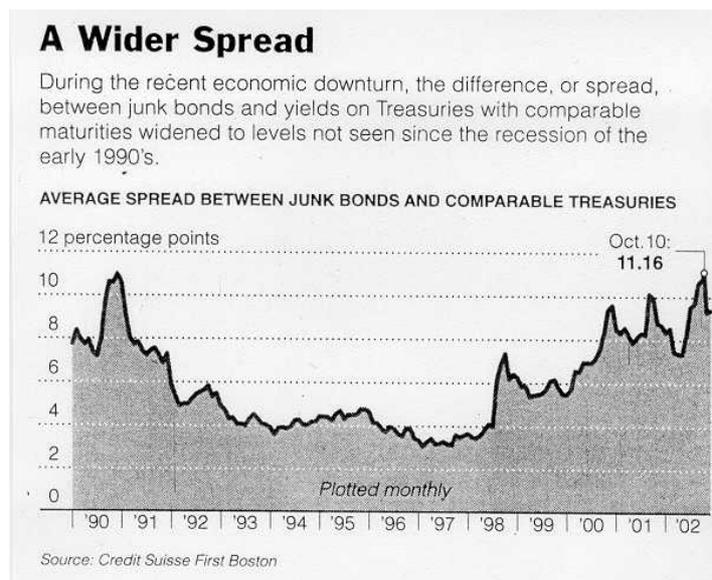


Bild 17: Risikozuschläge zwischen AAA- und BB- Rating im Zeitablauf¹⁴¹

¹⁴⁰ vgl. z.B. Huschens 200 (c), S. 187; Holst 2000, S. 818; <http://wwwhomes.uni-bielefeld.de/hjwww/glossar/node151.html#5315>, 2004

¹⁴¹ New York Times, 2003

Umsatzrendite, Kapitalerhaltung und Risikozins

Wenn nur noch geringe Umsatzrenditen¹⁴² am Markt durchsetzbar sind, verringert sich die mögliche Kapitalverzinsung.

Den Zinszuschlag von 6% für das Liquidationsrisiko des Eigenkapitals K_L kann man streichen, denn man sitzt als Bauunternehmen in der Investitionsfalle.

Die Realzinsen fallen an, man kann aber auf die Eigenkapitalzinsen verzichten.

Bezeichnung	Zeichen	Zinssatz
risikofreier Zins	K_{RF}	4,5 %
Laufzeitzins	K_Z	2,0 %
Liquidationszins	K_L	6 %
Risikozinszuschlag Anleihe	$K_{R,x}$	Var_x/B_K
Risikozinszuschlag Fremdkapital	K_{R^*}	10 %

Tab. 5: Zusammenfassung der Zinsbestandteile für die Beispielberechnung

Bei einer Eigenkapitalquote von 6,6% ergibt sich im Bezug auf die risikofreie Verzinsung des Gesamtkapitals

$$K_{RF} = (100\% - 6,6\%) \cdot 4,5\% = 4,2\% \quad \text{Gleichung 78}$$

Das Zinsänderungsrisiko für das Eigenkapital K_Z beläuft sich auf

$$K_Z = 6,6\% \cdot 2\% = 0,13\% \quad \text{Gleichung 79}$$

Der Risikoaufschlag für das Fremdkapital K_{R^*} lässt sich gemäß Rating wie folgt beziffern:

$$K_{R^*} = (100\% - 6,6\%) \cdot 10\% = 9,3\% \quad \text{Gleichung 80}$$

¹⁴² zur Begriffsdefinition der **Umsatzrendite**

Nach Busse von Colbe (von Colbe 1994, S. 625) wird die Umsatzrentabilität im Rahmen der Bilanzanalyse als Verhältniswert von ordentlichem Betriebsergebnis und Umsatz verwendet. Welche Erlöse dem Umsatz dabei zuzuordnen sind wird dort, ebenso wie bei Wöhe (Wöhe 2002, S. 48ff und S. 1069) nicht näher spezifiziert. Die Bauwirtschaftliche Literatur verwendet die Umsatzrentabilität im Bezug auf die Bauleistung als das Verhältnis von Ergebnis zu Bauleistung (Keil 2004, S. 37). In diesem Verständnis wird die Umsatzrentabilität hier als Verhältniswert von ordentlichem Betriebsergebnis und dem Umsatz aus der ordentlichen Geschäftstätigkeit verwandt.

Rekursiv kann man die mögliche Kapitalverzinsung anhand der marktgerechten Umsatzrendite R und dem Kapitalumschlag γ bestimmen:

$$K = \gamma \cdot R = 2,5 \cdot R \quad \text{Gleichung 81}$$

Um die geforderte Kapitalverzinsung zu erreichen, verbleibt nur der Risikozinszuschlag für das Eigenkapital $K_{R,x}$ als Stellschraube, wenn man davon ausgeht, dass das Zinsänderungsrisiko K_Z und der risikofreie Zins K_{RF} nicht ohne weiteres veränderlich sind.

Daraus folgt mit Gleichung 78 bis Gleichung 81 und Gleichung 76.

$$K = K_{RF} + K_Z + K_L + K_{R^*} + K_{R,x} \quad \text{Gleichung 82}$$

\Leftrightarrow

$$\begin{aligned} K_{R,x} &= K - (K_{RF} + K_Z + K_L + K_{R^*}) \\ &= 2,5 \cdot R - (4,2\% + 0,13\% + 0\% + 9,3\%) \\ &= 2,5 \cdot R - 13,63\% \end{aligned}$$

Und mit Gleichung 77:

$$\text{VaR}_x = K_{R,x} \cdot B_K = (2,5 \cdot R - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 83}$$

Es besteht also ein direkter, funktionaler Zusammenhang zwischen Risikoabsicherung und Umsatzrendite. Der Markt wird jedoch die mögliche Rendite vorgeben, so dass das Unternehmen mit der Anpassung des operativen Risikos reagieren muss. Negative VaR-Werte bedeuten, dass das Risiko ausschließlich über Eigenkapitalanteile, nicht über Renditeanteile aufgefangen werden kann. Zusätzlich lässt sich die Eigenkapitalreduktion, welche sich allein aus der Zinsbelastung ohne Risiko ergibt, an der Höhe des negativen Betrags ablesen. Bei positiven Werten kann der VaR_x abgelesen werden, der zur Verfügung steht, ohne dass das Eigenkapital gefährdet wird. An diesem Vorgabewert für das Risiko muss das operative Geschäft ausgerichtet werden, vgl. Bild 18.

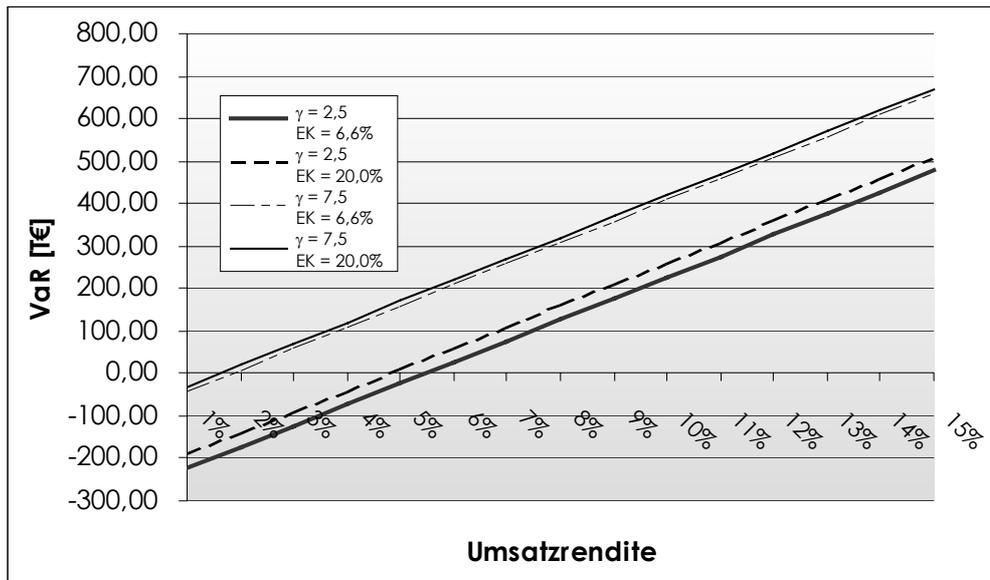


Bild 18: Zusammenhang zwischen operativem Risiko und Umsatzrendite mit verschiedenen EK-Quoten und differenziertem Kapitalumschlag γ nach Gleichung 73 bis Gleichung 83

Beispiel:

Kann im Markt eine Umsatzrendite von 9% erwirtschaftet werden, so stehen mit Gleichung 83 ca. 177 T€ zur Risikoabsicherung bereit, ohne dass das Eigenkapital reduziert würde.

$$\text{VaR}_x = K_{R,x} \cdot B_K = (2,5 \cdot 9\% - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} =$$

177,4 T€

Gleichung 84

Anders ausgedrückt: Überschreitet das Risiko des ordentlichen Geschäftsbetriebes (VaR_x) einen Wert von 177 T€, so kann das vorhandene Eigenkapital nicht vollständig gesichert werden.

An Bild 18 wird aber auch die derzeitige Misere der Bauwirtschaft deutlich. Ein Bauunternehmen mit z.Zt. typischer EK-Quote von 6,6% kann nach diesem Modell in einem Markt, der nur 3% Umsatzrendite ermöglicht, lediglich „mit Glück“ überleben. Die Spirale, in der sich das Unternehmen befindet, wird exponentiell steiler, weil die Fremdkapitalzinsen im Rahmen des Ratings durch die ständig sinkende Eigenkapitalquote entsprechend steigen. Möglicherweise reicht der Spielraum nicht einmal zur Desinvestition. Die Insolvenz ist vorprogrammiert.

A.3 Deckungsbeitrag und Risikovorgaben für die Akquisition

Abschnitt A.3 liefert die Voraussetzungen bzw. Anforderungen an den Deckungsbeitrag und die Risikovorgaben für Projekte.

Die möglichen Handlungsalternativen, wie die Änderung der Auftragsstruktur, um den am Markt erreichbaren Gewinnen zu entsprechen (Auftragsgrößen, -anzahl, Risikovorgaben für die Akquisition), werden erst in Abschnitt B.4 erörtert.

Im betriebswirtschaftlichen Zielsystem steht an oberster Stelle das langfristige Überleben des Unternehmens.

Neben Fragen der Marktadaption, Innovation und Rentabilität steht in der mittelfristigen Betrachtungsweise die Liquiditäts- und Eigenkapitalsicherung der Unternehmung im Vordergrund – vgl. Teil I, Kapitel B.1.

Die Unternehmensleitung gibt also das zulässige Risiko und den Gewinn vor. Diesen Denkansatz muss das sehr risikobehaftete Bauunternehmen auch umsetzen und ein entsprechendes Controlling aufbauen.

Wie aber soll dieser Ansatz praktisch umgesetzt werden? Wie erhält das Bauunternehmen verwertbare Informationen über die aktuelle und zukünftige Gesamtrisikosituation und wie sollen Vorgaben für die einzelnen Baustellen entwickelt werden?

Dabei hilft die Statistik und die Risikotheorie:

Über die Analyse historischer Ergebnisdaten aller Baustellen und der Auftragsstruktur unter Berücksichtigung aktueller und typischer Trends wird die unternehmensindividuelle Gesamtrisikoverteilung ermittelt.

Rekursiv können daraus Risikoverteilungen und Risikowerte (Value-atRisk) als Vorgabe für jede Baustelle berechnet, sowie Risikoprämien zur Absicherung des riskierten Eigenkapitalanteils bestimmt werden.

Es ergeben sich drei Arbeitsschritte, die im Folgenden anhand eines praktischen Beispiels erläutert werden:

1. Bestimmung der „Gesamtrisikoverteilung“ als Grundlage zur
2. Prämienberechnung zur Risikoabsicherung
3. Erarbeitung von Vorgaben für die zulässige Risikohaltigkeit einer jeden Baumaßnahme, für die ein Angebot erstellt werden darf.

A.3.1 Gesamtrisikoverteilung

Bild 19 zeigt die Dichtefunktion der Umsatzrendite (Risikofunktion) des Beispielunternehmens. Sie ist typisch für ein Bauunternehmen, das jährlich ca. 20 Projekte mit einem Einzelumsatz um 250 T€ abwickelt¹⁴³.

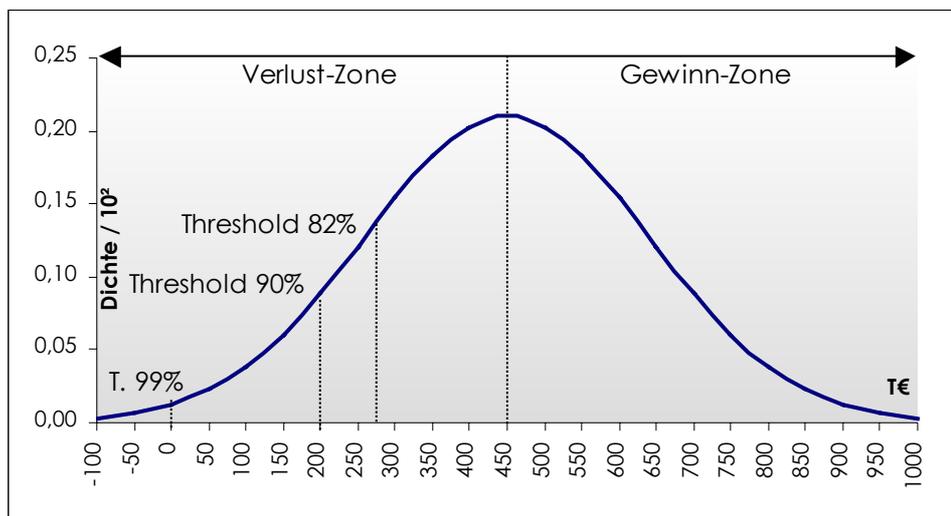


Bild 19: Dichte der Umsatzrendite des Gesamtunternehmens (Risikofunktion)

Wie wird die Risikofunktion ermittelt?

Der Ansatz basiert auf dem Modell der Kollektiven Risikotheorie, die sich aus den Elementen

- Einzelschadensverteilung,
- Schadenszahlverteilung und
- Gesamtschadensverteilung

zusammensetzt. Im Versicherungssinne wird üblicherweise von „Schäden“ gesprochen. Für die Bauwirtschaft müssen die Begriffe jedoch mit neuem Sinn gefüllt werden.

¹⁴³ in Anlehnung an: Zukunftsstudie 2003, S.19

Einzelschadensverteilung

Sie kann als Synonym für das Einzelrisiko, oder für die Risikoverteilung der Umsatzrendite eines jeden Projektes verstanden werden. Studien zeigen, dass die Umsatzrendite je Projekt im Segment bis 500T€ (Bausumme) im Mittel 9% beträgt. Die zugehörige Standardabweichung beläuft sich auf 17% der Bausumme.¹⁴⁴

Im Weiteren wird mit einer mittleren Bausumme von 250 T€ und einer mittleren Umsatzrendite von 9% gerechnet. Damit ergeben sich die Parameter der Einzelschadensverteilung unter Annahme einer Normalverteilung zu:

$$\mu_E = 250 \text{ T€} \times 9\% = 22,5 \text{ T€} \quad (\text{Mittelwert}) \quad \text{Gleichung 85}$$

$$\sigma_E^2 = (250 \text{ T€} \times 17\%)^2 = 1.806,25 \text{ T€}^2 \quad (\text{Varianz}) \quad \text{Gleichung 86}$$

Schadenzahlverteilung

Sie repräsentiert das Kollektiv oder Portfolio aller Aufträge (Auftragsbestand), in dem Risikoereignisse stattfinden. Vereinfachend wird hier mit einem konstanten Bestand von 20 Projekten je Jahr gerechnet.

Gesamtschadensverteilung

Die Gesamtschadensverteilung stellt die Zusammenfassung der Einzelrisiken (Einzelschadensverteilung) über den gesamten Auftragsbestand dar und ist daher als das operative Gesamtrisiko des Unternehmens zu verstehen. Sie wird im Folgenden in Form der Dichtefunktion der Umsatzrendite (Risikofunktion) dargestellt.

Für die Gesamtschadensverteilung folgt unter Voraussetzung des zuvor Gesagten – vgl. Bild 19, Gleichung 85 und Gleichung 86:

$$\mu_G = 22,5 \text{ T€} \times 20 = 450 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 87}$$

$$\sigma_G^2 = 1.806,25 \text{ T€}^2 \times 20 = 36.125 \text{ T€}^2 \quad \text{Gleichung 88}$$

$$\Rightarrow \sigma_G = 190,1 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 89}$$

Es wird hier die stochastische Unabhängigkeit der einzelnen Schadensereignisse vorausgesetzt, so dass sich das Risiko im Kollektiv diversifizieren lässt.

¹⁴⁴ ermittelt aus Daten gemäß: Zukunftsstudie 2003, S.19

A.3.2 Prämienberechnung

Offenbar kann das Beispielunternehmen eine mittlere Umsatzrendite von 9% ($450 \text{ T€} = \mu_G$) erzielen, vgl. Abschnitt A.3.1, Gleichung 85 und Gleichung 87. Gemäß Gleichung 84 stehen 177 T€ als Risikosumme bei einer Umsatzrendite von 9% zur Verfügung. Bei einer Grenzumsatzrendite von $(450 \text{ T€} - 177 \text{ T€}) = 273 \text{ T€}$ kann also der Kapitalerhaltung noch entsprochen werden. Unter Zugrundelegung der Streuung gemäß Gleichung 89 und der Annahme von normalverteilten Renditen, wird eine Unterschreitung der Grenzrendite nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 18% auftreten. Somit ist das Eigenkapital zu 82% gesichert – vgl. Bild 19 bzw. Bild 20 und Gleichung 90.

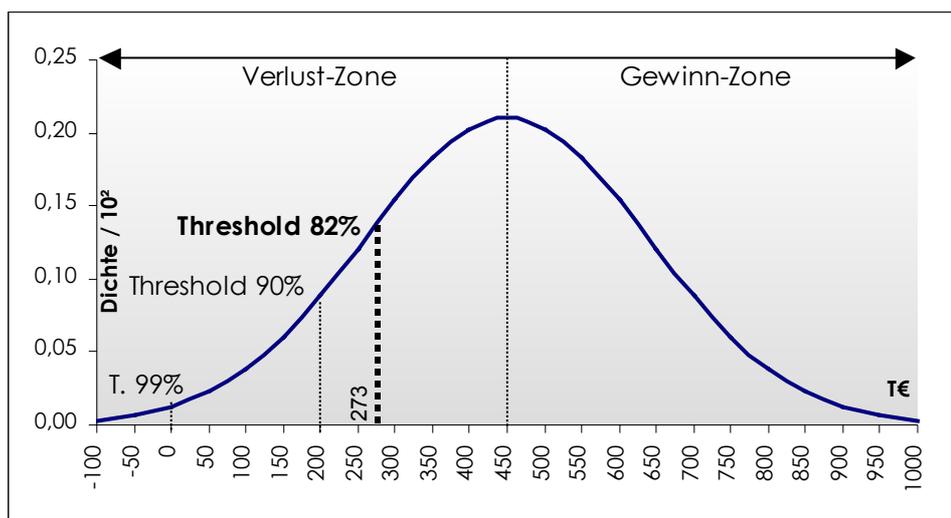


Bild 20: Dichte der Umsatzrendite (Risikofunktion) und Grenzrendite

Es ergibt sich für die vorhandene Risikosumme also ein Konfidenzniveau von 82%, oder anders ausgedrückt: Der VaR_{82} beträgt 177 T€.

$$\int_{450-177}^{\infty} f(x) dx = 0,82$$

Gleichung 90

$$\Rightarrow \text{VaR}_{82} = 177 \text{ T€}$$

Diesen VaR könnte man im Versicherungssinne als Selbstbehalt für das Risiko bezeichnen.

Darüber hinaus verbleiben aber noch Umsatzrenditeabweichungen unterhalb der Grenzrendite, die immer noch mit einer Wahrscheinlichkeit von $100\% - 82\% = 18\%$ auftreten können.

Dazu wird eine Versicherungsprämie je Projekt berechnet, die in die Kalkulation einfließen muss. Die Prämienberechnung erfolgt auf Basis einer 90%-igen Sicherheit. Für Schäden oberhalb des 90%-Sicherheitsniveaus wird eine Überschadenprämie berechnet.

Prämie

Die Versicherungsberechnung ergibt, dass eine Prämie von 67 T€/20 Projekte = 3,35 T€ je Projekt mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% zur Absicherung des Eigenkapitals ausreicht.

Vereinfacht lässt sie sich durch Integration der Risikofunktion $f(x)$ (Rendite) aus Bild 19 von x bis ∞ berechnen, wobei X_{90} die gesuchte Umsatzrendite beim Konfidenzniveau von 90% angibt.

$$0,9 = \int_{-\infty}^{X_{90}} f(x) dx$$

Gleichung 91

$$\Rightarrow X_{90} = 206 \text{ T€}$$

Zuletzt muss noch der vorhandene Selbstbehalt (VaR_{82}) berücksichtigt werden. Er fließt ebenso wie die mittlere Rendite μ_R in die Prämienberechnung ein:

$$P = (\mu_R - \text{VaR}_{82}) - x$$

Gleichung 92

$$P = (450 \text{ T€} - 177 \text{ T€}) - 206 \text{ T€} = \mathbf{67 \text{ T€}}$$

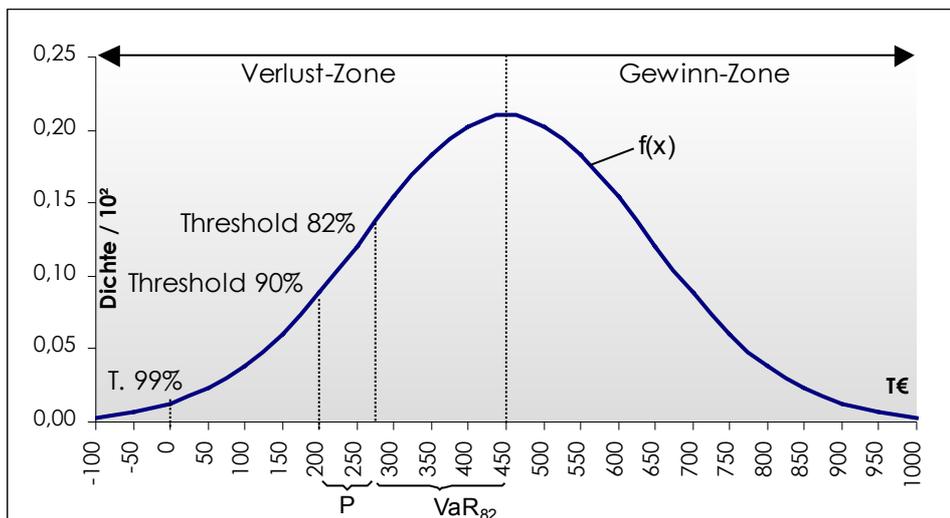


Bild 21: Prämie P zur Sicherung in „normalen Zeiten“

Überschadenprämie

Auch der seltene Schaden, der den Threshold von 90% (VaR_{90}) übersteigt, sollte im Sinne der Eigenkapitalerhaltung abgesichert werden. Dazu kann eine sogenannte Überschadenprämie berechnet werden, die kontinuierlich über jedes Projekt eingezahlt wird.

Vereinfacht lässt sie sich durch Integration der Risikofunktion $f(x)$ – vgl. Bild 21 – von $-\infty$ bis T berechnen, wobei $T = 206$ den Stop-Loss-Point (Threshold 90%) angibt.¹⁴⁵

$$E_T(w) = - \int_{-\infty}^T (x - T) f(x) dx = 9 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 93}$$

Je Projekt ergibt sich somit eine Überschadenprämie von nur $9 \text{ T€} / 20 = 0,45 \text{ T€}$ (0,2%). Das ist damit zu begründen, dass der Eintritt des extremen Schadens sehr selten ist. Im Jahresausgleich wird die eingezahlte Prämie die Schäden decken.

¹⁴⁵ vgl. Drude 1988, S. 103

Gesamtprämie

Gemäß Gleichung 92 und Gleichung 93 ist insgesamt also eine Risikoprämie von 76 T€ zu berechnen, um das Eigenkapital abzusichern.

$$P + E_T(w) = 67 + 9 = 76 \text{ T€} \qquad \text{Gleichung 94}$$

Je Projekt muss ein Anteil von $76 \text{ T€} / 20 \text{ Projekte} = 3,8 \text{ T€}$ als Wagniszuschlag in die Kalkulation einfließen.

Das gilt natürlich nur solange, wie die Voraussetzungen der Prämienberechnung eingehalten werden.

Mittlerer Überschaden bei Überschadeneintritt, Extremschaden und Eigenkapital

Durch die kontinuierliche Einzahlung der Prämie können alle Schäden aus fehlender Umsatzrendite aufgefangen werden. Problematisch bleibt jedoch der Einzelfall, bei dem der Schaden in katastrophaler Höhe eintritt. Solche Spitzen müssen durch das Eigenkapital abgedeckt werden, bevor der Ausgleich durch die Prämienzahlung erfolgt. Das kann die Kapitalsituation natürlich kurzfristig schwächen, ist aber im Sinne der langfristigen Unternehmenssicherung zielführend.

Der Abstimmung des Konfidenzniveaus der Überschadengrenze T kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. Alle Schäden oberhalb dieser Grenze werden als besonders selten angesehen und mit einer geringen Prämie abgesichert, die die auftretenden Schäden mittelfristig, also u.U. erst im Laufe mehrerer Geschäftsjahre, ausgleicht. Die Grundprämie erfasst alle Schäden bis zum Threshold von 90% und gleicht diese innerhalb eines Geschäftsjahres aus.

Problematisch bleibt dabei aber, auftretende Maximalschäden kurzfristig zu decken. Daher müssen ausreichende liquide Mittel vorhanden sein, um die Überschadengrenze T niedrig halten zu können. Eigenkapitalschwache Unternehmen müssen daher eher mit einer hohen Überschadengrenze operieren, um über die Umsatzrendite der Projekte sofort den größten Teil aller möglichen Schäden absichern zu können. Es ergibt sich so aber insgesamt ein höherer Gesamtrisikozuschlag für die Kalkulation.

Maximalschaden:

Ein möglicher Extremschaden für das gesamte Beispielunternehmen (Threshold 99%) je Jahr hätte den Totalverlust der Jahresumsatzrendite zur Folge, vgl. Bild 21. Somit müssten unter Berücksichtigung von Gleichung 83 273 T€ an Eigenkapital zur Verfügung stehen, um die vorhandenen Kapitalkosten ausgleichen zu können:

$$K_{R,x} \cdot G_K = (2,5 \cdot R - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} = (2,5 \cdot 0\% - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} = -272,6 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 95}$$

Gemäß Abschnitt A.2.1 stehen dem Beispielunternehmen aber nur 132 T€ zur Verfügung. Offenbar würde das Unternehmen einen Maximalschaden ohne externe Hilfe nicht überleben.

Mittlerer Überschaden:

Der Maximalschaden ist sicher keine Größe, mit der ein Unternehmen wirtschaftlich planen bzw. operieren kann, ohne entsprechend rückversichert zu sein.

Der mittlere Überschaden gibt als moderate Größe die mittlere Höhe des Extremschadens im Falle eines Schadenseintritts (hier Wahrscheinlichkeit $\leq 10\%$) an.

$$E(w | x < T) = \frac{E_T(w)}{\int_{-\infty}^T f(x) dx} = \frac{9 \text{ T€}}{0,1} = 90 \text{ T€}^{146} \quad \text{Gleichung 96}$$

Für die Umsatzrendite bedeutet das in diesem Fall, vgl. Gleichung 91:

$$X_{90} - E(w | x < T) = 206 \text{ T€} - 90 \text{ T€} = 116 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 97}$$

Bei 20 Projekten mit einem mittleren Umsatz von 250 T€ entspricht dies einem Prozentsatz von $116 \text{ T€} / (250 \text{ T€} \times 20 \text{ Projekte}) = 2,3\%$. Nach Gleichung 83 ergibt sich damit eine Eigenkapitalschwächung von

$$K_{R,x} \cdot G_K = (2,5 \cdot R - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} = (2,5 \cdot 2,3\% - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} = -157,6 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 98}$$

¹⁴⁶ vgl. Drude 1988, S. 105

Gemäß Abschnitt A.2.1 stehen dem Beispielunternehmen aber nur 132 T€ zur Verfügung. Offenbar würde das Unternehmen auch einen mittleren Maximalschaden ohne externe Hilfe nicht überleben.

Maximaler Einzelschaden je Projekt:

Letztlich ist auch ein Blick auf das Verhältnis von Eigenkapital zu Extrem-schaden eines Einzelprojektes zu werfen. Hier kann ein Extremschaden i.H.v. ca. 77,5 T€ auftreten (Wahrscheinlichkeit $\leq 1\%$, bzw. VaR_{99}). Dieser Schaden ergibt sich bei Annahme normalverteilter Renditen je Projekt mit den Parametern gemäß Gleichung 85 und Gleichung 86.

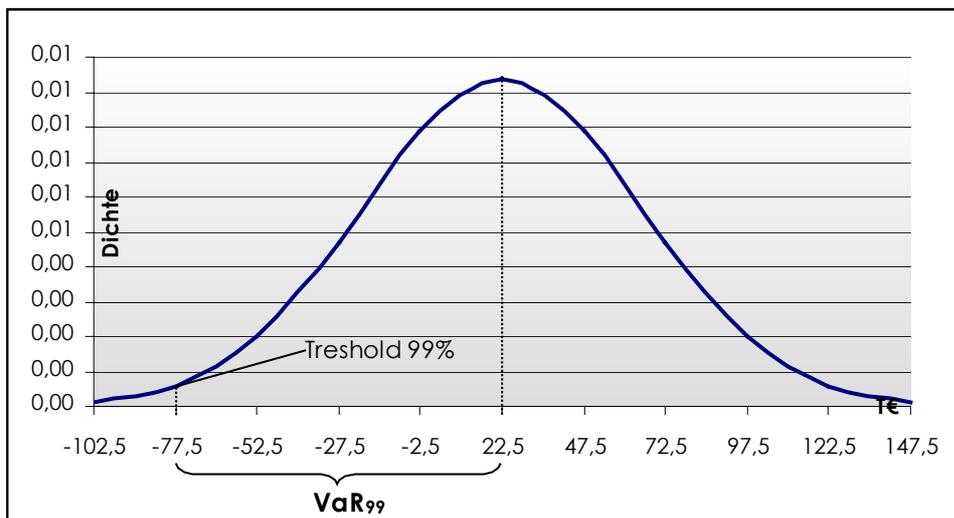


Bild 22: Einzel-Umsatzrenditeverteilung je Projekt und VaR_{99}

Offenbar reicht das Eigenkapital von 132 T€ aus, um wenigstens einen Extremschaden je Jahr kurzfristig abzufangen. Allerdings bleibt zu fragen, ob das Unternehmen mit einer derartigen Eigenkapitalschwächung noch handlungsfähig ist.

A.3.3 Risikovorgabe je Baustelle

Die Risikotheorie erlaubt es anhand eines vorgegebenen Risikokollektivs Rückschlüsse auf einzelne Schadensereignisse zu ziehen. So lassen sich aus der Gesamtrisikoverteilung des Unternehmens zulässige Einzelrisikoverteilungen für jede Baustelle ermitteln.

Die Vorgabe für das zulässige Risiko einer jeden Baustelle wird darauf aufbauend durch eine geeignete, pragmatische Bewertungsgröße formuliert (Value-at-Risk).

Einzelrisikoverteilung

Bei der Berechnung der Einzelrisikoverteilung geht man von der Gesamtrisiko-
funktion des Unternehmens aus – vgl. Bild 19.

Für das Beispielunternehmen, das im Mittel 20 Aufträge je Jahr mit einem
mittleren Projektumsatz von 250 T€ (Umsatzrendite 9%) abwickelt, ergibt sich
hier vereinfacht:

$$\mu_i = \mu_G / 20 = 450 \text{ T€} / 20 = 22,5 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 99}$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_G^2 / 20} = 42,5 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 100}$$

mit μ = mittlere Umsatzrendite

und σ = Standardabweichung

Die Einzelrisikoverteilung dient als Vorgabe für die zulässige Risikohaltigkeit
der zu akquirierenden Aufträge. Der Mittelwert μ_i wird im Rahmen der Risiko-
betrachtung zu Null gesetzt, da die mögliche Umsatzrendite des Einzelobjek-
tes zunächst nicht relevant ist.

Value-at-Risk

Als Kenngröße für das Risiko bietet sich wiederum der „Value-at-Risk“ an, der
auch auf den Finanzmärkten im Zusammenhang mit Investitionsentschei-
dungen genutzt wird.

Anhand eines festgelegten Sicherheitsniveaus, üblicherweise zwischen 90
und 99%, wird die Risikosumme, der Value-at-Risk (VaR), des Projektes er-
rechnet.

Der VaR ist eine pragmatische Größe, die, anders als die Varianz, einen mo-
netären Wert für das Risiko des Projektes bereit stellt und als einheitliche
Größe direkte Vergleiche zwischen verschiedenen Projekten zulässt.

Übersteigt der Risikowert (VaR) eine festgelegte Grenze (Threshold), so wird
das Projekt wegen zu hohem Risiko verworfen – vgl. Bild 23.

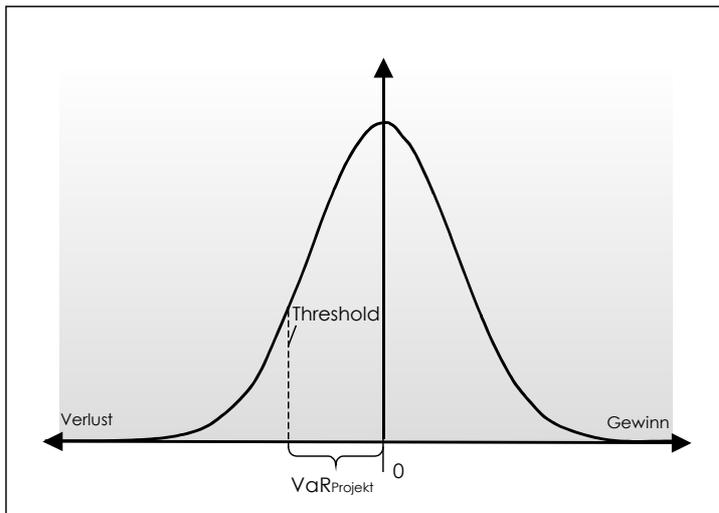


Bild 23: Risikofunktion und VaR

Unter Annahme einer Normalverteilung folgt für den Vorgabe-VaR, der für alle Projekte auf Grundlage der obigen Einzelschadenverteilung mit einem Sicherheitsniveau von 90% (0,90) errechnet wird:

$$0,90 = \int_{-\infty}^x N(\mu_i, \sigma_i) dx \quad \text{Gleichung 101}$$

$$\Rightarrow x \approx -54,5 \text{ T€} \Rightarrow \text{VaR}_{90} = 54,5 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 102}$$

Die Vorgabe für jedes akquirierte Projekt lautet also:

„Der VaR_{90} des Projektes darf 54,5 T€ nicht überschreiten, ansonsten wird kein Angebot abgegeben.“

Wird ein Projekt mit $\text{VaR}_{90} \leq 54,5 \text{ T€}$ akquiriert, beträgt der Wagnis-Zuschlag fest 3,8 T€ (vgl. Prämienberechnung in Abschnitt A.3.2), der Gewinn wird mit 9% kalkuliert. Damit ist das Eigenkapital des Unternehmens abgesichert.

Anschließend (Kapitel B) ist zu klären, wie in der Akquisition ein projektbezogener Risikowert (VaR) errechnet werden kann, um den Vorgabewert zu validieren. Weiterhin ist zu fragen, ob das Unternehmen mit diesen Vorgaben wettbewerbsfähig ist.

A.4 Unternehmensorganisation

Die Organisation des Bauunternehmens ist, anders als bei Banken und Versicherungen, nicht auf das quantitative Bewerten von Risiken eingestellt, obwohl das Bauen sich schon immer mit vielen Risiken befassen musste.

Vor zehn Jahren mag es wohl noch gelungen sein, durch qualifizierte Arbeitsvorbereitung, Nachunternehmereinsatz, Baustoffeinkauf und qualifizierte Bauleitung den Deckungsbeitrag erkennbar zu verbessern und so die nicht bedachten Risikokosten weitgehend zu kompensieren.

Das gelingt heute aber nicht mehr, so dass die eintretenden Risiken zu Verlusten führen.

Das Risikodenken als Handlungsgrundlage fehlt in dem Managementsystem des Baubetriebs, und das Denken in quantitativer Risikokategorie ist bisher nur schwach ausgebildet. Ein Bewusstsein für das Risikodenken bildet sich nur langsam, wie die nachfolgenden Beispiele belegen sollen:

- Eine große Bau AG hat nach erheblichen Verlusten bei einigen großen Bauvorhaben, die aus falscher Vertragsbewertung herrührten, eine Vertragscontrollingabteilung eingerichtet.
- Ein großer Mittelständler hat eine Risikocontrollerstelle eingerichtet, es fehlte der Stelle aber ein präziser Handlungs- und Methodenleitfaden, wie das Baustellenrisiko bearbeitet werden soll.
- Eine sehr große Bau AG hat für die Angebotsbearbeitung und Angebotsvergabe eine Risikokontrollgruppe, auch Montagsrunde genannt, eingerichtet, an der der Vorstand, die Niederlassungsleiter und die Sachbearbeiter des Projektes teilnehmen, um die Risiken zu evaluieren, den Umfang zu erkunden, und letztlich über die Abgabe eines Angebots entscheiden.

Die Beispiele zeigen zweierlei:

1. Das Beherrschen des Baurisikos ist zum zentralen Erfolgsfaktor für Bauunternehmen geworden.
2. Die Einführung des Denkens in Risikokategorien inkl. die Entwicklung entsprechender Methoden muss systematisch, ausgehend von der Geschäftsleitung, durchgesetzt und das Führungssystem auf die Risikometrik erweitert werden.

Wie könnte mittelfristig eine Organisation aussehen, die sich z. B. durch Anwendung der zuvor beschriebenen Methodik mit den Risiken auseinandersetzt?

Wichtig ist dabei, dass das Projektmanagement trotz der „Black-Box“ des Versicherungsansatzes verantwortlich für das Controlling der baustellenbezogenen Risiken bleibt, damit die Ermittlungsgrundlagen für die Prämienberechnung Bestand behalten.

In Abschnitt 4.1 wird daher vorgeschlagen, wie die Verantwortlichkeiten organisiert werden können. Danach wird für große Unternehmen als Ergänzung ein interner Rückversicherungsansatz mit Gewinn-/Verlustbeteiligung vorgeschlagen, um Anreize für die Niederlassungen/Projektleiter zu bieten, wenn die Risikosituation verbessert wird bzw. die Vorgaben nicht eingehalten werden (Abschnitt 4.2).

A.4.1 Organisation der Verantwortlichkeiten

In der Akquisitionsphase sollten der Vertragscontroller den Vertrag, der Niederlassungsleiter den Bauherren und der Leiter der Kalkulation die Ausschreibung und das Umfeld in Bezug auf Risiken untersuchen.

In der Angebotsbearbeitung sollten die obigen Personen, die Arbeitsvorbereitung und ggf. der Oberbauleiter ihre Risikoeinschätzung darlegen.

In der Bauvorbereitungs- und Ausführungsphase sollte der gleiche Personenkreis inkl. der Bauleiter die Risikoüberlegungen im Rahmen des Controllings vertiefen. Dazu zählt auch die Klärung von Fragen hinsichtlich der Risikoverminderung und -vermeidung.

Bild 24 fasst die Überlegungen zusammen.

Phase	Akquisition	Angebotsbearbeitung	Bauvorbereitung / Ausführung
Verantwortlichkeit	- Vertragscontrolling - Niederlassungsleitung - Leitung Kalkulation	- Vertragscontrolling - Niederlassungsleitung - Leitung Kalkulation - Arbeitsvorbereitung - (Oberbauleitung)	- Arbeitsvorbereitung - Oberbauleitung - Bauleitung - Vertragscontrolling - Niederlassungsleitung - Leitung Kalkulation

Bild 24: Risikobeurteiler in den Phasen des Bauprojektes

A.4.2 Rückversicherungsmodell

Bei großen Unternehmen könnte ein mehrstufiges Versicherungsmodell mit Risikobeteiligung und/oder Bonuspunktesystem ähnlich der Kfz-Versicherung eingeführt werden.

Entsprechend Abschnitt 3 wird die Unternehmensleitung dann das zulässige Risiko und die Prämien vorgeben, die sie aber nicht je Projekt berechnet, sondern speziell an das Projektkollektiv jeder Niederlassung anpasst. Auch der unternehmensweite Selbstbehalt, vgl. Gleichung 90 kann auf die Niederlassungen aufgeteilt werden.

Die Niederlassung wird ihre Akquisition und Projektabwicklung auf diese Vorgabe abstimmen und ggf. verbessern können. Zur Gewinn-/Verlustbeteiligung sind verschiedene Ansätze denkbar¹⁴⁷, von denen nur der Ansatz „mit reiner Überschadendeckung“¹⁴⁸ näher besprochen wird. Die Gewinnbeteiligung beinhaltet hier die Ausschüttung einer jährlichen, erfolgsabhängigen Dividende. Bezüglich weiterer Ansätze wird auf die einschlägige Literatur verwiesen¹⁴⁹.

Beteiligungsansatz mit reiner Überschadendeckung

Im Fall $T < x$, das heißt, wenn der tatsächliche Schaden aus Risiken am Jahresende durch die kalkulierten Risikozuschläge überdeckt wird, vgl. Gleichung 93, zahlt das Unternehmen die Dividende $x-T$, also die Differenz zwischen den eingezahlten Prämien und dem tatsächlich eingetretenen

¹⁴⁷ vgl. z.B. Drude 1988, S. 119 ff: Reine Überschadendeckung, Prozentuale Beteiligung am Gewinn, Grunddividende plus prozentualer Anteil, Grunddividende und prozentuale Beteiligung am die Grunddividende übersteigenden Gewinn

¹⁴⁸ vgl. Drude 1988, S. 121

¹⁴⁹ vgl. z.B. Drude 1988, S. 119 ff

Renditeverlust an die erfolgreichen Niederlassungen und behält $E_T(w)$ als Überschadenbeitrag ein, vgl. Bild 25.

Ggf. können auch die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Prämien durch die Verbesserung der Risikosituation angepasst, und so die Prämienbelastung bei erfolgreichen Niederlassungen gesenkt werden.

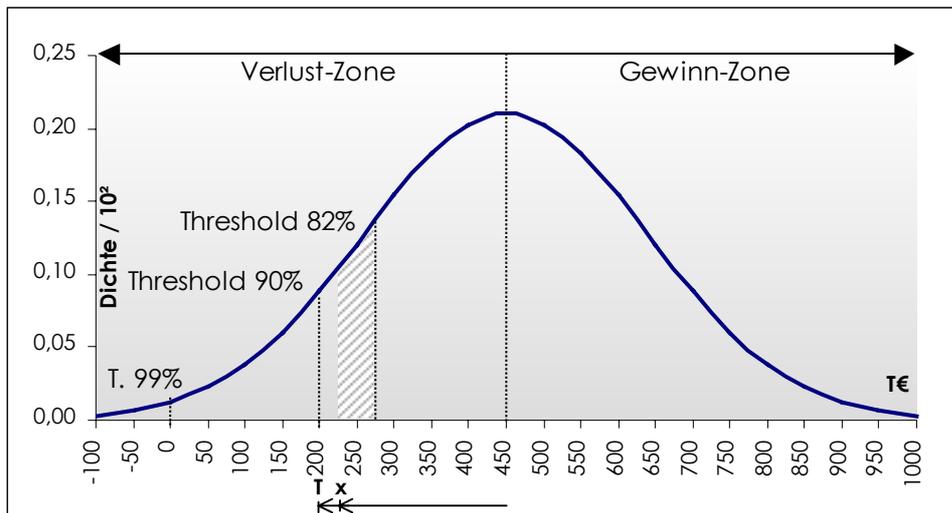


Bild 25: Tatsächliche Umsatzrendite x und Dividende $x-T$

Beispiel:

Das Beispielunternehmen wickelt 20 Projekte über zwei Niederlassungen ab. Gemäß Abschnitt A.3.2 wird die Prämie von 67 T€ und die Überschadenprämie von 9 T€ auf 20 Projekte verteilt. Auf jede Niederlassung entfallen 10 Projekte und 33,5 T€ Prämie bzw. 4,5 T€ Überschadenprämie.

Am Jahresende zeigt sich, dass Niederlassung 1 durch ihr gutes Risikomanagement lediglich Schäden in einer Höhe von 25 T€ über dem Selbstbehalt (Threshold 82%) zu verzeichnen hat. Die Differenz von 33,5 T€ - 25 T€ = 8,5 T€ wird der Niederlassung gutgeschrieben. Die Überschadenprämie von 4,5 T€ wird zur Risikosicherung einbehalten.

Die veränderte Risikosituation ist über das Zahlenmaterial des Rechnungswesens dokumentiert und dient zur Neubestimmung von Risikovorgaben und Prämien im Folgejahr. Dabei wird die Unternehmensleitung je nach Nieder-

lassung differenzierte Risikovorgaben und Prämien berechnen. Im Risikomanagement erfolgreichere Niederlassungen werden dabei günstigere Prämiensätze erhalten.

Die entsprechende Prämienberechnung wird hier nicht weiter dargestellt, verläuft aber entsprechend der Darstellung in Abschnitt A.3.1 bis A.3.3.

B. Risiko in der Baubetriebsrechnung

Risiken sollen Bestandteil der kalkulatorischen Kostenberechnung sein, sie werden in der Kosten- und Leistungsrechnung (KLR Bau)¹⁵⁰ als Einzelwagnis und allgemeines Unternehmenswagnis beschrieben, diese Auffassung wird auch in der Bauwirtschaft vertreten.

Die Baukalkulation soll Risiken auf zwei Ebenen berücksichtigen:

- Spezielle Einzelwagnisse des Projektes sind als Sonderkostenpositionen in den Gemeinkosten der Baustelle (BGK) anzusetzen.¹⁵¹
- Das allgemeine Unternehmenswagnis, allgemeine Bauwagnisse und die üblichen Gewährleistungswagnisse werden über den Zuschlag für Wagnis und Gewinn kalkuliert.¹⁵²

Im Standardwissen der Kalkulation ist bei Pause¹⁵³ dazu eine einfache Betrachtung der Einzelrisiken in Form eines Summenblattes des BGK etabliert. Die Einzelkostenrisiken sind in der Kalkulation i. d. R. nicht gesondert ausgewiesen, sie werden nur implizit berücksichtigt. Raabe stellt in diesem Zusammenhang allerdings fest, dass bei einigen Unternehmen die wichtigsten Positionen der Einzelkosten mit und ohne Risikozuschlag kalkulatorisch untersucht werden, bevor die Preisbildung erfolgt.¹⁵⁴ Das allgemeine Wagnis wird oft ohne nähere Untersuchung oder Beschreibung als Standardwert zusammen mit dem Gewinn den Selbstkosten als Prozentsatz für Wagnis und Gewinn zugeschlagen.¹⁵⁵

¹⁵⁰ KLR Bau 2001, S. 46

¹⁵¹ vgl. Leimböck 1995, S. 16; Jacob 2002, S. 28 ff und S. 68

¹⁵² vgl. Leimböck 1995, S. 16

¹⁵³ vgl. Pause 1989

¹⁵⁴ Raabe 2004

¹⁵⁵ vgl. Jacob 2002, S. 100

B.1 Risiko als Streuung der Kosten und Ergebnisse

Wie stellt sich der Risikoeinfluss der Einzel- und Gemeinkostenrisiken im Bauproduktmarkt der letzten 10 Jahre dar?

Dazu wurden eine Reihe von Studien durchgeführt. Eine statistische Auswertung dieser nicht repräsentativen Quellen ergab folgende Parameter:

a) mittelständische Hoch- und Tiefbaubetriebe¹⁵⁶

Der Deckungsbeitrag bei Projekten mit einem Umsatz bis 500 T€ beträgt im Mittel 9% bei einer Standardabweichung von 17%.

Im Vergleich dazu stellt sich die Situation bei Projekten mit einem Umsatz größer als 500 T€ so dar, dass ein negativer mittlerer Deckungsbeitrag von -3% bei einer Standardabweichung von nur 14% zu verzeichnen ist.

b) größere Hoch- und Tiefbauunternehmen¹⁵⁷

Hier kann eine Standardabweichung des Deckungsbeitrags von im Mittel 22,1% (mittlere Abweichung 5,6% => 16,5% bis 27,7%) festgestellt werden, wenn man Unabhängigkeit der einzelnen Risikopositionen unterstellt.¹⁵⁸

c) großer mittelständischer Ausbaubetrieb¹⁵⁹

Die statistische Auswertung von Kosten- und Leistungsdaten ergab eine Standardabweichung von durchschnittlich 18,8% des Deckungsbeitrags.

d) Bauindustriebetrieb¹⁶⁰

Nach Befragungen ergibt sich für die Streuung des Deckungsbeitrags verschiedener Bauindustriebetriebe ein Wert von ca. 6%.

Die Analyse der Streuungen a) bis d) zeigt, dass die Standardabweichung der Deckungsbeiträge in Abhängigkeit vom Betriebstyp auf Basis der Kostenrechnung zwischen 6% und 27,7% streut.

Die Standardabweichung der allgemeinen Risiken ist hier nicht explizit ausgewiesen. Sie fließt als Bestandteil des Gemeinkostenzuschlags aus einer ex

¹⁵⁶ Zukunftsstudie 2003, S. 19

¹⁵⁷ Piwodda 2003, S. 182 ff: Zusammenfassung und Auswertung von Ergebnissen laut Kukacka 1999, Fricke 2001 und Schubert 1971

¹⁵⁸ unter Verwendung von: Piwodda 2003, S. 188 ff, Abb. 55

¹⁵⁹ nach Auswertung einer internen Studie (Schellberg, Alexander) 2002.

¹⁶⁰ interne Studie am Lehrstuhl für Baubetrieb, Universität Dortmund, 2003: Befragung zweier Niederlassungsleiter aus der Bauindustrie, 2004

post- Analyse für das Geschäftsjahr als Zuschlag in die Kalkulation ein¹⁶¹ und ist somit zumindest in der Auswertung zu Studie a), c) und d) enthalten.

Das Problem bei der Risikoabsicherung äußert sich zur Zeit in der Organisation der Bauunternehmen, weil die Risiken in der Kalkulationsmethodik nicht systematisch und explizit ausgewiesen werden, sondern es der individuellen Einschätzung des Kalkulators überlassen bleibt, sie implizit in den Kostenansätzen zu berücksichtigen. Die Steuerung und Kontrolle der Risikoabsicherung seitens der Unternehmensleitung ist damit bisher nicht ohne Weiteres möglich. Eine Beurteilung der Streuung des Deckungsbeitrages aufgrund von Risiken ist nur über die Kostenrechnung erreichbar.

Ob das im Sinne der Unternehmenssicherung so bleiben kann, muss insbesondere bei der rezessiven Marktlage bezweifelt werden.

Wie machen es andere Branchen?

Die Banken analysieren systematisch die Risiken des einzelnen Kreditgeschäftes (Rating) und entscheiden auf Grund des individuell ermittelten Risikos den kalkulatorischen Risikozuschlag. Das Einzelrisiko wird durch den Kundenbetreuer und den Risikocontroller erarbeitet, der kalkulatorische Risikozuschlag wird von der Geschäftsleitung vorgegeben, der sich auf eine breite Datenanalyse vieler Geschäfte im Sinne z.B. der Kreditausfallraten abstützt (Rating) und auch Konjunkturtrends, Zinsmarkteinflüsse etc. berücksichtigt.¹⁶² Im Minimum wird der Kreditausfall abzüglich eines Liquidationserlöses als kalkulatorischer Risikozuschlag berechnet.

¹⁶¹ vgl. Leimböck 1995, S. 16

¹⁶² vgl. z.B. Brigham 2001, S. 203f; Basel II 2001

B.2 Integration des Risikos in die Baubetriebsrechnung mit Value-at-Risk

Wie soll nun das Bauunternehmen verfahren?

Auf jeden Fall führen Risiken des Bauunternehmens zu Verlusten oder zur Gewinnreduktion, wenn aus ihnen Schäden resultieren. Andererseits führen sie zu höheren Gewinnen, wenn sich durch positive Abweichungen eine Überdeckung des Schadens ergibt. Können diese Abweichungen (Streuung) also vernachlässigt werden?

Aus der Perspektive der Unternehmenssicherung müssen natürlich alle Abweichungen, die zum Verlust führen können, vom System erfasst werden. Abhängig von der Marktsituation kann aber diskutiert werden, ob Risikozuschläge kalkuliert, oder ob Risiken in schwächeren Konjunkturphasen allein über Eigenkapitalanteile abgedeckt werden sollen. Letzteres setzt natürlich voraus, dass eine ausreichende Eigenkapitalbasis vorhanden ist.

Die entsprechenden Vorgaben kann nur die Unternehmensleitung anhand der vorliegenden Bilanz bzw. den Gewinn- und Verlustdaten treffen. Sie gibt also, wie in Abschnitt A.3 gezeigt, das maximal zulässige Risiko (A.3.3) und die Risikozuschläge (A.3.2) vor.

Value-at-Risk als Risikozuschlag der Kalkulation?

Geht man zunächst von jeder Baustelle als einzelne, in sich geschlossene wirtschaftliche Einheit aus, so lässt sich der erforderliche Risikozuschlag über einen Zusammenhang mit der Standardabweichung und in Kombination mit einem bestimmten Sicherheitsniveau errechnen.

Das Sicherheitsniveau wird durch einen Prozentsatz repräsentiert, der angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit der gewählte Risikozuschlag ausreicht, um alle Realisationen des Risikos abzusichern. Der so festgelegte Zuschlag gibt also den Wert wider, der „auf dem Spiel steht“, wenn man kein Risiko kalkuliert. Man nennt ihn auch „Value-at-Risk“.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Zusammenhang zwischen Streuung und Value-at-Risk.

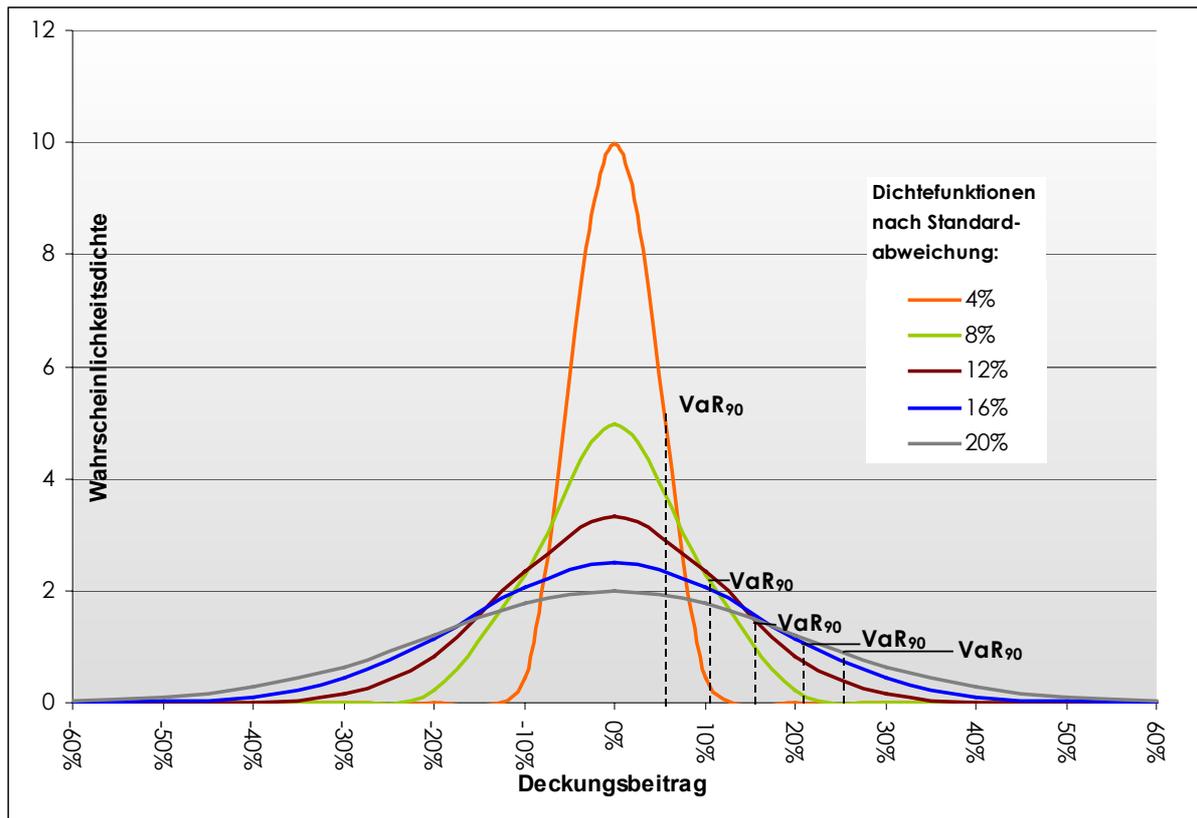


Bild 26: Erforderlicher Deckungsbeitrag, um den Value-at-Risk bei verschiedenen Standardabweichungen zu kompensieren¹⁶³

Beispiel:

Bei einer Streuung von 8% ist ein Deckungsbeitrag von ca. 10% erforderlich, um alle Risiken mit einer Sicherheit von 90% (VaR_{90}) zu kompensieren.

Für einen in Statistik ungeübten Praktiker ist die nachfolgende Abbildung, in der der prozentuale VaR-Zuschlag verschiedener Sicherheitsstufen über die Streuung abgetragen wird, einfacher zu verstehen.

Standardabweichung [%]	2	4	6	8	10	12	14	16
VaR_{95} [%]	3,3	6,6	9,9	13,2	16,4	19,7	23,0	26,3
VaR_{90} [%]	2,6	5,1	7,7	10,3	12,8	15,4	17,9	20,5
VaR_{85} [%]	2,1	4,1	6,2	8,3	10,4	12,4	14,5	16,6

Tab. 6: Zusammenhang Standardabweichung und VaR (normalverteilte Deckungsbeiträge)

¹⁶³ Es wurden hier normalverteilte Deckungsbeiträge unterstellt.

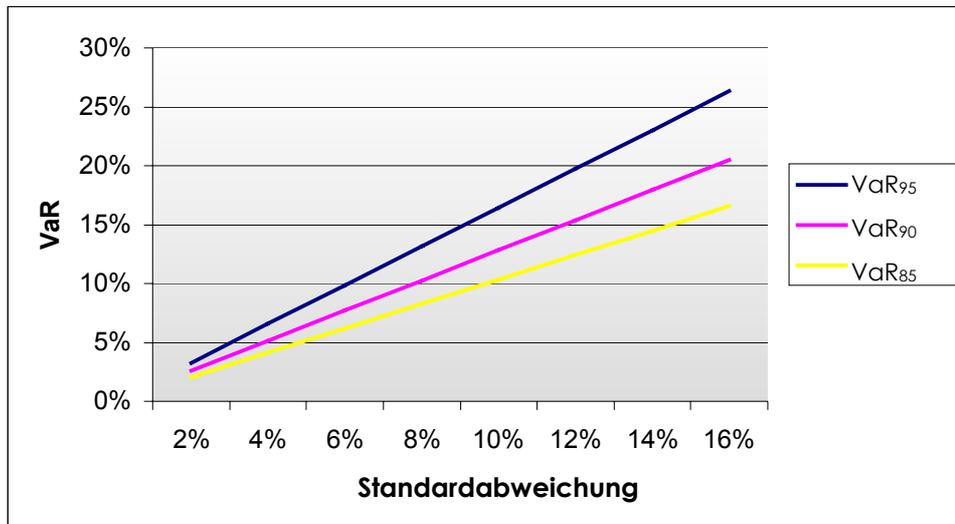


Bild 27: Umsatzbezogener Zusammenhang Standardabweichung und Value-at-Risk (VaR)¹⁶⁴

Der VaR₉₀ lässt sich mit Hilfe der Excel- Formel „NORMINVERT(0,9;0;0,06)“ bei 90%iger Verlustdeckung, Mittelwert 0 und 6% Standardabweichung (Streuung des Deckungsbeitrags) berechnen. Er liefert einen quantitativen Risikowert, wobei das Unternehmen individuell und aus Erfahrung erarbeiten muss, ob ein VaR₈₅, VaR₉₀ oder VaR₉₅ die wirtschaftliche Realität der Unternehmung trifft.

Im Bankenbereich (Anleihen, Aktienportfolios, ...) wird üblicherweise mit einem Konfidenzniveau um 95% gearbeitet.¹⁶⁵

Bei normaler Eigenkapitalausstattung kann ggf. mit VaR₈₅ kalkuliert werden, wobei nicht erfasste Schäden vom Eigenkapital getragen werden müssen. Bei eigenkapitalschwachen Unternehmen ist daher möglicherweise ein VaR₉₅ erforderlich.

¹⁶⁴ unter Zugrundelegung einer Normalverteilung

¹⁶⁵ vgl. z.B. Smithson 1996, S. 25

Das ist um so mehr von Bedeutung, wenn mit minimalen Gewinnmargen gearbeitet wird. Beispielsweise bei der Kalkulation eines Gewinnzuschlages von 1% bei einem Projektrisiko (Standardabweichung) von 6%, steht dem Gewinn ein Risikowert (VaR_{85}) von 6% gegenüber. In „normalen Zeiten“ ist so ein Verlust von bis zu 5% möglich, der von der Unternehmenssubstanz getragen werden muss.

Diskutiert man die durch die Studien in Abschnitt B.1 festgestellten Standardabweichungen, so sind folgende Risikozuschläge nötig.

Standardabweichung	Risikozuschlag	
	VaR_{85}	VaR_{95}
6% (d)	6,2%	7,7%
14% (a)	14,5%	17,9%
17% (a)	17,6%	21,8%
22% (b)	22,8%	28,2%

Tab. 7: Risikozuschlag in Abhängigkeit von der Standardabweichung und dem gewählten VaR

Eine Analyse der erzielten Deckungsbeiträge und deren Streuung gibt der Objektkalkulation Hinweise über die Größenordnung des notwendigen mittleren Risikozuschlages, wenn Risiken nicht explizit kalkuliert werden.

Da die Objekt Risiken meist individuell sind, ist eine objektbezogene Risikoeermittlung insbesondere bei minimalen Gewinnspannen sinnvoll. Zum Einen können so risikoreiche Projekte gar nicht erst angegangen, und zum Anderen preislich optimierte Angebote abgegeben werden, die ein wirtschaftliches Verhältnis von Gewinn und Risikozuschlag aufweisen.

Bevor aber eine Diskussion zur Erweiterung der Kalkulationsverfahren geführt wird, ist noch auf den Zusammenhang der Einzelrisikosituation mit der Gesamtrisikosituation des Unternehmens einzugehen. Dies geschieht im folgenden Abschnitt.

B.3 Das Risikokollektiv des Bauunternehmens

Die Risikodiskussion der Einzelprojekte lässt sich nicht direkt auf das Unternehmen übertragen, weil sich das Risiko mit der Anzahl der Projekte im Sinne der risikomathematischen Überlegungen reduziert. Diese Risikoreduktion kommt durch Diversifikationseffekte aufgrund von unabhängigen oder wenig korrelierenden Einzelrisikosituationen zustande.

Der VaR reduziert sich demnach in Abhängigkeit von der Objektzahl, wie Bild 28 zeigt.

Ein einfaches Beispiel, bei dem von vollständiger Unabhängigkeit der k einzelnen, gleich risikobehafteten Bauprojekte ausgegangen wird, zeigt den Effekt:

Hier lässt sich unter Voraussetzung normalverteilter Risiken die vereinfachte Formel

$$VaR_{x,G} = \sqrt{k} \cdot VaR_{x,i}$$

mit $VaR_{x,1} = VaR_{x,2} = VaR_{x,3} = \dots = VaR_{x,k}$

Gleichung 103

und x = Sicherheitsniveau

anwenden.

Beispiele:

a) $VaR_{90,i} = 12,8\%$ ($\sigma_i = 10\%$; $\mu_i = 22,5$ T€; $k = 5$ Projekte)

$$VaR_{90,G} = \frac{\sqrt{5} \cdot 12,8\%}{5} = 6\%^{166}$$

Gleichung 104

b) $VaR_{90} = 7,7\%$ ($\sigma_i = 6\%$; $\mu_i = 22,5$ T€; $k = 20$ Projekte)

$$VaR_{90,G} = \frac{\sqrt{20} \cdot 7,7\%}{20} = 1,7\%$$

Gleichung 105

¹⁶⁶ Gleichung 103 wird hier nochmals durch k dividiert, um einen Verhältniswert bzgl. μ_G zu erhalten, an dem man die Risikoreduktion im Kollektiv direkt ablesen kann ($\mu_G = k \cdot \mu_i$).

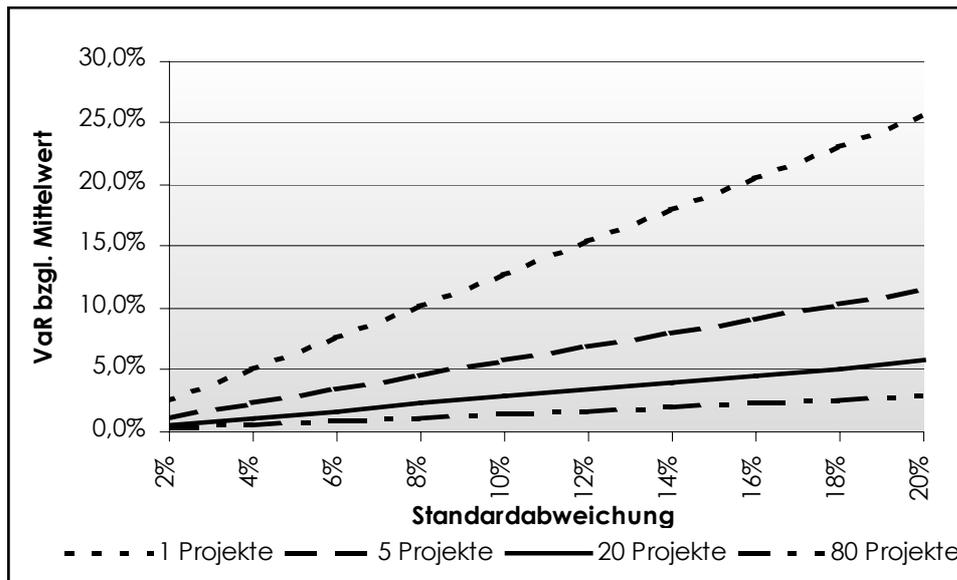


Bild 28: Objektzahl und Standardabweichung als Einfluss auf das Unternehmensrisiko

Würde man also bei der Zuschlagskalkulation von den unter Abschnitt B.2 postulierten Sätzen ausgehen, würde das Risiko systematisch überschätzt und so würden möglicherweise unwirtschaftlich hohe Risikozuschläge kalkuliert werden.

Somit sollte der Risikozuschlag nicht anhand des einzelnen Projektes ermittelt, sondern von der Unternehmensleitung unter Zugrundelegung der unternehmensweiten Gesamtrisikoverteilung inkl. des maximal zulässigen Risikos vorgegeben werden (vgl. Abschnitt A.3).

Trotzdem bleibt die Ermittlung eines projektspezifischen VaR in der Kalkulation unumgänglich, um das Projektrisiko mit dem Vorgaberisiko abzustimmen. In die Zuschlagsrechnung fließt dieser VaR aber nicht mehr ein.

Wenn man diese Überlegungen wieder auf die analysierten Betriebstypen (Abschnitt B.1) anwendet, so sind folgende Zusammenhänge abzuleiten:

Betriebstyp	σ_i	Projekte/a	VaR _{90,I}	VaR _{90,G} (= Zuschlag je Projekt)
a) mittelständische Hoch- und Tiefbau-Unternehmen	17%	60	21,8%	2,8%
b) größere Unternehmen im Hoch- und Tiefbau	22%	50	28,2%	4,0%
c) größere mittelständische Ausbauunternehmen	19%	200	24,3%	1,7%
d) Bauindustriebetrieb	6%	10	7,7%	2,4%

Tab. 8: Zusammenhang der Objektzahl und des gewählten VaR auf den Unternehmensdeckungsbeitrag bei bestimmten Standardabweichungen der Deckungsbeiträge von Einzelprojekten

Diese Zahlen dokumentieren den erforderlichen Gesamtrisikozuschlag aus der Sicht des VaR-Ansatzes. Die in Tab. 8 gezeigten Zuschlagswerte kommen aufgrund optimaler Diversifikation zustande. Es bleibt zu diskutieren, inwieweit vollständige Unabhängigkeit der einzelnen Projekte vorausgesetzt werden kann. Daher stellen die verzeichneten Zuschlagssätze Minimalwerte dar, die in der praktischen Anwendung möglicherweise erhöht werden müssen. Ansätze zur Modellerweiterung werden in Abschnitt B.5 diskutiert.

Ist damit aber der Unternehmensbestand gesichert?

Diese Frage kann sicher nicht aus Sicht der einzelnen Projekte oder des Projektkollektivs beantwortet werden. Die Unternehmensleitung muss anhand von Überlegungen zur Kapitalverwendung, dem Kapitalmix (Fremdkapital/Eigenkapital) und den zugehörigen Kapitalkosten, der Eigenkapitaldeckung des Risikos, der Liquidität und natürlich der Marktgegebenheiten entscheiden, welche Risikozuschläge letztlich angesetzt werden sollen. In Abschnitt A.1 wurde diese Problematik erörtert.

B.4 Berücksichtigung und Anpassungsmöglichkeiten an Marktgegebenheiten

Diskutiert man das Risiko im Gegensatz zu Abschnitt A.2.2 mit Blick auf das tatsächliche Risiko der Bauprojekte, so ergibt sich eine Kluft zwischen zulässigem Risiko aus Sicht der Unternehmensrechnung unter Berücksichtigung von Kapitalstruktur und Kapitalkosten und vorhandenem Risiko der Projekte, insbesondere, wenn nur noch eine geringe Umsatzrendite am Markt durchsetzbar ist.

Beispiel 1:

Am Markt sind nur noch 3% Umsatzrendite durchsetzbar. Die Kapital- und Auftragsstruktur wird entsprechend Abschnitt A.2.2 angenommen. Mit Gleichung 83 ergibt sich also

$$\begin{aligned}
 \text{VaR}_x &= K_{R,x} \cdot G_K \\
 &= (2,5 \cdot R - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} \\
 &= (2,5 \cdot 3\% - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} \\
 &= -122,6 \text{ T€}
 \end{aligned}
 \tag{Gleichung 106}$$

Bei einer Umsatzrendite von 3% wird sich das Eigenkapital in jedem Fall um mindestens 122,6 T€ reduzieren, weil die Rendite nicht ausreicht, um die Fremdkapitalzinsen zu decken. Das Unternehmen sollte sich aus diesem Marktbereich zurückziehen.

Beispiel 2:

Am Markt sind 7% Umsatzrendite durchsetzbar. Die Kapital- und Auftragsstruktur wird ebenso entsprechend Abschnitt A.2.2 angenommen. Unter Zugrundelegung von Gleichung 83 ergibt sich nun

$$\begin{aligned}
 \text{VaR}_x &= K_{R,x} \cdot G_K \\
 &= (2,5 \cdot R - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} \\
 &= (2,5 \cdot 7\% - 13,63\%) \cdot 2.000 \text{ T€} \\
 &= 77,4 \text{ T€}
 \end{aligned}
 \tag{Gleichung 107}$$

Ohne Kalkulation von Risikozuschlägen darf die geplante Umsatzrendite von 7% (20 Projekte x 250 T€ x 7% = 350 T€) im laufenden Geschäftsjahr nicht um mehr als 77,4 T€ geschwächt werden, ohne dass das Eigenkapital beansprucht wird.

Bild 34 zeigt, dass dies mit einer Wahrscheinlichkeit von nur 66% auch gelingt ($\text{VaR}_{66} = 77,4 \text{ T€}$).

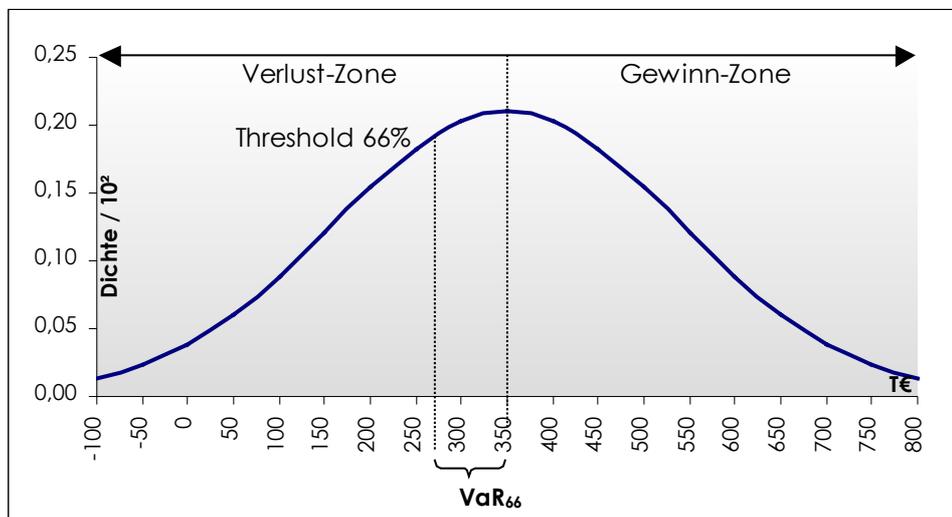


Bild 29: VaR und Dichte der Umsatzrendite bei 7% mittlerer Rendite und 20 Aufträgen mit einer Bausumme von 250 T€

Welche Maßnahmen können aber durchgeführt werden, um diese Sicherheit zu erhöhen?

Unterstellt man, dass die Kapitalumschlagshäufigkeit optimiert ist, so sind methodisch folgende Maßnahmen denkbar:

- a) **Verkleinerung der mittleren Auftragsgröße bei gleichem Umsatz.** Durch die erhöhte Diversifikation im größeren Risikokollektiv kann der Risikozuschlag gesenkt werden.
- b) **Reduktion der Streuung,** indem durch Vorauswahl nur die Objekte angeboten werden, die geringere Risiken beinhalten. Mit der VaR- Kennzahl wird die Risikohaltigkeit eines jeden Objektes vor der Angebotsabgabe geprüft (vgl. Abschnitt C.2).

Diese Maßnahmen werden im Folgenden beispielhaft dargestellt.

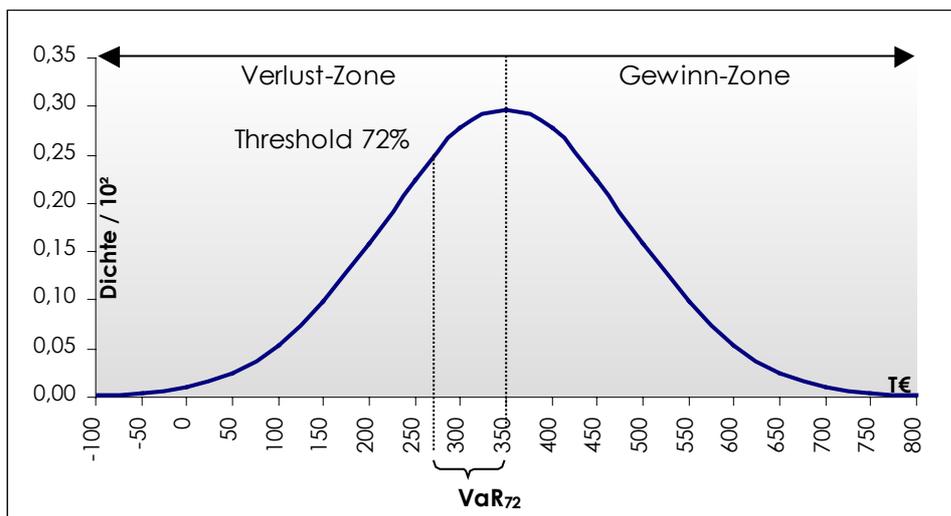
Beispiel a): Verkleinerung der mittleren Auftragsgröße bei gleichem Umsatz.

Der Auftragsbestand von im Mittel 20 Aufträgen und 250 T€/Auftrag wird auf 40 Aufträge erhöht, wobei jeweils nur eine mittlere Bausumme von 125 T€ je Auftrag akquiriert wird. Die oben bereits erwähnte, mittlere Streuung σ_i von 17 % wird weiterhin zugrunde gelegt. Geht man vereinfachend von vollständiger Unabhängigkeit der Einzelaufträge aus, so ergibt sich für σ_G :

$$\sigma_G = \sqrt{40 \cdot \sigma_i^2} = \sqrt{40 \cdot (125 \text{ T€} \cdot 17\%)^2} = 134,4 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 108}$$

$$\mu_G = 40 \cdot 125 \text{ T€} = 5.000 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 109}$$

Setzt man nun wieder mit dem Vorgabe-Risikowert von 77,4 T€ an, so lässt



sich das Sicherheitsniveau von 66% auf 72% erhöhen ($\text{VaR}_{72} = 77,4 \text{ T€}$).

Bild 30: VaR und Dichte der Umsatzrendite bei 7% mittlerer Rendite und 40 Aufträgen mit einer Bausumme von je 125 T€

Beispiel b): Reduktion der Ergebnisstreuung

Wenn man es schafft, die mittlere Streuung σ_i bei allen Aufträgen durch gezielte Vorauswahl risikoarmer Projekte auf 10% zu begrenzen, so ergibt sich für σ_G

$$\sigma_G = \sqrt{40 \cdot \sigma_i^2} = \sqrt{40 \cdot (125 \text{ T€} \cdot 10\%)^2} = 79,1 \text{ T€} \quad \text{Gleichung 110}$$

Mit dieser Maßnahme lässt sich nun das Sicherheitsniveau auf 84% steigern ($\text{VaR}_{84} = 77,4 \text{ T€}$).

Auf Grundlage der so verbesserten Risikosituation und der damit effizienteren Nutzung des verfügbaren Selbstbehalts von 77,4 T€, können die kalkulatorischen Risikozuschläge (vgl. Prämienberechnung gem. Abschnitt A.3.2) geringer ausfallen.

Offenbar kann so auch mit geringen Renditen noch wirtschaftlich gearbeitet werden.

Die hier angebotenen Beispiele geben natürlich nur ein vereinfachtes Bild wieder. In der Praxis wird man den Auftragsmix differenzierter betrachten müssen, da in verschiedenen Sparten und mit unterschiedlichen Objekttypen gearbeitet wird. Eine Vereinheitlichung, wie sie im Beispiel zur Vereinfachung gezeigt wird, ist praktisch eher nicht möglich. Dort müssen die vorstehende Berechnung unter Integration von Klassen durchgeführt werden.

Es sind zudem noch weitere Einflüsse zu berücksichtigen. Unter anderem sind folgende Überlegungen abzuleiten:

- Kleinaufträge belasten häufig überproportional die Organisation
- mangelndes Projektmanagement, verursacht durch die Konzentration der Bauleitungsaktivitäten auf Kleinaufträge kann die Ergebnisse der Großaufträge gefährden¹⁶⁷

Grundsätzlich lässt sich die Vorgehensweise aber auch auf komplexere Strukturen übertragen. Zur Ergänzung werden solche Modellerweiterungen im folgenden Abschnitt diskutiert.

¹⁶⁷ vgl. IAT, 2002, S. 19

B.5 Modellerweiterungen

B.5.1 Differenzierung der Objektgröße

Die Risikoberechnung wurde im Rahmen dieser Arbeit bisher so angewendet, dass gleiche Projektgrößen angenommen wurden. So konnte der Zusammenhang zwischen Auftragszahl und unternehmensweitem Risiko verdeutlicht werden. Praktisch bedienen Bauunternehmen aber größtenteils unterschiedliche Bauvolumen.

Wenn dabei wenige Großprojekte und viele Kleinprojekte das Auftragskollektiv bilden, kann dies erhebliche Konsequenzen für das Unternehmensrisiko und den erforderlichen Risikozuschlag haben.

Beispiel:

Das Unternehmen wickelt jährlich einen Großauftrag mit einem Umsatz von 1.000 T€ und 100 Aufträge mit einem Umsatz von je 10 T€ ab. In Anlehnung an Abschnitt B.1 a) werden eine Streuung der Umsatzrendite von 14% bzw. 17% bzgl. des mittleren Umsatzes und normalverteilte Umsatzrenditen erstellt. Der Gewinn (mittlere Umsatzrendite) wird mit 2% bzw. 9% des Umsatzes kalkuliert.

Während man bei den kleinen Projekten von einer Diversifikation des Risikos im Auftragskollektiv ausgehen kann, so ist dies bei einem einzelnen Großprojekt nicht der Fall.

Es muss demnach eine Trennung stattfinden, um marktfähige Zuschlagssätze zu finden und um beurteilen zu können, welche Auswirkung das Risiko einzeln und im Kollektiv auf das Unternehmen hat. Für das Großprojekt muss der mögliche Extremschaden z.B. in Höhe des VaR_{95} zur Ermittlung des Risikozuschlags zugrunde gelegt werden. Es ergeben sich ca. 231 T€, ca. 23% der Bausumme, siehe Gleichung 112. Eine Größenordnung, die bei der derzeitigen Marktlage undenkbar ist.

Für das Kollektiv der unabhängigen Kleinprojekte ergibt sich nur eine Risikosumme (VaR_{95}) von insgesamt 28 T€, ca. 3% der Bausumme, siehe Gleichung 112.

$$0,95 = \int_{-\infty}^{x_i} N(\mu_i, \sigma_i) dx$$

mit

$$\mu_1 = 1.000 \text{ T€}$$

Gleichung 111

$$\sigma_1 = 14\% \times 1.000 = 140 \text{ T€}$$

$$\mu_2 = 10 \text{ T€} \times 100 = 1.000 \text{ T€}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{(17\% \cdot 10 \text{ T€})^2 \cdot 100} = 17 \text{ T€}$$

$$\Rightarrow x_1 \approx 231 \text{ T€} = \text{VaR}_{95;1}$$

$$\Rightarrow x_2 \approx 28 \text{ T€} = \text{VaR}_{95;2}$$

Um das Risiko des Großauftrages abzudecken, muss also entweder ein nicht marktgerechter Risikozuschlag berechnet werden, womit das Agieren in diesem Marktsegment ausgeschlossen wäre, oder die Kleinprojekte müssen zur Absicherung des Großauftrags herangezogen werden, was im betriebswirtschaftlichen Sinne aber ein zumindest zweifelhaftes Vorgehen ist.

Viele Kleinunternehmen beschaffen sich z.Zt. trotzdem einen oder wenige Großaufträge mit geringen Gewinnspannen zur Auslastung und Gemeinkostendeckung. Werden also 231 T€ auf 100 Kleinprojekte umgelegt, wobei ein Teil der Risikosumme durch den kalkulierten Gewinn von $2\% \times 1.000 \text{ T€} = 20 \text{ T€}$ gedeckt würden, so müsste mit einem Risikozuschlag von mindestens $(231+28-20) / 100 = 2,39 \text{ T€}$, ca. 23% der Bausumme gerechnet werden.

Selbst wenn das möglich wäre, so ist die Frage nach der nötigen Eigenkapitaldeckung des kurzfristig eintretenden Maximalschadens der einzelnen Großbaustelle ungeklärt. Bei einem Jahresgesamtumsatz von $100 \times 10 + 1.000 = 2.000 \text{ T€}$ und einem Kapitalumschlag von 2,5 ist ein betriebsnotwendiges Kapital von $2.000/2,5 = 800 \text{ T€}$ vorhanden. Bei 6,6% Eigenkapital sind also nur knapp 53 T€ verfügbar. Der Extremschaden liegt aber bei 231 T€. Auch wenn 2% Gewinn beim Großprojekt kalkuliert werden (20 T€), verbleiben noch 211 T€, die über Eigenkapital gedeckt werden müssten.

Damit ist der Unternehmensbestand extrem gefährdet.

Anders formuliert: Dieses Unternehmen muss sich zur Existenzsicherung auf kleine Auftragsgrößen konzentrieren, bei denen sich die Risiken im Kollektiv verringern und einzelne Extremschäden nicht zur Gefährdung des gesamten Unternehmens führen. Die Umstrukturierung könnte wie folgt aussehen,

wenn man davon ausgeht, dass ein Umsatz von 2.000 T€ zur Kapazitätsauslastung erforderlich ist:

Auftragsstruktur

i	Umsatz je Projekt [T€]	Anzahl	σ_i	WuG
1	100	10	14%	2%
2	10	100	17%	9%

Gesamtumsatz 2000 T€

Einzelprojekt

i	VaR ₉₅ [T€]	WuG [T€]	Differenz [T€]
1	23,1	2	-21
2	2,8	0,9	-2

EK-Deckung 32 T€

Projektkollektiv

i	VaR ₉₅ [T€]	WuG [T€]	Differenz [T€]
1	73,0	20	-53
2	28,1	90	62

Gewinn unter Risiko 9 T€
Gewinn Mittel 110 T€

Tab. 9: Auftragsstruktur und Risiko bei unterschiedlichen Projektgrößen

Ob das Unternehmen auf Grund seiner Organisation eine ausgeglichene Risiko-/Chancensituation erreichen kann, muss also, wie in Tab. 9 geschehen, aus Sicht der Unternehmensstruktur diskutiert werden.

B.5.2 Sparten

Die Diskussion um die Erweiterung der Risikobetrachtung durch eine Differenzierung nach Projektgrößen und Projektbeständen kann analog auch zur Spartenorientierung der Bauunternehmen geführt werden.

Größere Bauunternehmen sind i.d.R. in mehreren Sparten tätig. (Tiefbau, Ingenieurbau, Schlüsselfertigbau, usw.). Für die Unternehmensoptimierung im Sinne der Suche nach einer Kernkompetenz ist ergänzend auch die Analyse der Ergebnisstreueung in Abhängigkeit von der Sparte sinnvoll.

Daraus ergeben sich Hinweise für den organisatorischen Aufbau der Firma. Methodisch kann der mittlere Deckungsbeitrag je Projekt, die Deckungsbeitragsstreueung und die durchschnittliche Auftragsgröße bzw. -anzahl mit anderen Sparten verglichen und dem zulässigen Risiko des Gesamtunterneh-

mens gegenübergestellt werden. So lässt sich die Frage klären, ob eine Sparte als Komponente des Projektportefeuilles den wirtschaftlichen Zielen des Unternehmens entspricht.

Das Thema der Spartenorientierung und Differenzierung erhält eine zusätzliche Brisanz, wenn man davon ausgeht, dass das Projektrisiko innerhalb einer Sparte korreliert. Zu diesem Sachverhalt wird hier aber kein Beispiel gebracht und auf Abschnitt B.5.4 verwiesen.

B.5.3 Bauherrentyp, Vertragsform und andere Randbedingungen

Verschiedene wissenschaftliche Arbeiten haben sich mit Projektorganisationsformen inklusive entsprechender Vertragskonstellationen und deren Einfluss auf die Projektkosten sowie auf das Projektrisiko beschäftigt.¹⁶⁸ Die Ergebnisse zeigen, dass das Risiko bei unterschiedlichen Vertrags-/Organisationsformen u.U. erheblich differieren kann.

Nach Schriek beträgt das mittlere Risiko für den Bauherren¹⁶⁹ im Rahmen des Neubaus eines Büro- und Verwaltungsgebäudes¹⁷⁰ beispielsweise

- 9,06% der Selbstkosten bei Fachlosvergabe mit Einheitspreisvertrag, Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis und Einzelplanereinsatz (A) und
- 2,75% der Selbstkosten bei Generalunternehmereinsatz, Komplexem Globalpauschalvertrag, Funktionaler Leistungsbeschreibung und Einzelplanereinsatz (B).

Für das Bauunternehmen wird sich diese Situation möglicherweise umkehren, da durch die Risikoreduktion beim Bauherren eine Risikoerhöhung auf Seiten des Unternehmens zu vermuten ist. Demnach wird sich bei der Durchführung des Projektes nach Variante B das Risiko für das Unternehmen um $9,06\% - 2,75\% = 6,31\%$ der Selbstkosten erhöhen. Nimmt man dies zur Grundlage, werden also die Risiken der Projektorganisationsform, des Vertragstyps, des Bauherrentyps usw. im Zusammenhang mit dem Auftragsbestand eines Bauunternehmens eine Rolle spielen. Möglicherweise wird dabei auch eine Unterscheidung zwischen privaten / öffentlichen Bauherren, sowie Faktoren

¹⁶⁸ vgl. u.a. Schriek 2002, Cadez 1998, Link 1999

¹⁶⁹ Ich definiere das „mittlere Risiko“ als gleichbedeutend mit „Standardabweichung“.

¹⁷⁰ vgl. Schriek 2002, S. 195 bzw. S. 283 und S. 284

des Partnerings¹⁷¹ notwendig (verhandelbare Vertragsrisiken, Zahlungsbereitschaft, Nachtragsverhalten, Konfliktverhalten, usw.).

Die Risikoberechnung verläuft analog zu den Berechnungen in Abschnitt B.5.1.

Beispiel:

Es werden Aufträge gemäß Projektorganisationsform A (Annahme: $\sigma_A = 10\%$) und gemäß Projektorganisationsform B ($\sigma_B = 10\% + \text{ca. } 6\%$) akquiriert. Der mittlere Gesamtumsatz beträgt 2.000 T€, der Kapitalumschlag 2,5 und die EK-Quote 6,6%, womit sich ein Eigenkapitalanteil von 53 T€ ergibt.

¹⁷¹ vgl. Sundermeier 2000, Blecken 2001

Variante 1**Auftragsstruktur**

i	Umsatz je Projekt [T€]	Anzahl	σ_i	WuG
A	50	10	10%	5%
B	50	30	16%	5%

Gesamtumsatz 2000 T€

Einzelprojekt

i	Var ₉₅ [T€]	WuG [T€]	Differenz [T€]
A	8,3	2,5	-6
B	13,2	2,5	-11

EK-Deckung 47 T€

Projektkollektiv

i	Var ₉₅ [T€]	WuG [T€]	Differenz [T€]
A	26,1	25	-1
B	72,3	75	3

Gewinn unter Risiko 2 T€

Gewinn Mittel 100 T€

Variante 2**Auftragsstruktur**

i	Umsatz je Projekt [T€]	Anzahl	σ_i	WuG
A	50	30	10%	5%
B	50	10	16%	5%

Gesamtumsatz 2000 T€

Einzelprojekt

i	Var ₉₅ [T€]	WuG [T€]	Differenz [T€]
A	8,3	2,5	-6
B	13,2	2,5	-11

EK-Deckung 47 T€

Projektkollektiv

i	Var ₉₅ [T€]	WuG [T€]	Differenz [T€]
A	45,2	75	30
B	41,7	25	-17

Gewinn unter Risiko 13 T€

Gewinn Mittel 100 T€

Bild 31: Risiko des Unternehmens bei verschiedenen Projektorganisationsformen

Bild 31 zeigt zweierlei:

1. Bei Variante 1 kann das Gesamtrisiko der risikoreicheren Aufträge nur knapp mit Hilfe des Kollektivs gedeckt werden.
2. Orientiert sich das Unternehmen hin zu risikoärmeren Projektorganisationsformen wie bei Variante 2, so kann das Risiko der risikoreichen Projek-

te nicht mehr im Auftragsbestand ausgeglichen, und muss durch die Überschüsse des Kollektivs der risikoärmeren Projekte aufgefangen werden. Trotzdem steigt der Gewinn unter Risiko an.

Es ist somit sinnvoll, dass sich das Unternehmen vollständig von den risikoreicheren Projekten distanziert, um den Gewinn zu maximieren, wenn dies praktisch möglich ist.

Die erforderliche Eigenkapitaldeckung bleibt bei beiden Varianten gleich. Es stehen 53 T€ zur Verfügung, die zumindest einen Extremschaden ausgleichen können. Diesbezüglich ist also keine Optimierung durch Verlagerung der Organisationsformen möglich, solange wenigstens ein risikoreicheres Projekt akquiriert wird.

B.5.4 Korrelation der Projektrisiken

Bisher wurde bei allen Berechnungen eine optimale Diversifikation der Einzelrisiken im Kollektiv aller Risiken angenommen, wodurch sich das Gesamtrisiko stark reduziert.

In der Praxis wird es jedoch auch Situationen geben, in denen ein Zusammenhang zwischen einzelnen Risiken oder Risikogruppen besteht. Z.B. arbeitet die Sparte Gleisbau eines Unternehmens regelmäßig mit dem selben Auftraggeber, wodurch alle Vertragsrisiken korrelieren. Auch das Wetterisiko kann nicht ohne Weiteres als unabhängig von einem Projekt zum nächsten angenommen werden. So werden in einem schlechten Sommer alle Projekte der gleichen Periode von diesem Einfluss betroffen sein. Auch bei der mehrmaligen Verwendung eines speziellen Baustoffs bei verschiedenen Projekten, der sich als gesundheitsgefährdend herausstellt, wird sich der Schaden bei all diesen Baustellen einstellen.

Bisher liegen noch keine belegbaren Zahlen zur Korrelation von Risiken in der Bauwirtschaft vor. Daher wird im folgenden mit fiktiven Korrelationen gerechnet, um die Auswirkungen zusammenhängender Risikofaktoren zu verdeutlichen. Es zeigt sich, dass die Vernachlässigung solcher Zusammenhänge bei extremer Korrelation u.U. zu gravierenden Fehleinschätzungen führen kann.

Beispiel:

Tab. 10 zeigt beispielhaft die Risk-Map eines jeden Projektes des Bauunternehmens. Es werden jährlich 10 Projekte abgewickelt, wobei diese von dem selben Bauherren beauftragt werden. Daher lässt sich eine hohe Korrelation zwischen den aufeinander folgenden Projekten bzgl. der Risikofaktoren Vertrag (1) und Bauherr (2) vermuten. Diese wird im Rahmen dieses Beispiels mit jeweils 0,9 angenommen, vgl. Tab. 13.

Nr.	Risikobezeichnung	Streuung [σ]	Risikowert (VaR_{90})
1	Vertrag	0,85%	1,1%
2	Bauherr	2,00%	2,6%
3	Kalkulation	5,00%	6,4%
4	Planung und Arbeitsvorbereitung	3,80%	4,9%
5	Baustellenabwicklung	8,90%	11,4%
6	Einkauf, Beschaffung	0,10%	0,1%
7	Abrechnung	2,50%	3,2%

Tab. 10: Risk-Map (Streuungsmaße in Anlehnung an Piwodda¹⁷² als %-Anteil der Bausumme) je Projekt

Gleichzeitig korrelieren aber auch die einzelnen Risikofaktoren jedes einzelnen Projektes untereinander, diese Korrelationen werden gemäß Tab. 11 ohne weitere Ausführungen angenommen.

	1	2	3	4	5	6	7
1	1,0	0,5	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
2	0,5	1,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
3	0,0	0,0	1,0	0,5	0,1	0,4	0,5
4	0,2	0,2	0,5	1,0	0,6	0,8	0,2
5	0,2	0,2	0,1	0,6	1,0	0,3	0,2
6	0,0	0,0	0,4	0,8	0,3	1,0	0,5
7	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,5	1,0

Tab. 11: Korrelationskoeffizientenmatrix der Risikofaktoren je Projekt

¹⁷² Piwodda 2003, S. 187 ff

Projekt-Nr.	Bausumme [T€]
1	200
2	250
3	220
4	190
5	230
6	270
7	200
8	210
9	180
10	190
Summe	2140

Tab. 12: Auftragsvolumen (Bausumme) der einzelnen Projekte

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,9	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,9
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0

Tab. 13: Korrelationskoeffizientenmatrix der Projekte für die Risiken Vertrag und Bauherr

Nachfolgend werden drei Risikoauswertungen vorgenommen. Zunächst wird von vollständig unabhängigen Risikoeinflüssen ausgegangen, d.h. jegliche Korrelationen werden vernachlässigt. Tab. 14 zeigt das Gesamtrisiko des gewöhnlichen Geschäftsbetriebes bei den o.g. Randbedingungen. Offenbar ergibt sich der VaR_{90} für das Auftragskollektiv zu $4,7\% \times 2.140 \text{ T€} = 100 \text{ T€}$.

Nr.	Risikobezeichnung	Streuung [σ]	Risikowert (VaR ₉₀)
1	Vertrag	0,3%	0,3%
2	Bauherr	0,6%	0,8%
3	Kalkulation	1,6%	2,0%
4	Planung und Arbeitsvorbereitung	1,2%	1,6%
5	Baustellenabwicklung	2,8%	3,6%
6	Einkauf, Beschaffung	0,0%	0,0%
7	Abrechnung	0,8%	1,0%
		3,6%	4,7%

Tab. 14: Risikoauswertung für das Gesamtunternehmen ohne Korrelationen

Nun wird die Risikobetrachtung um die Korrelationen zwischen den einzelnen Projektrisiken erweitert. Die Projekte selbst werden als unabhängige Risikogrößen betrachtet. Schon zeigt sich ein deutlicher Anstieg des Risikowertes von 4,7% auf 6,4% des Gesamtbauvolumens. Es werden damit 137 T€ statt 100 T€ zur Risikoabsicherung benötigt. Bei der derzeitigen schlechten Eigenkapitalsituation der Bauunternehmen kann dies schon dramatische Auswirkungen haben. (2,5-facher Kapitalumschlag, 6,6% EK-Quote => EK = 56,5 T€!)

Nr.	Risikobezeichnung	Streuung [σ]	Risikowert (VaR ₉₀)
1	Vertrag	0,3%	0,3%
2	Bauherr	0,6%	0,8%
3	Kalkulation	1,6%	2,0%
4	Planung und Arbeitsvorbereitung	1,2%	1,6%
5	Baustellenabwicklung	2,8%	3,6%
6	Einkauf, Beschaffung	0,0%	0,0%
7	Abrechnung	0,8%	1,0%
		5,0%	6,4%

Tab. 15: Risikoauswertung für das Gesamtunternehmen mit Korrelationen der Risikofaktoren innerhalb der Einzelprojekte

Noch dramatischer wird die Situation, wenn auch Korrelationen zwischen den Risikofaktoren der unterschiedlichen Projekte zu berücksichtigen sind. Tab. 16 zeigt, dass bei den hier angenommenen Korrelationen der Risikofaktoren Vertrag und Bauherr eine Steigerung des Risikowertes von weiteren 0,3% zu erwarten ist. Damit stehen 142 T€ auf dem Spiel.

Nr.	Risikobezeichnung	Streuung [σ]	Risikowert (VaR_{90})
1	Vertrag	0,4%	0,6%
2	Bauherr	1,0%	1,3%
3	Kalkulation	1,6%	2,0%
4	Planung und Arbeitsvorbereitung	1,2%	1,6%
5	Baustellenabwicklung	2,8%	3,6%
6	Einkauf, Beschaffung	0,0%	0,0%
7	Abrechnung	0,8%	1,0%
		5,2%	6,7%

Tab. 16: Risikoauswertung für das Gesamtunternehmen mit Korrelationen der Risikofaktoren innerhalb der Einzelprojekte und zwischen den Projekten

C. Risikomodell für die Bauauftragsrechnung

Die Kalkulation bzw. Kostenträgerrechnung gehört als wichtiger Teilbereich zum betrieblichen Rechnungswesen und beinhaltet alle Risiken des ordentlichen Geschäftsbetriebes. Üblicherweise werden diese im Zuschlag für Gemeinkosten der Baustelle oder/und über die Einzelkosten der Teilleistungen direkt kalkuliert.¹⁷³

Bild 32 zeigt alle Arten der Kalkulation bzw. deren Abfolge im Rahmen der Auftragsbeschaffung und -abwicklung.

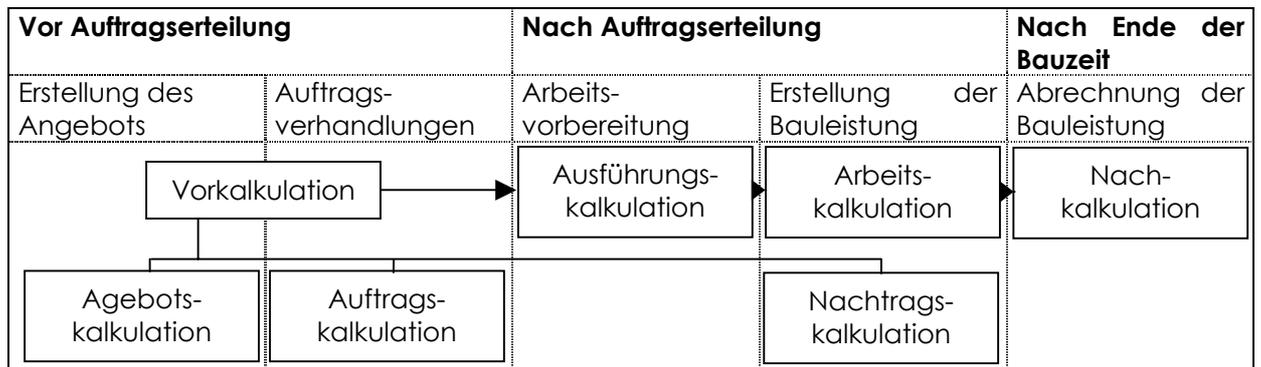


Bild 32: Zusammenfassende Übersicht der Arten der Kalkulation¹⁷⁴

Offenbar ist die Integration von Risiken in der Kalkulation bereits geregelt.

Warum aber benötigt die Bauunternehmung heute ein Risikomodell und wie kann es aufgebaut sein?

C.1 Marktsituation und historische Entwicklung

Im Bauindustriebetrieb waren vor ca. 10 Jahren implizit noch ausreichende Risikoreserven in der Auftragskalkulation vorhanden, die durch Ausschöpfen von Nachunternehmer- und Baustoffvergabegewinnen und Bauverfahrensoptimierung aktiviert werden konnten. Abweichungen von den geplanten Ergebnissen ließen sich so noch kompensieren.

Erst nach Vertragsabschluss wurden diese ergebnisverbessernden Einflüsse in der Arbeitskalkulation, nach der Arbeitsvorbereitung und Vergabe, ermittelt. In der Regel war es möglich, die in der Auftragskalkulation berechneten Herstellkosten um 6% - 8% zu reduzieren, um so auch risikobehaftete Aufträ-

¹⁷³ vgl. Leimböck 1991, S. 2

¹⁷⁴ Leimböck 1991, S. 3

ge wirtschaftlich durchführen zu können. Möglicherweise aus diesem Grund, unter Umständen aber auch durch andere Einflüsse wie z.B. noch ausreichende Umsatzrenditen¹⁷⁵, wurden Risiken in der Kalkulation der Einzelkosten nicht explizit behandelt.

Die Bauwirtschaft schrumpft seit ca. 9 Jahren, bei den gewerblichen Arbeitskräften von 1,4 Mio. Mitarbeitern auf heute unter 800.000, und im Bauvolumen um ca. 35%.¹⁷⁶

Dieser Prozess geht mit einem klassischen Verdrängungswettbewerb vonstatten und wird über den Preis ausgetragen.

In der Auftragsbeschaffung sind zwei Organisationseinheiten von Bedeutung:¹⁷⁷

1. Der Kalkulator bzw. die Kalkulationsabteilung, der bzw. die die Herstellkosten ermitteln.
2. Der Geschäftsführer oder Niederlassungsleiter, der den Marktpreis durch die Festlegung des Deckungsbeitrages (Allgemeine Geschäftskosten plus Wagnis- und Gewinnzuschlag) formuliert.

Das Streben nach Aufträgen unter Preisdruck hat in den letzten Jahren beim Kalkulator dazu geführt, dass er die Nachunternehmer- und Baustoffvergabe gewinne sowie die Verfahrensoptimierung ohne genaues Detailwissen antizipiert hat. Darüber hinaus werden implizit (also nicht überprüfbar) weitere erhebliche Risiken in den Einzelkostenansätzen eingegangen, um Auftragserfolg zu erzielen.

Die Niederlassungsleiter entscheiden dann in der Auftragsverhandlung auf der Basis dieses vermeintlich soliden Herstellkostengefüges über Nachlässe beim Deckungsbeitrag.

Der Kalkulator erarbeitet also u.U. ein kaum realisierbares, mit erheblichen Risiken behaftetes Einzelkostengefüge und der Niederlassungsleiter minimiert die Gewinnmargen.

¹⁷⁵ Trockenbau 2002, S. 10 f

¹⁷⁶ nach Daten des BWI (Betriebswirtschaftliches Institut der Bauindustrie, Düsseldorf), 2004

¹⁷⁷ vgl. Leimböck, 2002, S. 49 f

Diese Situationsbeschreibung muss insbesondere bei öffentlichen Auftraggebern noch durch einen weiteren Risikoaspekt ergänzt werden, der sich aus den unvollständigen Verträgen und den daraus resultierenden Nachträgen ergibt.

Die Nachträge werden zwar oft mit sehr hohen Gewinnzuschlägen kalkuliert - Abschätzungen zeigen, dass es 20 bis 30% sein können¹⁷⁸ - das Durchsetzungsrisiko, insbesondere wenn es zum Prozess kommt, ist aber erheblich. Die Durchsetzungsquote liegt bei ca. 50%¹⁷⁹. Im Nachtragsverhandlungs- und Einigungsfall sind zudem Abschläge zu erwarten.

Dazu ein Beispiel:

Tab. 17 zeigt, dass in der Arbeitskalkulation hohe Risiken vorhanden sind, die aber im Zuge der Arbeitsvorbereitung und Arbeitskalkulation reduziert werden können, so dass trotz Risiko noch ein Deckungsbeitrag von 15 T€ möglich ist.

Die Chance auf die Durchsetzung eines Nachtrages i.H.v. 50 T€ wird in Tab. 17 durch zwei Fälle repräsentiert.

Fall 1: Hier wird der Nachtrag vom Auftraggeber akzeptiert, es fällt nur das Deckungsbeitragsrisiko an.

Fall 2: Der Nachtrag wird nicht akzeptiert, alle Kosten (Bausumme minus Deckungsbeitrag) inklusive Risiko sind vom Unternehmen zu tragen.

¹⁷⁸ eigene, nicht repräsentative Recherchen und Befragungen

¹⁷⁹ Groth 1998, S. 124

1	2	3	4	5	6
Kalkulationsart	Bausumme	Deckungsbeitrag 1	σ	VaR ₉₀	Deckungsbeitrag 2 (3 – 5)
Auftragskalkulation	500 T€	8% =40 T€	10% =50 T€	12,8% =64 T€	40-64 = -14 T€
Arbeitskalkulation	500 T€	10% =50 T€	6% =30 T€	7,7% =35 T€	50-35 = 15 T€
Nachtrag	50 T€	20% =10 T€	6% =3 T€	Fall 1: 7,7% =4 T€ Fall 2: 40+4=44 T€	Fall 1: 10-4 = 6 T€ Fall 2: - 44 T€
Σ				Fall 1: 35+4=39 T€ Fall 2: 35+44=79 T€	Fall 1: 15+6 = 21 T€ Fall 2: 15-44 = -29 T€

Tab. 17: Abschätzung des Deckungsbeitrags mit VaR bei hohem Nachtragsrisiko

Um aus diesem Dilemma herauszukommen, sollte sich das Kalkulationsverfahren explizit durch entsprechende Einzelkosten- und BGK- Ansätze mit den wirtschaftlichen Größen der Risiken beschäftigen.

C.2 Akquisition, Angebots- und Auftragskalkulation

Bei der Einzelbearbeitung der Angebote in der Akquisition und Kalkulation wird man schrittweise unter Risikokriterien solche Objekte auswählen, die sich mit vorgegebenem Risiko wirtschaftlich erfolgreich anbieten lassen. Nach Jacob¹⁸⁰ entstehen Risiken in der Vorvertragsphase durch schlechte Kalkulation (41%) und durch den Vertrag (22%). Immer noch 37% der Risiken entfallen auf die Bauausführung und höhere Gewalt. Diese Risiken müssen bei der Akquisition und Kalkulation berücksichtigt werden.¹⁸¹ Für die Bewertung vorvertraglicher Risiken, müssen qualifizierte Methoden zur Verfügung stehen, mit denen sich die potentiellen Schäden möglichst einfach und objektiv abschätzen lassen.

¹⁸⁰ Jacob, 2002, S. 295

¹⁸¹ vgl. dazu auch Göcke 2004

Sinnvoll ist auch hier eine Risikokennzahl wie der Value-at-Risk, der als universelle, in Geldeinheiten messbare Größe durchgängig in allen Projektphasen, inklusive der Auftragsverhandlung, genutzt werden kann.

In Bild 33 ist das Phasenmodell dargestellt.



Bild 33: Phasen der Bearbeitung und Risikobetrachtung

C.2.1 Akquisitionsphase und Risiko

In der Akquisitionsphase werden die wesentlichen Risiken mit Kurzbegründungen erfasst und der Risikowert (VaR) ermittelt.

Um aussagefähige Risikowerte (VaR) zu erhalten stehen zwei Verfahren zur Verfügung:

1. Eine pragmatische Methode zur Ermittlung des Risikowertes ist die Auswertung von Risk-Maps, in denen tabellarisch wesentliche Risiken erfasst sind. Die einzelnen Risikowerte werden auf Grundlage empirischer Datensammlungen bestimmt. Ggf. kann das Modell auch um Korrelationen zwischen einzelnen Risikofaktoren erweitert werden.

Rechenverfahren:

Da „Risiko“ gleichbedeutend mit Abweichung von einem bekannten Soll-Wert – nämlich der kalkulierten Bausumme - verstanden wird, ist das mittlere „Risiko“ μ gleich Null. Die mögliche Schwankung des Soll-Wertes durch das Risiko wird durch das Streuungsmaß σ als Prozentwert der Bausumme angegeben. σ wird empirisch ermittelt. Der zugehörige VaR_{90} -Wert ergibt sich bei Unterstellung einer Normalverteilung auf Grundlage der nach x aufgelösten Formel

$$0,9 = \int_{-\infty}^x N(\mu, \sigma) dx$$

Gleichung 112

Nr.	Risikobezeichnung	Streuung* [σ]	Risikowert (VaR_{90})*
1	Vertrag	0,85%	1,0%
2	Bauherr	2,00%	2,4%
3	Kalkulation	5,00%	6,0%
4	Planung und Arbeitsvorbereitung	3,80%	4,6%
5	Baustellenabwicklung	8,90%	10,7%
6	Einkauf, Beschaffung	0,10%	0,1%
7	Abrechnung	2,50%	3,0%
	Summe	11,39%	13,7%

*) Streuungen und Risikowerte dürfen nicht addiert werden (Faltung)

Bild 34: Risikoeinschätzung mit Risk-Map in der Akquisitionsphase (Streuungsmaße in Anlehnung an Piwodda¹⁸² als %-Anteil der geplanten Bau-summe)

Gemäß Risk-Map ergibt sich der VaR bei einer Bau-summe i.H.v. 250 T€ zu 250 T€ x 13,7% \approx 34 T€.

Aufgrund von Diversifikationseffekten dürfen die Streuungsmaße und VaR-Werte nicht addiert werden. Die Gesamtstreuung ergibt sich durch

$$\sigma_G = \sqrt{\sum \sigma_i^2} \quad \text{Gleichung 113}$$

Der Gesamt-VaR lässt sich gemäß Gleichung 112 berechnen.

Auch Korrelationen lassen sich in die VaR-Berechnung entsprechend des Varianz-Kovarianz-Ansatzes integrieren.¹⁸³ Dazu muss allerdings noch eine Matrix mit Korrelationskoeffizienten zu den einzelnen Risiken aufgebaut werden (KKM)¹⁸⁴.

¹⁸² Piwodda 2003, S. 187 ff

¹⁸³ vgl. Teil I, Abschnitt C

¹⁸⁴ zur Korrelation vgl. auch Abschnitt B.4.4, S. 120ff

Der Gesamt-Value-at-Risk lässt sich dann mit folgender Gleichung berechnen:

$$VaR = \sqrt{V^T \times KKM \times V} \quad \text{Gleichung 114}$$

mit

$$V = \begin{pmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \\ \dots \\ VaR_n \end{pmatrix} \quad \text{Gleichung 115}$$

und

Risiko-Nr.	1	2	...	n
1	1	$k_{2,1}$	$k_{\dots,1}$	$k_{n,1}$
2	$k_{1,2}$	1	$k_{\dots,2}$	$k_{n,2}$
...	$k_{1,\dots}$	$k_{2,\dots}$	1	$k_{n,\dots}$
n	$k_{1,n}$	$k_{2,n}$	$k_{\dots,n}$	1

Tab. 18: Korrelationskoeffizientenmatrix (KKM)

Zur Vereinfachung werden Korrelationen hier aber vernachlässigt.

2. Eine komplexere Methode, in die auch „nicht quantifizierbare“ Risiken integriert werden können, ist die Cluster-Analyse. Anhand empirischer Daten werden mit dem Clustering-Verfahren Zusammenhänge zwischen Risikofaktoren und dem Gesamtrisiko hergestellt. So lässt sich unter Berücksichtigung aller Daten die optimale Risikoklasse für ein vorliegendes Projekt bestimmen.¹⁸⁵ Die Methodik lässt sich vom Praktiker nur in Form einer Software sinnvoll einsetzen. Der Einsatz einer solchen Lösung liefert ggf. aber bessere Ergebnisse.

¹⁸⁵ vgl. Teil I, Abschnitt C.

Risikoliste:
Bausumme: <input type="text" value="250"/> T€
<input checked="" type="checkbox"/> Global-Pauschalvertrag
<input type="checkbox"/> Detail-Pauschalvertrag
<input type="checkbox"/> EP-Vertrag
<input type="checkbox"/> privater Bauherr
<input checked="" type="checkbox"/> öffentlicher Bauherr
<input checked="" type="checkbox"/> Tiefbau
<input type="checkbox"/> Hochbau
<input checked="" type="checkbox"/> Innlandsbau
<input type="checkbox"/> Auslandsbau
...
Ergebnis:
Value-at-Risk: <input type="text" value="40"/> T€

Bild 35: Idealisierter Input/Output einer Risikoberechnung mit Cluster-Analyse (softwaregestützt)

Beide Methoden sollten durch qualifizierte statistische Verfahren ergänzt werden, mit denen die empirisch ermittelten Daten in die Zukunft weitergerechnet werden können (z.B. autoregressive Verfahren).¹⁸⁶

Im Weiteren wird nur die Methode mit Risk-Maps besprochen.

Als Grundlage zur Ermittlung der Risikowerte dienen bereits abgerechnete Bauwerke. Hier wird die Differenz zwischen den Deckungsbeiträgen der Angebote und der Abrechnung unter Berücksichtigung von Nachträgen analysiert (vgl. Abschnitt C.4).

Am berechneten Risikowert (VaR) ist nun zu entscheiden, ob sich durch eine vertiefte Risikoanalyse die vermuteten Risiken reduzieren lassen, um das Projekt weiter zu verfolgen, oder ob man das Projekt nicht weiter bearbeitet.

Greift man wieder das Beispiel aus Abschnitt A.3.3¹⁸⁷ auf, so besagt die Vorgabe, dass ein Risikowert von 54,5 T€ je Projekt nicht überschritten werden darf. Diese Vorgabe kann hier offenbar eingehalten werden.

¹⁸⁶ vgl. Teil I, Abschnitt C; Heß

¹⁸⁷ vgl. S. 94

C.2.2 Angebotskalkulation und Risiko

Die Risikoanalyse wird auf die Herstellkosten, die Nachträge, auf die Bauzeit und auf die Gründung ausgedehnt und zusammen mit dem Vertrag, dem Bauherrenrisiko und den Umfeldkosten vertieft, detailliert untersucht und dokumentiert. Anschließend findet wieder eine Risikobeurteilung auf VaR-Basis statt.

Die Angebotskalkulation sollte auf Grund der nicht unerheblichen Risiken bei Bauprojekten (vgl. Abschnitt B.1: Streuung des D.B. von 6-28% der Bausumme) entsprechende Risikowerte explizit ausweisen. In der Betriebswirtschaft wird unter dem Begriff Kalkulation verstanden, dass die Kosten inkl. aller Risiken gerechnet werden, so dass sich die Unternehmensleitung über die Preisgestaltung einschließlich der Risiken im Klaren ist.¹⁸⁸ Die Bauindustrie hat dieses Prinzip im Grundsatz auch akzeptiert, indem der Kalkulator die Aufgabe hat, die „wahren“ Kosten zu ermitteln, um dann mit der Geschäftsleitung den Angebotspreis (Marktpreis) zu suchen.¹⁸⁹ Spezielle Risiken des Objektes sollen dabei in die Baustellengemeinkosten (BGK) einfließen¹⁹⁰, im Übrigen wird aber keine differenzierte Risikobetrachtung gefordert. Praktisch werden natürlich noch Nachtragschancen notiert. Auf Grund der derzeitigen schlechten Marktlage werden diese Grundlagen allerdings nicht eingehalten, so dass z.B. Wetterrisiken ignoriert werden (Kalkulator hat mit „365 Tagen Sonnenschein“ kalkuliert). Im Umfeld der Akquisition, Vertragsdurchsicht und Angebotskalkulation entstehen damit unkontrollierbare Risiken, die die Geschäftsleitung nicht überblickt und die später nicht beherrscht werden können.

Wie einleitend bereits erwähnt, entstehen so Risiken einerseits durch unvollständige Verträge (Inhalt, Umfang und dem Anordnungsrecht des Bauherren) und andererseits durch fehlerhafte Kalkulation. Im wesentlichen sind sie in den variablen Kosten vorhanden und werden mit dem Auftrag ins Unternehmen geholt. Sie müssen deshalb auch Teil der Auftragsverhandlungen sein.

¹⁸⁸ vgl. z.B. Wöhe, 2002, S. 1115 ff

¹⁸⁹ vgl. Leimböck, 2002, S. 49 f

¹⁹⁰ vgl. Leimböck 1995, S. 16; Jacob 2002, S. 28 ff und S. 68

Wie sollte zunächst aber die kalkulatorische Abwicklung aussehen?

In der Standardliteratur zur Kosten- und Leistungsrechnung sind die Risiken als Einzelwagnisse in Form kalkulatorischer Wagnisarten in der Kostenrechnung zu berücksichtigen.¹⁹¹ Das gilt nicht, wenn Einzelwagnisse durch entsprechende Versicherungen gedeckt sind. Typische Wagnisse sind z.B. Lohn- und Stoffpreiswagnisse sowie besondere Gewährleistungswagnisse.

Eine beispielhafte Handlungsanweisung wird in der Literatur nicht geliefert. Bei Pause/Schmieder¹⁹² wird lediglich im Rahmen eines Kalkulationsformblattes für die Baustellengemeinkosten die Möglichkeit zur Berechnung von typischen Wagnissen gegeben.

¹⁹¹ vgl. KLR Bau 2001, S. 16

¹⁹² Pause 1989, Formblatt 8

Firma _____	Kalk.-Formblatt: Kostensteigerungen, Besondere Risiken	8
Projekt-Nr. _____	Kalkulator _____	Datum _____

① **Kostensteigerungen** während der Bauzeit
(soweit nicht über vertragliche Gleitklausel abgedeckt) (→ [10])

	DM
a) Selbstbeteiligung bei Gleitklauseln (wenn lt. Bauvertrag vorgesehen):	
a1) Lohnleitklausel _____	
a2) Materialleitklausel _____	
b) Ansatz für Kostensteigerungen (nicht durch Gleitklauseln erfaßte Aufwendungen)	
b1) Lohnkosten (in [] bereits erfaßt)	
b2) Hauptmaterialien	
Stahl . . . _____	
Zement . . _____	
Beton . . . _____	
Holz . . . _____	
Ölprodukte _____	
Energie . . _____	
Frachten . _____	
NE-Metalle _____	

c) Anteil allgemeiner Geschäftskosten für infolge von Gleitklauseln erstattete Materialmehrkosten	

Summe ①	
(→ [10])	

② **Besondere Risiken** (soweit lt. Vertrag Risiko des Auftragnehmers) (→ [10])

Baugrund _____	
Außergewöhnliche Termine _____	
Außergewöhnliche Witterung _____	
Neuartige Bauweisen _____	
Massenrisiko _____	
Hochwasser _____	
Wasserhaltung _____	
Öffentlich-rechtliche Auflagen _____	
Vollständigkeit des Angebots bei Vertragsklausel „funktionsfähig“ _____	
Schlechte Zahlungsweise des Auftraggebers _____	

Summe ②	
(→ [10])	

Bild 36: Kalkulationsformblatt: Kostensteigerungen, besondere Risiken¹⁹³

¹⁹³ Pause 1989, Formblatt 8

Möglicherweise reicht aber diese unvollständige Liste, in der pauschal und unkonkret „besondere Risiken“ abgefragt werden, nicht aus, um alle Risiken, insbesondere in Bezug auf ihre Ausprägung (Streuungsmaße o.ä.) beurteilen zu können.

Deshalb ist es sinnvoll, im Rahmen der Einzelkostenansätze spezielle Risikopositionen einzuführen.

Vorschlag zur Erweiterung des Kalkulationsverfahrens

Die EDV-gestützten Kalkulationsverfahren akzeptieren Sonderpositionen für Baustellengemeinkosten (BGK) und andere Gemeinkostenleistungen, für die keine Leistungsverzeichnis-Positionen vorliegen; man nennt sie „künstliche Positionen“ (KP). Wenn man diese Methode erweitert und im gleichen Grundverständnis eine „Risikoposition“ (RP) einführt, um die Risikokosten zu kalkulieren, so wäre das klassische Schema der Baukalkulation eingehalten.

Denkbar wäre die Berücksichtigung der RP

- als gesonderte Position wie die BGK oder
- titel- bzw. positionsweise als eigene Position oder
- als Ergänzung einer jeden Position um einen Kostenansatz für das Risiko.

Die Risikopositionen sollten in einem gesonderten Ausdruck zur Angebotsbesprechung, Risiko- Zuschlagsermittlung, Begutachtung und zum Vergleich mit dem Soll- VaR ggf. nach Kategorien und in Zwischensummen (Vertragsrisiken, Kalkulationsrisiken, Ausführungsrisiken, usw.) aufgeführt werden. Für die Auftragsverhandlung sollten die Einzelrisiken ebenfalls vorliegen.

Will man das System erweitern, so könnten für Branchen- oder Bauherrentypen komprimierte Risk-Maps mit Standard Eintrittswahrscheinlichkeiten und einer objektspezifischen Einschätzung im System hinterlegt werden.

Im Rahmen der Kostenplanung für den Turm- und Mastbau konnte anhand von Echt Daten gezeigt werden, dass die Berücksichtigung von Risiken über die Einzelkosten mit hoher Genauigkeit möglich ist.¹⁹⁴

¹⁹⁴ vgl. Celik 2003

Die folgenden Abbildungen zeigen das Vorgehen bei der Kalkulation mit Risikopositionen.

Pos.	Text	Art	Menge	Einh.	EP	GP
Titel 1: Beton- und Stahlbetonarbeiten						
1	Sauberkeitsschicht, B 10, d=10 cm	GP	380	m ²	5 €	1.900 €
1a	Risiko der Pos. 1 (VaR ₉₀) Korrelationen: 2,0.9; 3,0.2; 4,0.2	RP	380	m ²		234 €
2	Stahlbeton, B 25, der Sohlplatte herstellen, ohne Bewehrung, Oberfläche glatt abziehen	GP	115	m ³	55 €	6.325 €
2a	Risiko der Pos. 2 (VaR ₉₀) Korrelationen: 1,0.9; 3,0.2; 4,0.2	RP	115	m ³		648 €
3	Stahlbeton, B 25, der Decke, d=30 cm	GP	380	m ²	55 €	20.900 €
3a	Risiko der Pos. 2 (VaR ₉₀) Korrelationen: 1,0.2; 2,0.2; 4,0.9;5,0.5	RP	380	m ²		2.675 €
4	Schalung der Decke, glatt	GP	320	m ²	4 €	1.280 €
4a	Risiko der Pos. 2 (VaR ₉₀) Korrelationen: 1,0.2; 2,0.2; 3,0.9;5,0.5	RP	320	m ²		98 €
5	Betonstahl IV R liefern, schneiden und verlegen	GP	21	t	400 €	8.400 €
5a	Risiko der Pos. 2 (VaR ₉₀) Korrelationen: 3,0.5;4,0.5	RP	21	t		538 €
	Summe Titel 1					38.805€
	Summe Risiko Titel 1 (VaR = $\sqrt{V^T \times KKM \times V}$)¹⁹⁵					2.715€

Tab. 19: Kalkulation: Einzelkosten der Teilleistungen mit Risikopositionen

Eine Risikoberechnung für jede Position wird nicht in jedem Fall gewünscht sein. Stellt man sich die Kalkulation aber im Rahmen einer standardisierten Stammdatenkalkulation wie z.B. im Straßenbau vor, so könnte die Kalkulationssoftware zunächst aufgrund der hinterlegten Daten das Risiko automatisch für jede Position mitkalkulieren. Die standardisierte Risikoberechnung könnte dann als Ausgangspunkt für die kritische Diskussion, Anpassung und Steuerung der Projektrisiken dienen.

¹⁹⁵ vgl. Gleichung 114, Gleichung 115

Firma	Kalk.-Formblatt: Kostensteigerungen, Besondere Risiken	
Projekt-Nr. _____	Kalkulator _____	Datum _____
1 Kostensteigerungen während der Bauzeit		
(soweit nicht über vertragliche Gleitklausel abgedeckt)		€
a) Selbstbeteiligung bei Gleitklauseln (wenn lt. Bauvertrag vorgesehen):		
a1) Lohngleitklausel _____		
a2) Materialgleitklausel _____		
b) Ansatz für Kostensteigerungen (nicht durch Gleitklauseln erfaßte Aufwendungen)		
b1) Lohnkosten		
b2) Hauptmaterialien		
Stahl		
Zement		
Beton		
Holz		
Ölprodukte		
Energie		
Frachten		
NE-Metalle		
c) Anteil allgem. Geschäftskosten f. infolge v. Gleitklauseln erstat. Materialmehrkosten		

Summe 1		
2 Besondere Risiken - Zusammenfassung (soweit lt. Vertrag Risiko des AN)		
	ggf. Korr.	VaR₉₀*
1 politische Risiken	n.b.	-
2 Finanzierungsrisiken	n.b.	0,3%
3 Rechtsstreitigkeiten	n.b.	1,1%
4 Risiken des Entwurfs- und der Planung	n.b.	1,0%
5 Genehmigungsrisiken	n.b.	0,2%
6 Ausschreibungsrisiken	n.b.	4,6%
7 allgemeine Risiken der Angebotsbearbeitung und -abgabe	n.b.	n.b.
8 allgemeine Kalkulationsrisiken	n.b.	6,4%
9 Risiken im Zuge der Vergabeverhandlung	n.b.	2,1%
10 Risiken der Arbeitsvorbereitung	n.b.	0,7%
11 allgemeine Ausführungsrisiken	n.b.	12,3%
12 höhere Gewalt	n.b.	n.b.
13 Risiken der Abrechnung und Abnahme	n.b.	1,2%
Summe 2**		15%

* in Anlehnung an Piwodda 2003, S. 188 ff in % der Bausumme

** Berechnung des Gesamt-VaR₉₀: $VaR_G = \sqrt{\sum_{i=1}^n VaR_i^2}$ (hier ohne Korrelationen)

Tab. 20: Kalkulation besonderer Risiken in den Gemeinkosten

C.2.3 Auftragskalkulation und Risiko

Wurden in den Auftragsverhandlungen Vertragsklauseln zur Kompensation von Risiken abgesprochen bzw. andere Formen der Risikovermeidung und Risikoübernahme mit dem Auftraggeber gefunden, so könnte nach erneuter Risikorechnung auch ein Nachlass angeboten werden. Zu beachten ist aber, dass die von der Geschäftsleitung vorgegebene Risikoprämie als Kostenfaktor zu behandeln ist und daher im Rahmen von Nachlässen nicht zur Diskussion steht.

C.3 Arbeitskalkulation

In der Arbeitskalkulation werden die endgültigen Bauverfahren festgelegt, es wird mit Baustoffvergabepreisen gearbeitet und verhandelt, ob die Arbeiten in Eigenleistung oder als Fremdleistungen vergeben werden sollen. In beiden Einkaufsentscheidungen (Baustoff- und NU- Vergabe) werden neben dem Vergabepreis auch Risiken des Unternehmens auf den Lieferanten und Nachunternehmer überwält. Gleichzeitig treten aber auch neue Risiken für das Unternehmen auf. Der Vergabepreis ist also unter Berücksichtigung der veränderten Risikokosten zu bestimmen.

Beispiel: Abdichtung eines Kellergeschosses gegen drückendes Wasser

	Eigenleistung	Vergabe
Leistungsumfang	110 T€	121 T€
Nacharbeits- und Fehlerbeseitigungsrisiko	20 T€ (VaR ₉₀)	
= Eigenkalkulation	130 T€	
+ zusätzliche Risiken (Konkurs)	-	5 T€ (VaR ₉₀)
= Kosten	130 T€	126 T€

Tab. 21: Beispiel: Abdichtung eines Kellergeschosses gegen drückendes Wasser

Bei der Nachunternehmervergabe sollten aber nicht nur Überlegungen zu den Veränderungen einzelner Risikofaktoren, sondern auch zu den Auswirkungen auf die eigene (Projekt-) Risikosituation angestellt werden, sprich: Wie verändert sich die Gesamtrisikosituation des Projektes, wenn Teilleistungen vergeben werden? Anhand des folgenden Beispiels kann gezeigt wer-

den, dass die Entscheidung zur Vergabe einer Teilleistung nicht immer zu einer spürbaren Verbesserung der Gesamtrisikosituation führt.

Beispiel: Vergabe von Teilleistungen

Hinsichtlich des Risikos könnte sich ein Tiefbauprojekt wie folgt darstellen: Die Soll-Kosten (Mittelwert) betragen 690 T€. Es ergibt sich ein Gesamt-Value-at-Risk (90%) in Höhe von 68 T€.

Tab. 22 zeigt die mittleren Kosten der einzelnen Titel und die zugehörigen Risikowerte (VaR_{90}). Das Gesamtrisiko lässt sich bei Annahme von Normalverteilungen und Vernachlässigung der Korrelationen vereinfacht mit Gleichung 116 berechnen.

$$VaR_G = \sqrt{\sum_{i=1}^n VaR_i^2}$$

Gleichung 116

Kostengruppe	Mittelwert [T€] μ	VaR₉₀ [T€]
Kanalbau	230,0	55,1
Rohrleitungsbau	144,0	23,5
Pflasterarbeiten	173,1	28,2
Straßenbau	143,1	15,0
gesamt	690,2	67,9

Tab. 22: Kostengruppen mit Kosten- und Risikowert

Welche Leistungsbereiche sollten sinnvollerweise an Nachunternehmer vergeben werden?

Es werden diejenigen Teilleistungen zum Verbleib im eigenen Verantwortungsbereich bevorzugt, die ein geringes Risiko aufweisen, bzw. bei denen das identifizierte Risiko handhabbar erscheint.

Zu berücksichtigen ist dabei, dass der Nachunternehmer einen Risiko- und Gewinnaufschlag zur eigenen Absicherung berechnen wird. Somit wird sich das Risiko zwar auf den Nachunternehmer verlagern, der (mittlere) Kostenansatz sich aber, zumindest in Hochkonjunkturphasen, erhöhen.

Der Nachunternehmer kann

- *die Risiken trotz angemessenem Aufwand bei der Informationsbeschaffung und Kalkulation übersehen (hidden information). Damit erhält der Auftraggeber eine Opportunitätsprämie*
- *durch größeres Know-how, technische Ausweitung, Planungskompetenz etc. die mittleren Kosten, aber auch die Streuung reduzieren*
- *durch viele Aufträge im gleichen Bereich die Streuung vermindern und/oder*
- *Planungsvarianten (Sondervorschläge) erkennen, die Kosten und Risiken absenken*

Für den Auftraggeber schlagen sich diese internen Vorgänge der anbietenden Unternehmen in Form eines Fixpreises nieder, der sich aus den (möglicherweise reduzierten) mittleren Kosten und einem Zuschlag zur Absicherung gegen die verbleibende Risikosumme zusammensetzt.

Um zu entscheiden, ob ein Risikobereich vergeben oder in der eigenen Hand verbleiben sollte, können alternativ Eigenversicherungsstrategien mit den vorhandenen Risiken geprüft werden. Fällt dann ein Angebot eines Nachunternehmers günstiger aus, spricht dies für die Vergabe. Die Gewinnchancen aus den möglichen positiven Kostenabweichungen unterhalb des Vergabewertes gehen dann jedoch verloren.

Das Potential, mit dem ein Nachunternehmer unterhalb der errechneten Kosten (mittlere Kosten + VaR) anbieten kann, bestimmt sich zum Einen durch seine erhöhte Fachkenntnis und Planungskompetenz, wodurch er in der Lage ist, Streuungen und Mittelwerte zu reduzieren, zum Anderen durch die Möglichkeiten der Risikodiversifikation im Kollektiv seiner Aufträge.

Eine den Versicherungen vergleichbare Position können Fachunternehmen übernehmen, die eine große Zahl an ähnlichen Projekten je Periode abwickeln. Die Diversifikation ist beträchtlich.¹⁹⁶ Daher kann die Nachunternehmervergabe durchaus zur Risikoreduzierung genutzt werden.

¹⁹⁶ vgl. Abschnitt B.3, Tab. 8, S. 109

Berechnung:

Als Beispiel werden die Straßenbauarbeiten besprochen. Es kann angenommen werden, dass ein Fachunternehmen durch Planungskompetenz und interne Möglichkeiten zur Risikostreuung einen Festpreis in Höhe der mittleren Kosten bei Eigenleistung anbieten kann. Sie liegen gemäß Tab. 22 bei 143,1 T€. Der VaR dieser Kostengruppe wird durch die Festpreisvergabe so dann für den Auftraggeber zu Null. Ggf. müssen nun noch Schnittstellenrisiken berücksichtigt werden, die hier aber zur Vereinfachung vernachlässigt werden.¹⁹⁷

Gemäß Gleichung 116 ergibt sich so ein Gesamt-VaR von 66,2 T€. Bei Eigenleistung waren es 67,7 T€. Der Risikowert reduziert sich durch die Vergabe also nur um 1,7 T€, wobei die Schnittstellenrisiken sogar vernachlässigt wurden.

Trotz Vergabe ist die Risikoreduktion also zu gering, um eine spürbare Reduktion des Gesamt-VaR-Wertes zu bewirken.

Werden dem entgegen zwei Fälle (Straßenbau + Pflasterarbeiten) vergeben, zeigt sich eine verbesserte Risikosituation. Mit einem Value-at-Risk von nunmehr 59,2 T€ hat sich die Risikosumme um 8,7 T€ reduziert.

Damit kann gezeigt werden, dass eine Nachunternehmervergabe nicht in jedem Fall zu einer verbesserten Risikosituation führt. Bei voreiliger Vergabe von unwesentlichen Leistungsbereichen ist sogar eine Risikoerhöhung durch die dadurch entstehenden Schnittstellenrisiken möglich.

Vor der Vergabeentscheidung sollte daher eine Risikoanalyse durchgeführt werden.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse noch einmal zusammengefasst.

¹⁹⁷ vgl. Schriek, 2002, Buysch 2000

	Eigenleistung [T€]	Vergabe Straßenbau [T€]	Vergabe Straßenbau + Pflasterarb. [T€]
Kanalbau	55,1	55,1	55,1
Rohrleistungsbau	23,5	23,5	23,5
Pflasterarbeiten	28,2	28,2	0
Straßenbau	15,0	0	0
Gesamt	67,9	66,2	59,2

Tab. 23: Zusammenfassung der Risikowerte bei Vergabe risikoreicher Teilleistungen

Ebenso sollte mit Verfahrens- und Konstruktionsentscheidungen umgegangen werden.

Ausgewählte Bauverfahren oder Konstruktionsvarianten können kostengünstiger sein aber höhere Risiken bergen.

Beispiel zu Konstruktionsalternativen

Für eine Geschossdecke mit den Abmessungen 9,6 m zu 11,20 m, die als kreuzweise gespannte Decke, als Haupt-/ Nebenträgerdecke und als TT-Deckentragwerk konstruiert werden kann, wie in Bild 37 dargestellt, wird eine Risikobetrachtung durchgeführt. Die Kostenschätzung der Decke ohne nähere Spezifikation des Tragsystems lag bei 160 €/m² und einem VaR₉₀ von 25,6%.

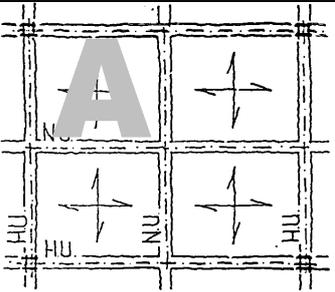
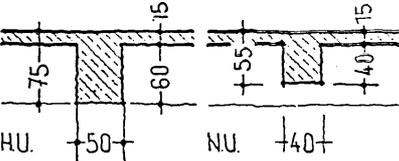
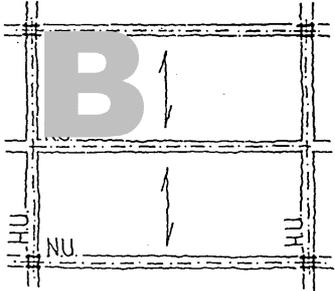
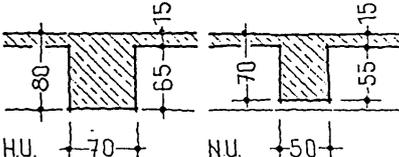
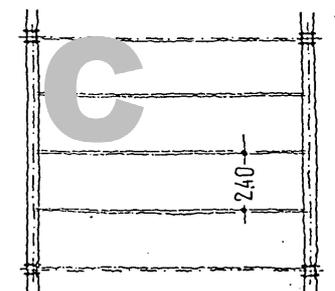
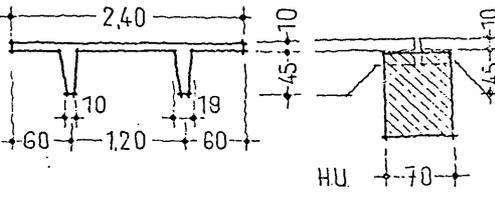
Deckentyp			Dimension			$\mu_{D,i}$ [€/ m ²]	VaR ₉₀ [%]
						151,-	25,6%
<p>4</p> <p>BETON: 0,239 M³/M²</p> <p>BEWEHRUNG: 44,2 KG/M²</p>							
						148,-	12,8%
<p>5</p> <p>BETON: 0,245 M³/M²</p> <p>BEWEHRUNG: 39,3 KG/M²</p>							
						147,-	23,1%
<p>6</p> <p>BETON: 0,218 M³/M²</p> <p>BEWEHRUNG: 37,6 KG/M²</p>							
HOAI Phase II			HOAI Phase IV			Σ	VaR₉₀
Bauteil	μ_{GD}/m^2	VaR₉₀	Bauteil	$\mu_{D,i}/m^2$	VaR₉₀	€/m²	€/m²
Geschoß- decke	160,-	25,6%	Decke A	151,-	25,6%	189,7	38,7
			Decke B	148,-	12,8%	166,9	18,9
			Decke C	147,-	23,1%	181,0	34,0

Bild 37: Tragwerksalternativen eines Kaufhauses mit 10.000 m²

Die Planung hat zwei preiswertere Alternativen inkl. der Risikokosten geliefert. Am wirtschaftlichsten ist die Haupt-/ Nebenbalkendecke (Variante B), weil sie trotz höheren Kostenmittelwertes ein geringeres Risiko birgt.

Ein weiteres Beispiel in diesem Umfeld wäre die Untersuchung von Gleit- und Kletterschalung als Bauverfahrensvarianten.

Die Arbeitsvorbereitung beschäftigt sich so im Rahmen der Arbeitskalkulation mit den Kosten und den Kostenrisiken. Durch die hier ausgeführten Überlegungen ist die Arbeitskalkulation um die Risikobetrachtung ergänzt worden.

C.4 Controlling

Die Risikokennzahl VaR muss Teil des Controllingsystems werden. Sie muss stufenweise und zwar

- in der Akquisition und Angebotsphase
- in der Arbeitsvorbereitung und Arbeitskalkulation und
- in der Bauausführung

eingesetzt werden, wie die Abschnitte C.2 und C.3 zeigen.

Risiko- Soll-/Ist- Vergleich und Hochrechnung

Da das zulässige Risiko je Projekt (VaR) aus dem Unternehmensrisiko entwickelt wird (vgl. Abschnitt A.1), ist ein Soll-/Ist-Vergleich – ggf. monatlich oder quartalsweise – nur für das Gesamtunternehmen durchführbar. Am Jahresende zeigt sich dann endgültig, ob man erfolgreich war und mit den tatsächlichen Schäden den abgesicherten, erwarteten Gesamtschaden unterschritten hat. Auf dieser Grundlage ist dann eine Prognose für das kommende Geschäftsjahr möglich.

Problematisch bleibt am Jahresende die Bewertung der unfertigen Bauwerke. Hier müssen Vorgehensweisen und Berechnungsansätze entwickelt werden, die bei der Bewertung des zu erwartenden Schadens helfen. Dazu stehen z.B. autoregressive Verfahren zur Verfügung, mit denen das verbleibende Baustellenrisiko anhand typischer, historischer Risikoverläufe prognostiziert werden könnte. Darauf wird hier aber nicht näher eingegangen und auf weiterführende Quellen verwiesen.¹⁹⁸ Eine ausführliche Darstellung dieser Problematik würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen.

¹⁹⁸ zur Vorgehensweise vgl. z.B. Heß

Wie aber werden die Risiken richtig erfasst und für die Angebotsbearbeitung aufbereitet?

Wie die heutige Baupraxis zeigt, herrscht Unklarheit über die Risikobewertung. Man versucht Risiken aus der „Erfahrung“ der leitenden Mitarbeiter abzuleiten („Montagsrunde“).¹⁹⁹ Aus risikotheorischer Sicht sind solche Erfahrungen aber eher subjektiv, da viele persönliche Einflüsse und spezielle Erlebnisse bei der Bewertung eine Rolle spielen können.

Eine Objektivierung der Risikobestimmung ist also notwendig. Dies kann erreicht werden, indem kontinuierlich Schadensereignisse aber auch Gewinne der Projekte, die auf Risiken (bzw. entsprechende Chancen) zurückzuführen sind, festgehalten werden.

Aus den gesammelten Schadensereignissen lassen sich statistische Parameter für die Risikofunktionen der Risk-Map bestimmen. So kann der spezifischen Erfahrung qualifizierter Mitarbeiter ein objektiviertes Bewertungsverfahren beigelegt werden.

Bei der Ergebnisrechnung muss der kalkulierte Risikozuschlag besonders beachtet werden. Er muss in Höhe des Vorgabewertes vom Ergebnis subtrahiert und als Rückstellung für den Risikoausgleich im Projektkollektiv abgeführt werden.

Die Veränderung des Deckungsbeitrags kann dann mit Bezug auf die zuständige Organisationseinheit erfasst und bewertet werden. Die konkrete Schadenshöhe aus Risiken je Projekt ist davon zu trennen, weil zufällige Schäden (aus nicht steuerbaren Risiken) nicht projektspezifisch eintreten oder ausbleiben. Somit würden sie unzutreffend einer bzw. der falschen Organisationseinheit zugeschrieben, sich aber über das Baustellenkollektiv diversifizieren und über den Risikozuschlag, der in jede Objektkalkulation einfließt, abgesichert werden. Daher dürfen Überdeckungen der Schäden durch den Risikozuschlag nicht in das Ergebnis einfließen, sondern sie müssen als Rückstellung abgeführt werden. Erst am Jahresende kann über das Kollektiv der eingetretenen Schäden eine Anpassung für das kommende Jahr erfolgen.

¹⁹⁹ vgl. Abschnitt A.4 Unternehmensorganisation, S.95 ff

Beispiel: Soll-/Ist-Vergleich

Text	Soll	Ist
Herstellkosten	198,5 T€	205,0 T€
=> Schäden aus		
- Vertragsform		2,0 T€
- Bauherrentyp		-2,5 T€
- Kalkulationsfehlern		-15,0 T€
- der Planung und Arbeitsvorbereitung		5,0 T€
- Baustellenabwicklung		- 10,0 T€
- Einkauf, Beschaffung		15,0 T€
- Abrechnung		0,5 T€
AGK	25,2 T€	25,2 T€
Risikoprämie (Abschnitt A.3.2, S.90)	3,8 T€	3,8 T€
Gewinn (9%, Abschnitt A.3.3, S.94)	22,5 T€	21,0 T€
Σ	250,0 T€	250,0 T€
Nachtrag:		10,0 T€
- Kosten		8,5 T€
- Gewinn		1,50 T€
Σ Kosten	227,5 T€	237,5 T€
Σ Gewinn	22,5 T€	22,5 T€
Summe	250,00 T€	260,00 T€

Tab. 24: Risikoerfassung und Soll-/Ist-Vergleich für ein fiktives Projekt mit Pauschalvertrag

Beispiel: Ergebnisrechnung

Bauleistungen	250,0 T€	
Nachtragsarbeiten	10,0 T€	
Gesamtleistung		260,0 T€
Herstellkosten	208,5 T€	
AGK	25,2 T€	
Gesamtkosten		233,7 T€
Gesamtergebnis der Baustelle		26,3 T€
Rückstellung zur Risikosicherung		3,8 T€

Tab. 25: Ergebnisrechnung für ein fiktives Projekt

Aufbereitung des Zahlenmaterials für die Risk-Map

Die Risikoerfassung wird nach jedem Projekt im Rahmen der Ergebnisrechnung bzw. eines Soll-/Ist-Vergleichs durchgeführt, und die Schäden aus den einzelnen Risikopositionen werden in einer Datenbank abgelegt. Daran schließt sich eine Berechnung an, die die Schäden in statistische Parameter (Mittelwert und Standardabweichung) für die Risk-Map überführt – vgl. Bild 38.

Id	Projektbez.	Datum	Bausumme (Planung)	Vertrag	Bauherr	Kalkulation	Planung und Arbeitsvorbereitung	Baustellenabwicklung	Einkauf, Beschaffung	Abrechnung
1	Wohnhaus	10.08.03	250,00	2,00	-2,50	-15,00	5,00	-10,00	15,00	0,50
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...
Mittel (abs.)	-	-	250,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Std.-Abw. (abs.)	-	-	0,00	2,13	5,00	12,50	9,50	22,25	0,25	6,25
in % d. Bausumme	-	-	100,0%	0,9%	2,0%	5,0%	3,8%	8,9%	0,1%	2,5%

Bild 38: Datenbank mit stat. Auswertung der Schäden

Stellt man bei der Auswertung fest, dass die Mittelwerte nicht gleich Null sind, wurden kalkulierbare Kosten bei der Berechnung der Bausumme durchgängig nicht oder zu viel berücksichtigt. Mittelwerte größer oder kleiner Null sind auf Kosten/Gewinne zurückzuführen, die direkt in die Kalkulation einfließen müssen. Das Risiko selbst zeichnet sich durch den Mittelwert 0

und zufällige bzw. nicht-kalkulierbare Schwankungen nach oben oder unten aus.

Möglicherweise kann man verschiedenen Ursachen, wie z.B. dem Bauherrentyp und dem Vertragstyp, nicht ohne Weiteres bestimmte Schäden zuordnen, oder es werden bei der Nachkalkulation Abweichungen von den in der Auftragskalkulation ermittelten Kosten festgestellt, deren Ursache aber nicht ergründet werden kann.

In solchen Fällen sollten diese Abweichungen und die zugehörigen Kostenstellen in einer Datenbank dokumentiert werden. Zusätzlich werden typische Eigenschaften des Projektes, wie Bauherrentyp, Vertragsart, Region o.ä. gespeichert. Anhand dieser Daten kann man dann mit Hilfe von Regressions- und/oder Clusteranalysen eine Zuordnung des Risikos erreichen. Praktisch kann man so aus bestimmten Projektrandbedingungen, denen i.d.R. keine direkten Kosten zugeordnet werden können, Risikoeinflüsse herleiten. Darauf wird hier aber nicht näher eingegangen und auf den Anhang bzw. auf weiterführende Quellen verwiesen.²⁰⁰

²⁰⁰ vgl. z.B. Achenbach 2002

D. Zusammenfassung

Die quantitative Risikosteuerung ist im Versicherungs- und Bankgewerbe schon länger handlungsleitende Praxis. Dort wird der VaR ebenfalls als Messgröße benutzt. Die Bauwirtschaft steht inzwischen bei sehr geringen Gewinnspannen vor erheblichen Projektrisiken, wobei eine Steuerung z.Zt. erst nach Auftragsvergabe möglich ist.

Es fehlt dem Controllingsystem der Bauunternehmung eine zentrale Führungskennzahl, durch die sich Risiken steuern lassen.

Der Value-at-Risk, verknüpft mit dem hier gezeigten Risikomodell, kann diese Lücke füllen. Durch die vorhandene Durchgängigkeit lässt sich das Risiko, welches originär im operativen Bereich entsteht, bis zur obersten Ebene der Unternehmensrechnung verfolgen und anhand einer praktischen, in Geldeinheiten messbaren Größe (VaR) darstellen. Somit ist es der Geschäftsleitung möglich, das Risiko zu überwachen, steuernd auf das Risikogeschehen des Unternehmens einzuwirken und risikogestaltende Maßnahmen zu ergreifen.

Damit kann ebenfalls der Erfahrung leitender Mitarbeiter bei der Risikoeinschätzung und Handhabung ein objektiviertes Instrument hinzugefügt werden.

Das Vorgehen ist pragmatisch belegt, fordert allerdings betriebsspezifisches Eindenken, Sammeln von Erfahrungen und konsequentes Umsetzen.

Teil III:

Vergabeentscheidung und Wirtschaftlichkeitsberechnung von PPP/PFI-Projekten in der Bauwirtschaft²⁰¹

Bei den PPP /PFI- Projekten prüft die öffentliche Hand die Kosten des Eigenbaus der Verwaltung gegenüber den Leasingangeboten des privatwirtschaftlichen Betreibers. Die Kosten für die Risiken sind in den PPP-Wirtschaftlichkeitsvergleich systematisch einzubinden. Für solch eine PSC – Berechnung werden die Risiken anhand von zwei Handlungsvarianten mit der DCF- Methode und dem VaR- Ansatz berechnet und wirtschaftliche Konsequenzen der einzelnen PPP- Parteien sowie die Renditeerwartung aufgezeigt.

Die Bauindustrie fordert seit Jahren vom öffentlichen AG, die in anderen Ländern, besonders in Großbritannien, genutzten PPP- und PFI - Projekte für öffentliche Bau- und Infrastrukturprojekte anzuwenden, um den Investitionsstau aufzuheben. PFI- Projekte (PFI = Private Financed Investitions) realisieren Investitionen der öffentlichen Hand mit Hilfe der privaten Wirtschaft. Dagegen steht PPP für Public Private Partnership und bedeutet eine Kooperation der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft bei der Planung, der Erstellung, der Finanzierung, dem Betreiben und ggf. der Verwaltung von bisher öffentlich erbrachten Leistungen. Ein wichtiger Schwerpunkt wird bei den PPP-Modellen auf die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus gesetzt. Am 14.10.2003 hat nun das BMVBW – Bundesminister Stolpe – einen von Experten erstellten Leitfaden für PPP- Projekte der Fachöffentlichkeit vorgestellt, der etwa die Funktion eines Vergabehandbuchs für diesen Projekttyp darstellt.²⁰²

Die Präsentation des Leitfadens soll den breiten und regulären Einstieg in diese Vergabeform einläuten.

²⁰¹ vgl. Meinen 2004 (b)

²⁰² BMBV (a) 2003

Auf Basis des wirtschaftlichen Leasingangebotes wird die Vergabeentscheidung der anbietenden Unternehmen im Vergleich mit den Kosten des Eigenbaus der Bauverwaltung getroffen. Ist der Eigenbau wirtschaftlicher, so wird konventionell von der Bauverwaltung geplant, gewerkeweise vergeben, gebaut und betrieben.

Das Rechenverfahren bei der Erarbeitung eines „Leasingangebotes“ für den Eigenbau der Verwaltung ist dem Vorgehen bei englischen PPP-Projekten²⁰³ entlehnt und nennt sich Public Sector Comparator (PSC). Diese Benchmark wird im Leitfaden²⁰⁴ durch Berechnung und Erarbeitung von 14 Einzelschritten vorgegeben. Der PSC als Benchmark stellt den zentralen Maßstab zur Wirtschaftlichkeitsbewertung alternativer PPP- Realisierungskonzepte dar.

Die öffentliche Hand muss damit prüfen, ob die Umsetzung der ihr anvertrauten Maßnahme auf Grundlage einer öffentlich- privaten Partnerschaft die wirtschaftlichere Option darstellt oder nicht.

Neben sämtlichen entscheidungsrelevanten quantitativen Aspekten sind auch unmittelbar auftragsbezogene qualitative Zusammenhänge mit dem PPP - Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen. Die Analyse der quantitativen Aspekte erfolgt regelmäßig auf Basis der Kapitalwertmethode (Discounted Cashflow –Methode bzw. in der Kurzform DCF- Methode). Qualitative Sachverhalte sind im Rahmen der Nutzwertanalyse zu erfassen und zu bewerten. Für die abschließende Entscheidungsfindung sind die Ergebnisse der Kapitalwertmethode und der Nutzwertanalyse zusammenzuführen und auszuwerten.²⁰⁵

²⁰³ BMBV (b) 2003, S. 21

²⁰⁴ BMBV (c) 2003, S. 11

²⁰⁵ BMBV (a) 2003

A. Wirtschaftlichkeitsberechnung und Discounted Cashflow

A.1 Einflüsse bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung

A.1.1 Zinsvorgaben

Für die Vergleichsberechnung zwischen Eigenbau und PPP- Angebot sind Zinssatzvorgaben erforderlich, die sich aus verschiedenen Faktoren, insbesondere aber aus dem Nominalzins und verschiedenen Zinszuschlägen zusammensetzen. Im Leitfaden ist dazu ein Vorgehen vorgegeben. Die Zinsermittlung soll kritisch diskutiert werden.

Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich ist der Zinssatz von immenser Bedeutung, weil Abweichungen von 3% über eine Laufzeit von 20 Jahren bei negativem cashflow zu erheblich unterschiedlichen Bewertungen führen. Bei ausgeglichenem cashflow (gleichen Zahlungsmittel Zu- und Abflüssen innerhalb einer Periode), wie bei dem Betreiben von Immobilien, ist der Zinseinfluss von geringer Bedeutung.

A.1.2 Risikokosten

Ein wesentliches Element der Berechnung stellt die Berücksichtigung der Risiken dar, das gilt sowohl für die PSC- Berechnung der Verwaltung als auch für die Angebote der Unternehmen.²⁰⁶

Abweichend von dem ansonsten weitgehend dem englischen PSC- Verfahren entlehnten Vorgehen, wird die Integration der Risikoberechnung nicht dogmatisch vorgeschrieben, sondern es wird nur auf die Notwendigkeit der Risikoerfassung mit einer Risk- Map hingewiesen.²⁰⁷ Ein richtiger Schritt, da die Projektrisiken erheblich streuen und die Risikoökonomisierung von vielen Faktoren (Risikokollektiv, Versicherung, Überwälzung, etc.) abhängt. Vor ähnlichen Fragen stehen auch die Anbieter, wie der Vorstand der Züblin AG ausführt.²⁰⁸ Zur Berücksichtigung der Risikokosten bei der Anwendung der DCF- Methode und der Bestimmung des PSC werden Berechnungsverfahren vorgeschlagen.²⁰⁹

²⁰⁶ vgl. Nußbaumer 2003

²⁰⁷ vgl. Blecken 2003, PPPI NRW 2003

²⁰⁸ vgl. Nußbaumer 2003

²⁰⁹ vgl. BMBV (a) 2003

A.1.3 Zeitliche Abhängigkeit und Rentabilität

Die Problematik der DCF- Berechnung lässt sich anhand von zeitlichen Kostenverschiebungen, Aufgliederung in Teilprojekte, unterschiedlichen Produktlebensdauern und Vorgaben von Kostenobergrenzen aufzeigen, da diese zur Ergebnisveränderung führen.²¹⁰ Das wird an einem einfachen Beispiel dargelegt.

Außerdem stehen die Anbieter durch Übernahmen von Projektrisiken vor Finanzierungsproblemen.²¹¹ Sie müssen zeigen, dass sie die Risiken verstehen, bewerten und beherrschen können, um ggf. umfangreich auf Fremdfinanzierungsmittel zugreifen und sich im Rating qualitativ darstellen zu können.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Lösungen zu den o.g. Problemen aufgezeigt und folgende Punkte abgearbeitet:

- Darlegung der DCF- Methode und der zu Grunde zu legende Zins
- Anwendung der DCF- Methode ohne Risikoeinflüsse
- Integration der Risiken in die DCF- Methode
- Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätsüberlegungen der privaten Bieter

A.2 DCF – Methode und Zinssatz

A.2.1 Grundsätzliches zur DCF –Methode

Als geeignetes Verfahren für den Wirtschaftlichkeitsvergleich über n Jahre wird die Discounted Cashflow (DCF) - Methode angesehen, eine praxisübliche Methode der Kosten-/ Ertragsrechnung für langlebige Wirtschaftsgüter.²¹²

Die DCF - Methode bewertet die Ausgaben und Einnahmen über die Laufzeit des Projektes durch Ermittlung der jeweiligen Barwerte, diskontiert auf den Zeitpunkt der Investition. Vereinfacht ausgedrückt: Wie viel Geld muss ich heute anlegen (Investition), um bei festem Zinssatz über n Jahre eine Rendite von X € pro Jahr zu erhalten.

²¹⁰ vgl. Higgins 2001, Dixit 1995

²¹¹ vgl. Nußbaumer 2003

²¹² vgl. Higgins 2001, Olfert 2001, Schulte 2000, Maier 1999

Die DCF -Methode wurde und wird vor allem bei Firmenbewertungen angewandt. Sie wird ebenso als Bewertungsmethode für Immobilieninvestitionen (Real Estate) verwendet. Hierbei werden zukünftige cashflows (In- und Outflows, Ein- und Auszahlungen, Kosten und Leistung) auf den Bewertungszeitpunkt abgezinst und ergeben dabei in Verbindung mit der Renditeerwartung den Kapitalwert des Projektes.

Je nach Zinssatz und Zeitdauer werden die cashflows mit einem Abschlag (Diskontierungsfaktor) versehen. Der Diskontierungszinssatz hat die Aufgabe, die Vergleichbarkeit der cashflows der konventionellen und der PPP – Beschaffungsalternative herzustellen.²¹³ Die Wahl des Diskontierungszinssatzes kann durch die Anwendung der Zinsstrukturkurve oder durch einen durchschnittlichen Zinssatz erfolgen. Der Zinssatz für die Abzinsung richtet sich nach den Kapitalkosten des Investors. Als Diskontierungsfaktor wird normalerweise die „risk free rate of return“ verwendet, also die Geldmarktverzinsung. Ein weiterer möglicher Zins ist der einer 10-jährigen Staatsanleihe. Aufgrund der Zinsmethoden gibt es unterschiedliche Formeln für den Diskontierungszinssatz. Ich gehe im Weiteren von einer linearen Verzinsung aus, womit sich der Diskontfaktor wie folgt ergibt:

$$D = 1 / (1+i)^n \quad \text{Gleichung 117}$$

mit Diskontfaktor D

Zinssatz i

Jahreszahl n

Aussagekräftige Maßgrößen sind bei der DCF - Methode der NPV und der IRR²¹⁴, die sich wie folgt definieren:

NPV steht für Net Present Value und ist der Kapitalwert des Projektes auf den heutigen Zeitpunkt bezogen. Der NPV lässt sich nach folgender Gleichung berechnen:

$$\text{NPV} = \text{Present value of cash inflow} - \text{Present value of cash outflow} \quad \text{Gleichung 118}$$

²¹³ vgl. BMBV (a) 2003

²¹⁴ vgl. Higgins 2001

Gleichung 118 zeigt, dass die Ein- und Auszahlungen (In- und Outflows) auch auf den gegenwärtigen Zeitpunkt bezogen (diskontiert) werden. Das heißt konkret, dass die In- und Outflows mit dem Diskontfaktor nach Gleichung 117 multipliziert werden.

IRR steht für Internal Rate of Return (Interner Zinsfuß), gemeint ist der Diskontierungszinssatz, bei dem der NPV einer Investition gleich Null wird. Gleichzeitig spiegelt die IRR die Renditeerwartung einer Investition wieder. Sie wird durch Iteration bestimmt.

Die DCF- Methode wird ab Abschnitt A.3 am Beispiel eines bestehenden Schulgebäudes diskutiert, das vom PPP- Anbieter über einen Zeitraum von 10 Jahren betrieben und instandgehalten werden soll.

A.2.2 Zinssatz

Der Zinssatz (K_Z) für eine Projekt- oder Unternehmensanleihe wird aus verschiedenen Differenzbetrachtungen (Spreads) abgeleitet und errechnet sich dann, vereinfacht dargestellt, aus:²¹⁵

$$K_Z = K_{RF} + K_{ZiLa} + K_{ZuLi} + K_{Lä} \quad \text{Gleichung 119}$$

mit

K_{RF} als risikofreier Zinssatz

K_{ZiLa} als Zuschlag für Zinsänderung über die Laufzeit

K_{ZuLi} als Zuschlag für Liquidierungskosten in Bargeld

$K_{Lä}$ als Länderrisikozinszuschlag

Auf der Basis der Bundesschatzbriefe wird der risikofreie Zinsanteil mit aktuellem variablen Zins ermittelt. Der Teil aus der Zinsänderung über die Laufzeit wird aus der Zinsstrukturkurve, die aus den Daten der Börse Stuttgart gefertigt wurde, ermittelt und der Zuschlag für die Liquidierungskosten könnte über Vergleiche von offenen Immobilienfonds ermittelt werden.

²¹⁵ Brigham 2001

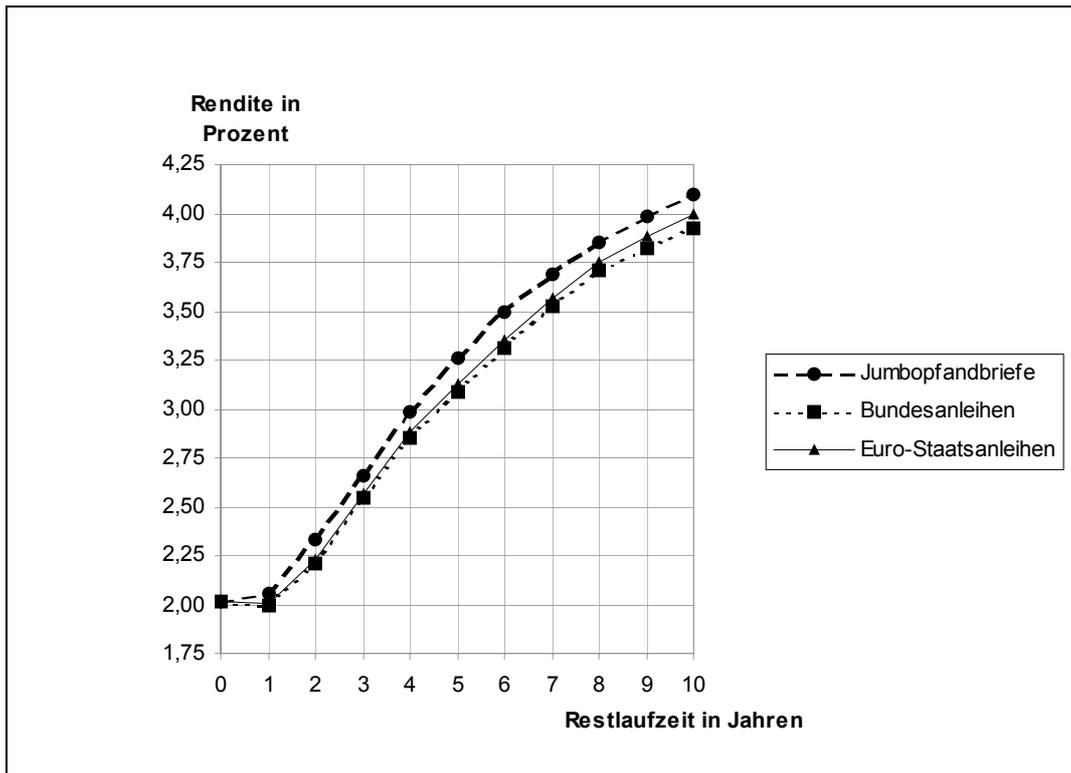


Bild 39: Zinsstrukturkurve

Die Ermittlung der Zinszuschläge für die Laufzeit kann man vermeiden, wenn man vergleichbare Laufzeiten in der Staatsanleihe hat (z.B. Bundesschatzbriefe über max. 10 Jahre). Der Bundesfinanzminister hat inzwischen festgelegt, dass der Eigenbau mit der Zinsrate der 10-jährigen Bundesanleihe bei dem Vergleich Eigenbau zu Leasingangebot gerechnet wird. Daraus ergibt sich bei ausgeprägtem negativen cashflow ein erkennbarer Vorteil für den Eigenbau.

Einige Länder, wie z.B. Hessen, haben nach Standard & Poor's kein AAA - Rating mehr, sondern nur noch AA. Damit ist dann ein höherer Zins bzw. ein Länderrisikozinszuschlag von 0,1 bis 0,2% erforderlich.

Aus der Zinsstrukturkurve wird der K_{RF} und K_{ZILG} mit 4,25 % ermittelt, K_{ZULi} wird mit 0,55 % angenommen und $K_{Lä}$ beträgt 0,2 %. Somit ergibt sich ein Zinssatz K_Z von 5%. Die Inflation wird im Rahmen dieses Beispiels vernachlässigt.

A.3 Anwendung der DCF- Methode ohne Risikoeinflüsse: Beispiel Schulgebäude

A.3.1 Situation und Annahme der Eingangsgrößen

Die öffentliche Hand hat ein bestehendes Schulgebäude über einen Zeitraum von 10 Jahren instand zu halten und zu betreiben. Sie überlegt, dieses Schulgebäude an einen PPP-Anbieter zu vergeben. Im folgenden Beispiel sind folgende Annahmen getroffen worden:

- Die Betriebskosten betragen pro Jahr 33,- €/ m² NF.
- Alle 5 Jahre werden Malerarbeiten von 28,- €/ m² NF durchzuführen sein.
- Die laufenden Instandsetzungsarbeiten betragen pro Jahr 20,- €/ m².
- Die Kosten für eine Asbestsanierung betragen 200€ / m² und das Asbestrisiko besteht mit einer Wahrscheinlichkeit von 5%.
- Weitere Risiken wurden zunächst nicht erkundet.
- Der Diskontierungszinssatz beträgt 5% und soll der Zinssatz von Bundesschatzbriefen mit einer Laufzeit von 10 Jahren sein. Das heißt, der Zinssatz ist risikofrei hinsichtlich des Projektrisikos, besteht allerdings aus dem Zinssatzanteil gemäß Gleichung 119.
- Variante A:
Eine Dacherneuerung kostet 100,-€/ m² NF und wird im 4. Jahr durchgeführt.
- Variante B:
Anstatt der Dacherneuerung wird eine Teilreparatur des Daches in Höhe von 8,-€/ m² NF im 4. Jahr ausgeführt und die endgültige Dacherneuerung in Höhe von 100,-€/ m² NF wird auf das 8. Jahr verschoben.

Die DCF- Methode – wie sie im PSC genutzt wird – soll am Beispiel dargelegt werden. Das im Berliner Gutachten für den PSC vorgesehene DCF- Verfahren hat dort seine Grenzen, wo zeitliche Kostenverschiebungen, unterschiedliche Produktlebensdauern etc. auftreten. Das soll an Hand einer Alternative im Beispiel gezeigt werden.

A.3.2 Variante A- Endgültige Dacherneuerung im vierten Jahr

Bei der Variante A kalkuliert der öffentliche Auftraggeber die anstehende Dacherneuerung für das vierte Jahr ein.

Mit den oben angegebenen Kosten für die Instandhaltung und für das Betreiben wird mit Hilfe der DCF -Methode das Leistungsentgelt (Leasingrate bzw. die Rate, die einem PPP – Anbieter gezahlt würde) iterativ bestimmt. Dieses Entgelt wird so ermittelt, dass es über die Projektlaufzeit konstant und der NPV gleich Null ist.

In der nachfolgenden Tab. 26 werden die Kosten und das Leistungsentgelt mit dem Diskontfaktor gemäß Gleichung 117 abgezinst und erhalten dann den Index DCF. Die Spalte DCF resultiert aus der Summe Leistungsentgelt_{DCF} minus Kosten_{DCF} und weist den diskontierten cashflow eines jeden Jahres aus. Die letzten beiden Spalten, DC – Inflow und DC- Outflow, werden zum besseren Verständnis noch einmal getrennt aufgeführt.

Projektjahr	Kosten- zu- sammen- stellung	Kosten	Leistungs- entgelt	Diskontfaktor	Kosten _{DCF}	Leistungs- entgelt _{DCF}	DCF	DC - Inflow	DC - Outflow
1	33+20	53,00	68,72	0,95	50,48	65,45	14,97	14,97	
2	33+20	53,00	68,72	0,91	48,07	62,33	14,26	14,26	
3	33+20	53,00	68,72	0,86	45,78	59,36	13,58	13,58	
4	33+20+100	153,00	68,72	0,82	125,87	56,54	-69,34		69,34
5	33+20+28	81,00	68,72	0,78	63,47	53,85	-9,62		9,62
6	33+20	53,00	68,72	0,75	39,55	51,28	11,73	11,73	
7	33+20	53,00	68,72	0,71	37,67	48,84	11,17	11,17	
8	33+20	53,00	68,72	0,68	35,87	46,51	10,64	10,64	
9	33+20	53,00	68,72	0,64	34,16	44,30	10,13	10,13	
10	33+20+28	81,00	68,72	0,61	49,73	42,19	-7,54		7,54
		686,00	687,22		530,65	530,65	0,00	86,49	86,49

Tab. 26: Schulgebäude mit Dachsanierung im 4. Jahr (Variante A)

Die Summe der diskontierten Kosten beträgt 530,65 €/ m² NF über 10 Jahre und die Summe des diskontierten Leistungsentgelts muss unter der Prämisse, dass der NPV gleich Null ist, ebenfalls 530,65 €/ m² NF über 10 Jahre betragen.

Die konstante Rate wird zu 68,72 €/ m² NF Jahr ermittelt.

Das bedeutet, dass die öffentliche Hand eine Kostensumme von 686 € nach 10 Jahren und bezogen auf den Entscheidungszeitpunkt von 530,65 € (Barwert) hat. Sie kann aber für eine Leasingrate von 68,72 €/ m² NF Jahr über 10 Jahre die Leistungen für das Schulgebäude an einen PPP-Anbieter vergeben. Die Leasingrate von 68,72 €/ m² NF ist, wie vorher beschrieben, so bestimmt worden, dass der NPV gleich Null ist und somit die IRR 5% beträgt. Das bedeutet, dass bei einer Abweichung des Leistungsentgeltes über oder unter 68,72 €/ m² NF die IRR nicht 5 % beträgt und dies sollte aus Sicht der öffentlichen Hand als Vergleichsmaßstab zum Privatanbieter gelten.

A.3.3 Variante B- Teilreparatur des Daches im vierten und endgültige Dacherneuerung im achten Jahr

Mit der Variante B lässt sich die PPP- Rate (Leistungsentgelt) senken und gleichzeitig die Lebensdauer des Daches über die 10 Jahre hinaus verlängern.

In Tab. 27 sind die Ergebnisse der zweiten Strategie (= Variante B) mit ihren cashflows dargestellt.

Projektjahr	Kosten- zu- sammen- stellung	Kosten	Leistungs- entgelt	Diskontfaktor	Kosten _{DCF}	Leistungs- entgelt _{DCF}	DCF	DC - Inflow	DC - Outflow
1	33+20	53,00	67,69	0,95	50,48	64,46	13,99	13,99	
2	33+20	53,00	67,69	0,91	48,07	61,39	13,32	13,32	
3	33+20	53,00	67,69	0,86	45,78	58,47	12,69	12,69	
4	33+20+8	61,00	67,69	0,82	50,18	55,68	5,50	5,50	
5	33+20+28	81,00	67,69	0,78	63,47	53,03	-10,43		10,43
6	33+20	53,00	67,69	0,75	39,55	50,51	10,96	10,96	
7	33+20	53,00	67,69	0,71	37,67	48,10	10,44	10,44	
8	33+20+100	153,00	67,69	0,68	103,56	45,81	-57,74		57,74
9	33+20	53,00	67,69	0,64	34,16	43,63	9,47	9,47	
10	33+20+28	81,00	67,69	0,61	49,73	41,55	-8,17		8,17
		694,00	676,85		522,65	522,65	0,00	76,35	76,35

Tab. 27: Schulgebäude mit Teilsanierung im 4. Jahr und endgültiger Erneuerung im achten Jahr (Variante B)

Obwohl die Kostensumme 694 € beträgt und somit höher ist als bei der Variante A (Dacherneuerung im vierten Jahr) sind bei näherer Betrachtung zum Zeitpunkt der Entscheidung die Kosten von 522,65 € niedriger (522,65 € zu 530,65 €) und die Rate von 68,72 €/m² NF Jahr sinkt auf 67,69 €/m² NF Jahr.

Hieraus wird deutlich, dass ein anderes Vorgehen (alternative Instandhaltungsoptionen, zeitliche Verschiebung) das Ergebnis verändert und somit auch die Entscheidung für die Variante beeinflusst.

Unbewertet bleibt dabei, dass die Reparaturverschiebung vom vierten in das achte Jahr einen höheren Restwert des Daches liefert.

Alternativ könnte man einen Restwert für die längere Lebensdauer des Daches bei einer Gesamtlebensdauer des Daches von 20 Jahren nach der Erneuerung berücksichtigen. Die Rate würde dann bei der Variante A von 68,72 €/m² NF auf 74,29 €/m² NF und bei der Variante B von 67,69 €/m² NF

auf 74,84 €/ m² NF steigen, wenn der öffentliche Auftraggeber den Restwert jeweils vergütet.

Im folgenden wird davon ausgegangen, dass die öffentliche Hand bei der Ausschreibung der Instandhaltungs- und Betreiberleistungen für das Schulgebäude nur eine Rate von 67,69 €/m² NF bezahlen möchte. Der Restwert bleibt also unberücksichtigt. Die Handlungsoptionen sind vom Anbieter zu erarbeiten.

B. Integration von Risiken in die DCF- Methode

Der Grundgedanke des Wirtschaftlichkeitsvergleiches zwischen Eigenbau der Verwaltung zum PPP- Angebot der Unternehmung ist, die Projektkosten zu vergleichen. Dazu zählt, wie in jeder Kalkulation auch, ein Risikozuschlag für alle Projektrisiken. Das wird so geschehen, dass die zugehörigen Projektrisiken ermittelt und versicherungsmathematisch zum Risikozuschlag verdichtet werden.

Da verschiedene Kosten mit unterschiedlichen Risiken über die Zeit anfallen, wird das Konzept in die DCF- Methode eingebaut. Bei jedem Einzelobjekt wird wie folgt vorgegangen:

- Ermittlung der Einzelrisiken nach Standard- Risk- Maps²¹⁶
- Ermittlung der Risikokorrelation der Kostenarten untereinander und Berechnung des VaR_i jeder Periode (Value-at-Risk (VaR) = Risikowert)
- Berechnung des Gesamt- VaR zur Bestimmung des Risikozuschlags unter Berücksichtigung von Zusammenhängen zwischen den aufeinander folgenden Perioden
- Bestimmung der Gesamtkosten unter Einbeziehung der Risiken
- Eine Extremschadensbetrachtung und ein Stresstest werden ansatzweise durchgeführt.

Wie oben gezeigt, kann sich die öffentliche Hand zwischen zwei Varianten der Bau- und Betriebsentwicklung entscheiden. Unter der risikolosen Betrachtungsweise wird man sich auf die Variante B festlegen und das Projekt zu einer Jahresrate (Leistungsentgelt) von 67,69 €/m² NF vergeben wollen. Zu berücksichtigen ist aber auch die Risikosituation, welche mit den möglichen Varianten einher geht. Erst nach einer Betrachtung unter Risikogesichtspunkten darf eine abschließende Entscheidung über die eine oder andere Option und über die zu akzeptierende Obergrenze für eine Rate gefällt werden. Dies wird nachfolgend anhand des Beispiels erläutert.

²¹⁶ vgl. Blecken 2003, Holst 2000

B.1 Risk- Map

Zur Identifikation und Berechnung des Risikos wird zunächst die sogenannte Risk- Map²¹⁷ zu Rate gezogen. Übersichtlich enthält sie alle relevanten Risiken der zu betrachtenden Projekt- und Organisationsform.

Aufgrund von Datensammlungen, die durch statistische Methoden ausgewertet wurden, lassen sich alle wichtigen Risikoparameter wie Eintrittswahrscheinlichkeit, Mittelwert und Varianz sowie der typische Risikowert (Value-at-Risk) jeder einzelnen Risikoposition schnell ablesen. – Tab. 28 –

Es wird davon ausgegangen, dass keine Preistrends wie Inflation oder andere Einflüsse vorliegen. Diese könnten durch Vertragsregeln oder durch Modellerweiterungen berücksichtigt werden.

1	2	3	4	5	6	7	8
Index	Risikobereich	Eintrittswahrscheinlichkeit	Mittel [€/ m ² NF]	Standardabweichung	Gesamt-Mittel [€/ m ² NF]	Gesamt-Abweichung	VaR ₉₀
1	Betriebskosten	100%	33,-	19%	33,-	19%	8,04
2	Malerarbeiten	100%	28,-	20%	28,-	20%	7,18
3	Instandsetzungsarbeiten	100%	20,-	20%	20,-	20%	5,13
4	Dacherneuerung	100%	100,-	0%	80,-	0%	0,00
5	Dach Teilreparatur	100%	8,-	20%	8,-	20%	2,05

Tab. 28: Auszug Risk- Map aus der systematischen Risikoübersicht über den Betrieb von Hochbauten (VaR₉₀)

Das Risikomanagement²¹⁸ zielt zunächst darauf hin, das Eintrittsrisiko auszuschließen oder zu bestätigen. Das könnte in diesem Fall durch Messungen und Erkundungen mit einem angemessenen Aufwand weitgehend gelingen.

²¹⁷ vgl. auch Blecken 2003

²¹⁸ vgl. Blecken 2003

Ähnliche Diskussionen werden zum Baugrundrisiko geführt.²¹⁹

Gelingt der Risikoausschluss nicht, so muss gefragt werden, wer das Risiko tragen soll. Die Standardformel lautet, dass derjenige es übernehmen soll, der es am besten beherrschen (vermeiden, verringern) oder versichern (Risikoportfolio) kann.

Der private Anbieter (Baufirma und Betreiber) könnte die Risiken besser als der Bauherr beherrschen, er müsste aber im Sinne des Versicherungsgedankens mehrere Schulen anbieten und betreiben, um bei der Aufstellung der Kosten des Angebotes „nur einen Versicherungszuschlag“ und nicht die vollen Kosten inkl. des Kostenstreuungsrisikos zu kalkulieren.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass keine Korrelationen von Risiken zwischen den einzelnen Projekten bestehen dürfen. Das wäre der Fall, wenn z.B. gleiche Bauweisen vorlägen.

Berechnungen zur Risikostreuung und Auftragskollektiven der Bauunternehmen finden sich in Teil II, Abschnitte B.3 und B.5.

Die Risikoquantifizierung stellt für die Bauherren und die Anbieter ein Frühwarnsystem dar, wirtschaftliche Verluste zu erkennen und zu vermeiden.

Die Risikokenngröße sollte deshalb leicht interpretierbar und kommunizierbar sein und möglichst in Geldeinheiten ausgedrückt werden, um gezielt auf drohende Vermögensverluste hinzuweisen.²²⁰

Sie sollten durchgängig mit den gleichen Methoden gemessen und durch das Projekt hindurch verfolgt werden können.

Die Risikoquantifizierung kann mit Hilfe des Value at Risk (VaR) erfolgen. Alternativ könnte man den CFaR (Cash- Flow- at- Risk) nutzen²²¹, da aber die Zahlungen des öffentlichen Auftraggebers sicher sind, ist nur das Risiko des Cash - Outflow zu berücksichtigen. Der Value-at-Risk ist als Risikowert zu verstehen, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (Konfidenzniveau p) nicht überschritten wird. Durch das Auflösen der Gleichung 120 kann der VaR- Wert berechnet werden:

²¹⁹ vgl. Raabe 2003

²²⁰ vgl. Holst 2000

²²¹ vgl. Diederichs 2003

$$p = \int_{-\infty}^{VaR(p)} f_N(x) dx \quad \text{Gleichung 120}$$

Dabei fließt das Konfidenzniveau p und die Dichtefunktion der Normalverteilung $f_N(x)$ mit in die VaR- Berechnung ein. Die Parameter Mittelwert μ und Standardabweichung σ gehen in die Gleichung 121 (Dichtefunktion der Normalverteilung) ein:

$$f_N(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad -\infty < x < +\infty \quad \text{Gleichung 121}$$

Bei der Kombination mehrerer Risiken ist auch die Integration von Korrelationen möglich.

Wenn zum Beispiel der Mittelwert der Betriebskosten mit $\mu = 33,- \text{ €/ m}^2 \text{ NF}$ pro Jahr und die entsprechende Standardabweichung von $\sigma = 19\%$ bekannt sind, kann der VaR hierfür ermittelt werden. Dabei werden Korrelationen z.B. bei den Maler- und Instandsetzungsarbeiten zur Vereinfachung vernachlässigt.

Ist die Risikogröße normalverteilt und wird ein Sicherheitsniveau (Konfidenzniveau p) von 85% bzw. 90% (VaR_{85} bzw. VaR_{90}) vorgegeben, so ergibt:

$$VaR_{90} = 8,04 \text{ €/ m}^2 \text{ NF} \text{ bzw.}$$

$$VaR_{85} = 6,49 \text{ €/ m}^2 \text{ NF}$$

als Kostenrisiko pro Jahr. Diese in Geldeinheiten ausgedrückte Größe (VaR) wird üblicherweise von Banken und Versicherungen genutzt, um Risiken ökonomisch darzustellen.

B.2 Korrelation der Kostenarten und Value- at- Risk je Periode

Wenn Korrelationen zwischen den einzelnen Risiken vorliegen, so müssen sie berücksichtigt werden, da sie das Gesamtrisiko erhöhen.

Zunächst sind dazu die Risikokorrelationen der Kostenarten zu einander zu ermitteln, um dann für jede Periode den VaR zu errechnen. Darauf aufbauend sind die Korrelationen der Risiken der Perioden untereinander und das Gesamtrisiko als VaR zu bestimmen.

Um solche Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen einzelnen Risikopositionen zu berücksichtigen, wird eine Matrix (KKM) erstellt, die diese Zusammenhänge anhand der entsprechenden Korrelationskoeffizienten darstellt. Sie sollten, ebenso wie die Streuungsmaße und Mittelwerte in Tab. 28, empirisch belegbar sein.

Wenn Kostenarten und Perioden miteinander korrelieren und eine Normalverteilung vorliegt, lassen sich die Risiken mit der Varianz- Kovarianz- Methode ermitteln.²²² Dies wird nachfolgend mit der Gleichung 122 durchgeführt.

$$VaR = \sqrt{V^T \times KKM \times V} \quad \text{Gleichung 122}$$

mit V = Vektor der zugehörigen Einzel- VaR- Werte

Kostenart	1	2	3	4	5
1	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,2	1,0	0,8	0,1	0,8
3	0,2	0,8	1,0	0,7	0,8
4	0,2	0,1	0,7	1,0	0,7
5	0,2	0,8	0,8	0,7	1,0

Tab. 29: Korrelationskoeffizientenmatrix (KKM), Korrelationskoeffizienten der Kostenarten untereinander

Berechnung des Risikos (VaR) je Periode:

Mit Bezug auf Tab. 26 und Tab. 27 werden nun Risikowerte (VaR) für jede Periode berechnet, wobei die indizierten Risiken der Risk- Map (vgl. Tab. 28) und die jeweils um die nicht relevanten Risikofaktoren reduzierte Korrelationskoeffizientenmatrix zugrundegelegt werden.

²²² vgl. Teil I, Abschnitt C.3.2, S. 47 ff

Variante A:

Perioden 1 bis 3 und 6 bis 9:

Hier sind die Risiken 1 (Betriebskosten) und 3 (Instandhaltungsarbeiten) mit der entsprechenden (reduzierten) Korrelationsmatrix ausschlaggebend – Tab. 30.

Index	1	3
1	1,0	0,2
3	0,2	1,0

Tab. 30: $KKM_{1-3,6-8,9}$

Mit dem Varianz- Kovarianz- Ansatz²²³ lässt sich dann die Risikosituation für die betreffenden Perioden berechnen:

V_A ist der Vektor, der die VaR- Werte des betrachteten Zeitraums enthält, siehe Tab. 28. Er lautet hier

$$V_{1-3,6-8,9} = \begin{pmatrix} 8,04 \\ 5,13 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VaR_1 \\ VaR_3 \end{pmatrix}. \quad \text{Gleichung 123}$$

So ergibt sich für das Gesamtrisiko der betrachteten Periode

$$VaR_{1-3,6-8,9} = \sqrt{V_{1-3,6-8,9}^T \times KKM_{1-3,6-8,9} \times V_{1-3,6-8,9}} = 10,36. \quad \text{Gleichung 124}$$

Für die anderen Perioden wird analog verfahren: die Ergebnisse sind in Tab. 31 ablesbar.

Variante	Periode(n)	VaR
A	4	10,36
A	5,10	15,52
B	4	11,62
B	8	10,36

Tab. 31: Ergebnis der VaR der Perioden und Varianten

²²³ in Anlehnung an Holst 2000

B.3 Risikokorrelation der Perioden und Gesamtrisiko

Um Risikobezüge zwischen den einzelnen Perioden herzustellen – nämlich die Frage zu beantworten, welche Auswirkung das Risiko des Vorjahres auf das aktuelle Jahr hat - wird, wie unter Abschnitt B.2, eine Korrelationskoeffizientenmatrix der Projektjahre entwickelt. Auch die hier verwendeten Korrelationskoeffizienten sollten empirisch belegbar sein, oder anhand anderer Zusammenhänge synthetisiert werden können. Im Rahmen des Beispiels werden die in Tab. 32 gezeigten Werte angenommen.

Projektjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,51	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,51	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,51	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,51	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	1,00	0,20	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	1,00	0,20	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	1,00	0,30	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	1,00	0,30
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	1,00

Tab. 32: Korrelationskoeffizientenmatrix für die Variante A (KKM_A)

Bei der Berechnung des NPV ist zu berücksichtigen, dass die VaR- Werte der einzelnen Perioden nicht addiert werden dürfen. Das Gesamtrisiko des Projektes lässt sich anhand des Varianz- Kovarianz- Ansatzes mit den Formeln

$$V_A = \begin{pmatrix} 9,87 \\ 9,40 \\ 8,95 \\ 8,52 \\ 12,16 \\ 7,73 \\ 7,36 \\ 7,01 \\ 6,68 \\ 9,53 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \\ VaR_3 \\ VaR_4 \\ VaR_5 \\ VaR_6 \\ VaR_7 \\ VaR_8 \\ VaR_9 \\ VaR_{10} \end{pmatrix} \cdot \quad \text{Gleichung 125}$$

und

$$VaR_A = \sqrt{V_A^T \times KKM_A \times V_A} = 36,68 \quad \text{Gleichung 126}$$

$$VaR_B = \sqrt{V_B^T \times KKM_B \times V_B} = 37,88 \quad \text{Gleichung 127}$$

bestimmen.

Für die Variante A ergibt sich das Gesamtrisiko so zu $VaR_{90,A} = 36,68 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$ und für die Variante B zu $VaR_{90,B} = 37,88 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$.

B.4 Gesamtkosten unter Einbeziehung der Risiken

Zur Ermittlung des Gesamt-Leistungsentgeltes sind die Kosten, die Risikokosten (VaR) und ein Zuschlag für Überschäden²²⁴ zu berücksichtigen.

Unter Verwendung der voranstehenden Ergebnisse wird die DCF- Berechnung und die Ermittlung des Leistungsentgeltes unter Berücksichtigung des Risikos (vgl. Abschnitt A.3.2) erneut durchgeführt.

²²⁴ Absicherung gegen Extremschäden, die nicht vom VaR erfasst werden, vgl. Teil I, Abschnitt C.3.3, S. 59 ff

Projektjahr	Kosten*	VaR _{90,I}	Leistungsentgelt	Discount-Faktor*	Kosten _{DCF}	Leistungsentgelt _{DCF}	DCF [ohne VaR _{90,DCF}]	VaR _{90,DCF}	DC-Inflow	DC-Outflow
1	53,00	10,36	73,47	0,95	50,48	69,97	19,50	9,87	19,50	
2	53,00	10,36	73,47	0,91	48,07	66,64	18,57	9,40	18,57	
3	53,00	10,36	73,47	0,86	45,78	63,47	17,68	8,95	17,68	
4	153,00	10,36	73,47	0,82	125,87	60,44	-65,43	8,52		65,43
5	81,00	15,52	73,47	0,78	63,47	57,57	-5,90	12,16		5,90
6	53,00	10,36	73,47	0,75	39,55	54,83	15,28	7,73	15,28	
7	53,00	10,36	73,47	0,71	37,67	52,21	14,55	7,36	14,55	
8	53,00	10,36	73,47	0,68	35,87	49,73	13,86	7,01	13,86	
9	53,00	10,36	73,47	0,64	34,16	47,36	13,20	6,68	13,20	
10	81,00	15,52	73,47	0,61	49,73	45,10	-4,62	9,53		4,62
								36,68**	112,62	75,95

*) vgl. Tab. 26

***) Die VaR- Werte der Einzelperioden können nicht addiert werden. Zur Gesamt- VaR- Ermittlung siehe Abschnitt A.3.2

Tab. 33: DCF- Berechnung inkl. Risiko (Variante A)

Wie schon zuvor, wird das minimal mögliche Leistungsentgelt durch Variation der konstanten Jahresrate ermittelt, mit der der NPV gleich Null wird. Gemäß Gleichung 118 ergibt sich für Variante A, wenn man das berechnete Risiko (VaR_{90,DCF}) vom NPV abzieht:

$$\text{NPV} = \text{DC-Inflow} - \text{DC-Outflow} - \text{VaR}_{\text{DCF}}$$

Gleichung 128

Damit ergibt sich ein jährliches Leistungsentgelt in Höhe von 73,47 €/m² NF. Das entspricht einem Risikozuschlag von 6,91 % auf das Leistungsentgelt, welches unter Abschnitt A.3.2 zu 68,72 €/m² NF berechnet wurde.

Analog wird für die Variante B verfahren. Die Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Projekjahr	Kosten*	VaR _{90,i}	Leistungsgeld	Discount-Faktor*	Kosten _{DCF}	Leistungsgeld _{DCF}	DCF [ohne VaR _{90,DCF}]	VaR _{90,DCF}	DC-Inflow	DC-Outflow
1	53,00	10,36	72,59	0,95	50,48	69,13	18,66	9,87	18,66	
2	53,00	10,36	72,59	0,91	48,07	65,84	17,77	9,40	17,77	
3	53,00	10,36	72,59	0,86	45,78	62,71	16,92	8,95	16,92	
4	61,00	11,62	72,59	0,82	50,18	59,72	9,54	9,56	9,54	
5	81,00	15,52	72,59	0,78	63,47	56,88	-6,59	12,16		6,59
6	53,00	11,62	72,59	0,75	39,55	54,17	14,62	8,67	14,62	
7	53,00	11,62	72,59	0,71	37,67	51,59	13,92	8,26	13,92	
8	153,00	10,36	72,59	0,68	103,56	49,13	-54,42	7,01		54,42
9	53,00	10,36	72,59	0,64	34,16	46,79	12,63	6,68	12,63	
10	81,00	15,52	72,59	0,61	49,73	44,56	-5,16	9,53		5,16
								37,88**	104,05	66,18

*) vgl. Tab. 27

**) Die VaR- Werte der Einzelperioden können nicht addiert werden. Zur Gesamt- VaR- Ermittlung siehe Abschnitt A.3.2

Tab. 34: DCF- Berechnung inkl. Risiko (Variante B)

Für die Variante B ergibt sich ein Leistungsentgelt in Höhe von 72,59 €/m² NF. Das bedeutet, dass sich im Vergleich zu der Situation ohne Risikobetrachtung (Leistungsentgelt von 67,69 €/m² NF siehe Tab. 27) ein Risikozuschlag auf das Leistungsentgelt von 7,24 % ergibt. Die Bedingung, dass NPV=0 ist, wird bei der Ermittlung des Leistungsentgeltes durch Iteration erfüllt.

$$\text{NPV} = \text{DC-Inflow} - \text{DC-Outflow} - \text{VaR}_{\text{DCF}} = 104,05 - 66,18 - 37,88 = 0 \quad \text{Gleichung 129}$$

Denkbar sind Situationen, in denen durch Risikokosten die preiswertere Variante teurer werden könnte, was in diesem Fall aber nicht gegeben ist.

Bei dem vorliegenden cashflow, vgl. Tab. 34, stellt man über mehrere Perioden einen positiven cashflow (Einzahlung größer als die Auszahlung) fest. In diesen Phasen entstehen Konkurs- und Leistungsausfallrisiken für den öffentlichen Auftraggeber.

Der öffentliche Auftraggeber muss neben dem Schaden, der für ihn aus dem positiven cashflow der Perioden 1-4, 6-7 und 9 durch Überzahlung des Anbieters resultiert, einen Liquidationsaufwand aus der Vertragsauflösung und des Vertragsneuabschlusses inklusive höherer Kosten für die Restlaufzeit oder des Eigenbaus tragen. Des weiteren muss er sich mit rechtlichen Konsequenzen aus dem Konkurs auseinandersetzen.

B.5 Überschadenbetrachtung und Stresstest

In den voranstehenden Ausführungen wurde mit einem Sicherheitsniveau von 90% gerechnet, das bedeutet, dass Schadenshöhen im Modell integriert sind, die in 90% aller Fälle nicht überschritten werden. So werden Katastrophenfälle (Peak- over- Threshold (PoT)) ausgeklammert, die zwar sehr unwahrscheinlich sind, aber mit wesentlich höheren Schäden einhergehen. Ggf. sollten daher Überschadenbetrachtungen durchgeführt werden, um diese Fälle in die Berechnung einzubeziehen.

Überschadenprämie

Im Sinne der Kollektiven Risikotheorie²²⁵ kann dann eine Überschadenprämie berechnet werden, wenn ein ständiger Bestand an Risiken vorhanden ist, in dem sich einzelne Überschäden diversifizieren lassen. Dazu muss man davon ausgehen können, dass die öffentliche Hand nach Ende eines PPP-Projektes sofort ein neues, gleichwertiges Projekt beginnt.

Unter dieser Voraussetzung lässt sich die Überschadenprämie auf Grundlage der Risikoverteilung des NPV errechnen, vgl. *Bild 40*.

Die Risikoverteilung (Dichtefunktion) ist durch den bereits ermittelten VaR bestimmt, vgl. Tab. 33 und Tab. 34. Der NPV ist hier normalverteilt:

$$N_{\text{NPV}}(\mu, \sigma) \text{ mit } \mu = \text{VaR} \text{ und } \sigma = \text{VaR}/\alpha_x \quad \text{Gleichung 130}$$

$$\alpha_x = X\text{-Quantil der Standardnormalverteilung}^{226}$$

²²⁵ vgl. Teil I, Abschnitt C.3.3,

²²⁶ die Quantile der Standardnormalverteilung können in Tabellenwerken abgelesen werden.

Daraus ergibt sich für Variante A mit $VaR_A = 36,68 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$:

$$\sigma_A = VaR_A / \alpha_{90} = 36,68 / 1,2816 = 28,62$$

und für Variante B mit $VaR_B = 37,88 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$:

$$\sigma_B = 29,56$$

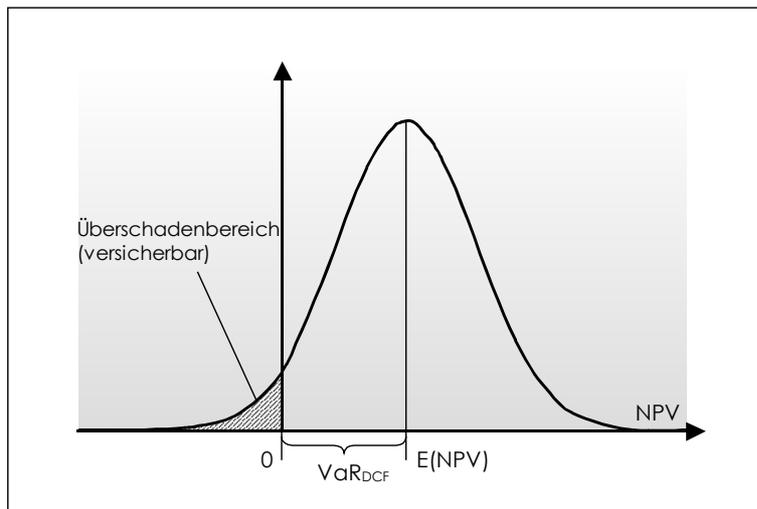


Bild 40: Risikofunktion $N_{NPV}(\mu, \sigma)$, Erwartungswert des NPV $[E(NPV)]$, VaR und Überschadenbereich

Vereinfacht lässt sich nun die Risikoprämie durch Integration der Risikofunktion $N(\mu, \sigma)$ – vgl. Bild 40- von $-\infty$ bis 0 berechnen.²²⁷

$$E_0(w) = - \int_{-\infty}^0 NPV \cdot N_{NPV}(\mu, \sigma) dNPV \quad \text{Gleichung 131}$$

mit $\mu = VaR$

Es ergibt sich eine Risiko-Prämie von $1,35 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$ für die Variante A und von $1,40 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$ für die Variante B.

Kann die öffentliche Hand auf einen größeren Bestand an Projekten zurückgreifen, so lässt sich die Risikosituation durch Diversifikationseffekte verbessern.

(vgl. z.B. <http://www.dkfz-heidelberg.de/epi/StatMeth/bioskrip/ivnormvtab.html>)

²²⁷ vgl. Drude 1988, S. 103

Es sollte deshalb auch eine Versicherungsprämie für den Überschaden bestimmt werden.

Maximalschaden und mittlerer Überschaden

Um den maximal möglichen Schaden bzw. die Höhe des Schadens zu quantifizieren, der im Katastrophenfall eintreten kann, lässt sich wieder die Risikoverteilung des NPV heranziehen, vgl. *Bild 40*.

Anhand der oben ermittelten Parameter μ und σ kann z.B. der Schaden ermittelt werden, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9% nicht überschritten wird.

$$\text{VaR}_{99,9} = \sigma \times \alpha_{99,9}$$

Somit ergibt sich:

$$\text{VaR}_{A,99,9} = 28,62 \times 3,0902 = 88,44 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$$

und

$$\text{VaR}_{B,99,9} = 29,56 \times 3,0902 = 91,35 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$$

Alternativ kann auch der mittlere Überschaden bei Überschadeneintritt bestimmt werden.

$$E(w | NPV < 0) = \frac{E_0(w)}{\int_{-\infty}^0 N(\mu, \sigma) dNPV} \quad \text{Gleichung 132} \quad 228$$

Es ergibt sich

$$E_A(w | NPV < 0) = 1,35/0,1 = 13,5 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$$

und

$$E_B(w | NPV < 0) = 1,40/0,1 = 14,0 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$$

B.6 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Auch nach der Risikobetrachtung wird sich die öffentliche Hand für die Variante B entscheiden, obwohl diese mit einem höheren Risiko einher geht. Der reduzierte Risikozuschlag bei der Wahl von Variante A reicht demnach nicht aus, um ein vorteilhafteres Gesamtergebnis zu liefern.

²²⁸ vgl. Drude 1988, S. 105

Dieser besondere Sachverhalt sollte aber zu denken geben. Wird die Berechnung unter Ansatz eines erhöhten Sicherheitsniveaus (hier 90%) nochmals durchgeführt, so könnten sich die Verhältnisse umkehren.

1	2	3	4	5
Variante	Rate (Mittel) [€/m² NF] vgl. Abschn. A.3.2/A.3.3	Risiko [€/m² NF] vgl. Abschn. B.4	Risikozuschlag [%]	Gesamtrate [€/m² NF] vgl. Abschn. B.4
A	68,72	4,75	6,91 %	73,47
B	67,69	4,90	7,24 %	72,59

Tab. 35: Zusammenfassung der Ergebnisse „Leistungsentgelt“ und Risiko

Die diskutierten Risiken müssen natürlich durch Managementkonzepte gestaltet und gesteuert werden, um sie ggf. zu senken, sie aber auf jeden Fall im Rahmen der Vorgaben zu halten.

C. Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätsüberlegungen des privaten Bieters

Bei dem vorliegenden Beispiel entschließt sich die öffentliche Hand, das Projekt dann an ein PPP-Unternehmen zu vergeben, wenn die jährliche Belastung einen Wert von 72,59 €/m² NF nicht überschreitet, wie in Kapitel B errechnet. Diese Rate würde sich im Rahmen des Eigenbaus ergeben, wenn risikobezogen geplant wird.

Es wird wie folgt vorgegangen:

- Diskussion des Fremdkapitalzins
- DCF- Berechnung privater Bieter ohne Risiko für Variante B
- DCF- Berechnung privater Bieter mit Risiko für Variante B
- Überschadenbetrachtung
- Sonderfälle

C.1 Fremdkapitalzins

Der Bieter wird zur Finanzierung des Objektes auf Fremdkapital und Eigenkapital zurückgreifen müssen.

Er muss i. d. R. einen höheren Kreditzins als die öffentliche Hand in Kauf nehmen, weil für ihn, statistisch gesehen, eine höhere Ausfallwahrscheinlichkeit der Kredite als der öffentlichen Hand angesetzt wird; Eigenkapital (-ähnliche) Finanzierungsformen sind ohnehin erst bei hohen Renditeerwartungen um 15-20% darstellbar.

Der Zinszuschlag für das Risiko hängt gemeinhin von der Risikoeinstufung des Kreditnehmers und der Marktlage ab.

So schwanken die Risikozuschläge zwischen Staatsanleihen mit einem AAA-Rating und Firmenanleihen mit einem BB- Rating (Junk Bond) gemäß Bild 41 im Zeitablauf zwischen 4% und 10%.

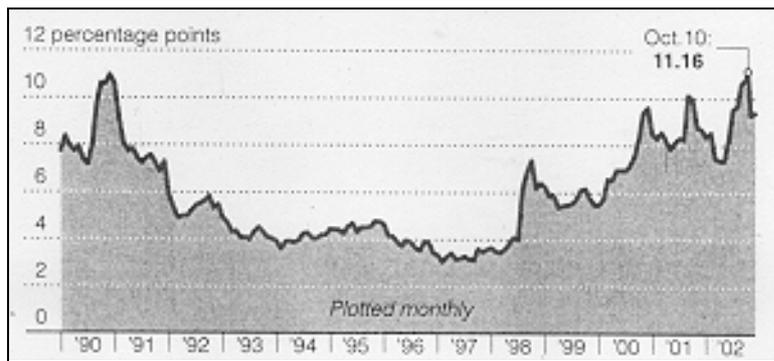


Bild 41: Risikozuschläge zwischen AAA- und BB- Rating im Zeitablauf²²⁹

Der privatwirtschaftliche Anbieter muss gemäß seinem Rating einen entsprechenden Risikozuschlag für das erforderliche Fremdkapital akzeptieren und ist somit in Bezug auf die Fremdfinanzierungskosten unwirtschaftlicher als die öffentliche Hand. Ebenso muss er eine entsprechend angemessene Kapitalverzinsung erarbeiten. Der private Anbieter muss also erkennbar wirtschaftlicher arbeiten als die öffentliche Verwaltung, will er den Zinsnachteil ausgleichen und Gewinn erzielen. Würde man für den Eigenbau 2% höhere Zinsen einrechnen, wie der private Anbieter sie zahlen muss, so würde die Variante B statt 72,59 €/m² NF pro Jahr 73,42 €/m² NF kosten.

C.2 DCF- Berechnung privater Bieter ohne Risiko für Variante B

In der Branche wird die Meinung vertreten, dass private Unternehmen den Betrieb im Mittel um 8% günstiger realisieren können als die öffentliche Hand.²³⁰ Im Beispiel wird daher von 8% geringeren Kosten ausgegangen, also werden die Kosten der Variante B um diesen Anteil reduziert.

Ferner wird angenommen, dass sich das Kapital intern mit 5% verzinst, solange es noch nicht für das Objekt investiert werden muss.

Daher wird die DCF- Berechnung zunächst für die interne Kapitalverzinsung mit 5% durchgeführt. Zur Ermittlung der Internal Rate of Return (IRR) wird dann der Diskontierungszinssatz für den Cash Inflow so variiert, dass sich ein NPV gleich Null ergibt. Bei der Berechnung des NPV wird die Gleichung 128 verwendet.

²²⁹ New York Times 2003, vgl. PPPI NRW 2003

²³⁰ vgl. Nußbaumer 2003

Die risikolose Berechnung mit **IRR = 39,9%** ist in Tab. 36 dargestellt:

1	Cash-Flow				Cash-Outflow (nicht investiertes Kapital wird mit 5% verzinst.)		Cash-Inflow (investiertes Kapital wird mit 39,9% verzinst.)	
	2	3	4	5	6	7	8	9
Projektjahr	Kosten öffentlich [vgl. Abschn. 3.2]	Kosten privat [0,92 x 2]	Leistungsentgelt [vgl. Abschn. 4.4. B]	cashflow [4-3]	Discount-Faktor Outflow (5% Verzinsung)	DC-Outflow (negativer cashflow) [5 x 6]	Discount-Faktor Inflow (39,9% Verzinsung)	DC-Inflow [5 x 8]
1	53,00	48,76	72,59	23,83	0,95	-	0,71	17,03
2	53,00	48,76	72,59	23,83	0,91	-	0,51	12,18
3	53,00	48,76	72,59	23,83	0,86	-	0,37	8,70
4	61,00	56,12	72,59	16,47	0,82	-	0,26	4,30
5	81,00	74,52	72,59	-1,93	0,78	-1,51	0,19	-
6	53,00	48,76	72,59	23,83	0,75	-	0,13	3,18
7	53,00	48,76	72,59	23,83	0,71	-	0,10	2,27
8	153,00	140,76	72,59	68,17	0,68	-46,14	0,07	-
9	53,00	48,76	72,59	23,83	0,64	-	0,05	1,16
10	81,00	74,52	72,59	-1,93	0,61	-1,18	0,03	-
		638	725,9	87,42		-48,84		48,82

Tab. 36: DCF- Berechnung für den privaten Betreiber mit IRR = 39,9%

Nimmt man eine risikoneutrale Sichtweise ein, so ist eine Kapitalverzinsung von 39,9% möglich, wie in Spalte 8 der Tab. 36 ersichtlich ist.

C.3 DCF- Berechnung privater Bieter mit Risiko für Variante B

Neben der 8%igen Kosteneinsparung, dem Leistungsentgelt von 72,59 €/ m²NF und der internen Kapitalüberschussverzinsung von 5% wird auf der Basis einer 90%igen Sicherheit die Kapitalverzinsung ermittelt. Es wird analog zur Variante A unter Abschnitt C.2 verfahren.

Dadurch reduziert sich die Gesamtkapitalverzinsung des Anbieters.

Die risikobezogene Berechnung mit **IRR = 20,2%** wird in der folgenden Tabelle durchgeführt:

1	Cash-Flow					Cash-Outflow (nicht investiertes Kapital wird mit 5% verzinst.)			Cash-Inflow (investiertes Kapital wird mit 20,2% verzinst.)			13
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projekthjahr	Kosten öffentlich [vgl. Abschn. 3.2]	Kosten privat [0,92 x 2]	VaR [vgl. Abschn. 4.1/4.2]	Leistungsentgelt [vgl. Abschn. 4.4. B]	cashflow (risikofrei) [5-3]	Discount-Faktor Outflow (5% Verzinsung)	DC-VaR [4 x 7]	DC-Outflow (risikofrei) (negativer cashflow) [6 x 7]	Discount-Faktor Inflow (20,2% Verzinsung)	DC-VaR [4 x 10]	DC-Inflow (risikofrei) [6 x 10]	VaR _{DCF} [8 + 11]
1	53,00	48,76	10,36	72,59	23,83	0,95	-	-	0,83	8,62	19,83	8,62
2	53,00	48,76	10,36	72,59	23,83	0,91	-	-	0,69	7,18	16,51	7,18
3	53,00	48,76	10,36	72,59	23,83	0,86	-	-	0,58	5,97	13,74	5,97
4	61,00	56,12	11,62	72,59	16,47	0,82	-	-	0,48	5,57	7,90	5,57
5	81,00	4,52	15,52	72,59	-1,93	0,78	12,16	-1,51	0,40	-	-	12,16
6	53,00	48,76	11,62	72,59	23,83	0,75	-	-	0,33	3,86	7,92	3,86
7	53,00	48,76	11,62	72,59	23,83	0,71	-	-	0,28	3,21	6,59	3,21
8	153,00	140,76	10,36	72,59	-68,17	0,68	7,01	-46,14	0,23	-	-	7,01
9	53,00	48,76	10,36	72,59	23,83	0,64	-	-	0,19	1,99	4,57	1,99
10	81,00	74,52	15,52	72,59	-1,93	0,61	9,53	-1,18	0,16	-	-	9,53
		638		725,9	87,42			-48,84			77,06	28,21*

*) Risikowerte (VaR) dürfen nicht addiert werden. Zur Berechnung siehe Abschnitt A.3.2

Tab. 37: DCF- Berechnung für den privaten Betreiber mit IRR = 20,2%

Nimmt man eine risikobezogene Sichtweise ein, so ist eine Kapitalverzinsung von 20,2% möglich. Mit dieser Kapitalverzinsung ist der Kreditgeber eher bereit, Kapital zur Verfügung zu stellen, da auch erhöhte Risikozuschläge durch das Projekt gesichert sind, insbesondere wenn er sich durch Factoring oder Forfaitierung ein Recht auf die Zahlungen sichern kann.

Erhöht man die Fremdkapitalverzinsung für die öffentliche Hand auf 7%, so errechnet sich mit einer Leasingrate von 73,42 €/m²NF ein IRR von 22,8%.

C.4 Extremschadensbetrachtung

Die Rechnung zeigt, dass sich dieses Projekt wahrscheinlich wirtschaftlich abwickeln lässt. Trotzdem bleibt ein Restrisiko bei Auftreten eines Extremschadens, welches das Projekt unwirtschaftlich werden oder sogar scheitern lässt.

Es kann auch sein, dass bei geringen Gewinnspannen, wenn der IRR klein ist, die Berücksichtigung des Risikos mit Hilfe des VaR Wertes einen negativen NPV- Wert liefert und somit aus dem Grund der Unwirtschaftlichkeit nicht investiert werden würde.

Bei dem vorliegenden Beispielprojekt ist relativ wenig Eigenkapital einzusetzen und die cashflows sind ausgeglichen, aber auch hier wird man mit 5% Eigenkapital nicht auskommen:²³¹ Im achten Jahr müssen 46,14 €/ m² NF in das Projekt investiert werden, wobei Gesamtkosten von 638,- €/m² NF entstehen – vgl. Tab. 37, 8. Projektjahr, Spalte 9 bzw. Summe Spalte 3. Damit beläuft sich der Eigenkapitalanteil dieses Projektes insgesamt auf 7,7% (48,84/638,- = 7,7%; vgl. Tab. 37, Spalte 3 und 9).

Berücksichtigt man zudem das oben berechnete Risiko (VaR), so ergibt sich ein Eigenkapitalanteil von 11,6%, vgl. Tab. 37, Spalte 13.

Extremschaden

Der Zuschlag zur Berücksichtigung des mittleren Extremschadens beläuft sich auf 10,41 €/m² NF. Er errechnet sich wie bereits unter Abschnitt B.5 gezeigt.

$$N_{NPV}(\mu, \sigma) \text{ mit } \mu = VaR \text{ und } \sigma = VaR/\alpha_x$$

Gleichung 133

²³¹ vgl. Nußbaumer 2003

$\alpha_x = X\%$ -Quantil der Standardnormalverteilung²³²

Folgende Werte werden eingesetzt, vgl. Tab. 37:

$$\mu = \text{VaR}_{90} = 28,21 \text{ €/m}^2 \text{ NF}$$

$$\sigma = \text{VaR}_{90}/\alpha_{90} = 28,21/1,2816 = 22,06$$

$$E_0(w) = - \int_{-\infty}^0 NPV \cdot N_{NPV}(\mu, \sigma) dNPV = 1,041 \quad \text{Gleichung 134}$$

$$E(w | NPV < 0) = \frac{E_0(w)}{\int_{-\infty}^0 N(\mu, \sigma) dNPV} = 10,41 \text{ €/m}^2 \text{ NF} \quad \text{Gleichung 135}$$

Damit steigt der Eigenkapitalanteil auf ca. 13 %.

Möchte man aber den möglichen Extremschaden mit ins Kalkül ziehen, der z.B. mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9% nicht überschritten wird, so ist dafür sogar ein Risikozuschlag von 40 €/m² NF erforderlich:

$$\text{VaR}_{99,9} = \sigma \times \alpha_{99,9} - \text{VaR}_{90} = 22,06 \times 3,09 - 28,21 = 39,96 \text{ €/m}^2 \text{ NF.} \quad \text{Gleichung 136}$$

Der Eigenkapitalanteil steigt auf ca. 16 %.

Über diese Einzelbetrachtung hinaus ist bei Großprojekten mit hohen Erstinvestitionen wie bei Autobahn- / Tunnelneubauprojekten sowohl unter Berücksichtigung des VaR- Risikowertes als auch des Extremschadens Eigenkapital von 5 % nicht ausreichend.

C.5 Sonderfälle

Die Berechnung muss weiter differenziert werden, wenn ein Konsortium oder eine Dachcharge (z.B. Bauunternehmen und Betreiber) aus zwei oder mehr Parteien das Projekt anbieten und abwickeln.

²³² die Quantile der Standardnormalverteilung können in Tabellenwerken abgelesen werden.

(vgl. z.B. <http://www.dkfz-heidelberg.de/epi/StatMeth/bioskrip/ivnormvtab.html>)

Insbesondere wenn Risikoverteilung vorgesehen ist, sind für das Konsortium zwei oder mehr getrennte Berechnungen durchzuführen bzw. zum Angebot zusammenzuführen. Weitere Fragen sind zu beantworten; z.B. wie man mit Nachträgen umgeht, wie Risiken methodisch in der Projektentwicklung und Planung herausgearbeitet werden, wie weit Versicherungen bei entsprechendem Markt bereit sind, Risiken zu versichern etc.

D. Zusammenfassung

Das Unternehmen ist bei einer Kapitalverzinsung von mindestens 20,2%, die noch höher liegen kann, wenn das Fremdkapital wirtschaftlicher beschafft wird, im Bereich einer wirtschaftlich optimalen Eigenkapitalverzinsung. Das gilt auch, wenn man Versicherungsbeträge für Extremschäden über VaR_{90} einrechnet.

Im Mittel beträgt die Kapitalrentabilität 39,9% ohne Risikokosten, die mit einem Zinsabschlag von 19,7% berücksichtigt wurden. Somit können auch unter Risiko noch 20,2 % Kapitalrendite ($20,2 = 39,9 - 19,7$) erwirtschaftet werden.

Bei qualifizierter Risikogestaltung und Vermeidung könnte die Kapitalrentabilität steigen.

Diskutiert man die erforderlichen Kosteneinsparungen des privaten Anbieters unter Eigenkapitalgrenzrentabilität (0%), so reicht eine Kosteneinsparung von 2,4% aus, um mit der Benchmark des PSC als Entscheidungsgröße zum Eigenbau vergleichbar zu sein.

Ein effektiver Markt für dieses risikobehaftete Produkt kann sich nur herausbilden, wenn die Planungsbüros und der baugewerbliche Mittelstand inhaltlich und methodisch mit dem PPP- Vergabeverfahren vertraut werden und Erfahrungen sammeln.

Teil IV:

Zusammenfassung, Ausblick

A. Zusammenfassung

Am Ende der Teile II und III findet sich bereits eine Zusammenfassung. Hier soll aber nochmals ein Überblick über die behandelten Abschnitte und deren Inhalte gegeben werden. Teil I wird dabei ausgeklammert, da dort Grundlagen erläutert werden, die nicht sinnvoll zusammengefasst werden können.

A.1 Teil II: Quantitatives Risikomanagement im Bauunternehmen

Teil II behandelt das Bauunternehmen. Das Thema Risiko wird durchgängig von der Unternehmensrechnung ausgehend bis hin zur Bauauftragsrechnung besprochen.

A.1.1 Abschnitt A.: Unternehmensrechnung und Eigenkapitalsicherung

In Abschnitt A wird erläutert, wie sich das Risiko eines Bauunternehmens in der Unternehmensrechnung niederschlägt, bzw. welche Auswirkungen es auf die Eigenkapitalsituation des Unternehmens hat.

Zunächst werden die Risiken des allgemeinen Geschäftsbetriebes der Vollständigkeit halber besprochen, sie fließen aber nicht in die Modellrechnung ein.

Im Hinblick auf die Unternehmensziele, wie sie in Teil I, Abschnitt B. beschrieben wurden, wird das Risiko mit dem Eigenkapital in Verbindung gebracht. Dabei dient das Eigenkapital zur Absicherung des Risikos. Anhand einer Berechnung, die auch die Umsatzrendite einbezieht, wird gezeigt, wie viel Risiko das Unternehmen verkraften kann, ohne die Eigenkapitalbasis zu gefährden. Gleichzeitig wird deutlich, wie sich schon hier eine Risikoprämie berechnen lässt, die zur Sicherung des Kapitals dient und von allen Baustellen z.B. in Form des s.g. „Wagniszuschlags“ eingezahlt wird. Zudem lässt sich aus der Gesamtrisikosituation des Unternehmens eine Risikovorgabe für jedes zu

akquirierende Projekt generieren, die im Sinne der Eigenkapitalerhaltung nicht überschritten werden darf.

Letztlich werden Überlegungen zur nötigen Unternehmensorganisation angestellt, um das Modell durchzusetzen, sowie Vorschläge für ein internes Rückversicherungsmodell des Bauunternehmens gemacht.

A.1.2 Abschnitt B.: Risiko in der Baubetriebsrechnung

Abschnitt B behandelt die Baubetriebsrechnung.

Hier werden die Auswirkungen des Projektrisikos bei verschiedenen Bausparten und Unternehmensgrößen auf den spezifischen Risikowert VaR gezeigt und die Bedeutung des Risikokollektivs (Auftragsbestand) eines Unternehmens veranschaulicht. Weiterhin wird der Transfer von der projektbezogenen zur unternehmensbezogenen Risikobetrachtung vollzogen.

Es zeigt sich, dass die Risikovorgaben der Unternehmensleitung dabei nicht in jedem Fall eingehalten werden können. Entsprechende Maßnahmen zur Anpassung des vorhandenen, an das durch die Unternehmensleitung vorgegebene, zulässige Risiko finden sich im Text.

Letztlich wird gezeigt, wie Veränderungen am Auftragsbestand im Hinblick auf Objektgrößen, Sparten, Vertrags-, Bauherrenformen usw. Verbesserungen im Bezug auf die Risikosituation bringen können. Auch die Bedeutung von Korrelationen wird abschließend gezeigt.

A.1.3 Abschnitt C.: Risikomodell für die Bauauftragsrechnung

In Abschnitt C. wird die Bauauftragsrechnung und die Integration des Risikos in die Kalkulation innerhalb der Phasen Akquisition, Angebotskalkulation und Auftragskalkulation besprochen. Es verdeutlicht sich dabei auch die Veränderung der Risikosituation bei der Nachunternehmervergabe und bei der Wahl verschiedener Konstruktions- bzw. Verfahrensalternativen.

Zudem wird gezeigt, wie das nötige Datenmaterial zur Bewertung von Risiken aus dem Soll-/Ist- Vergleich bzw. der Ergebnisrechnung gewonnen werden kann.

A.2 Teil III: Vergabeentscheidung und Wirtschaftlichkeitsberechnung von PPP/PFI-Projekten in der Bauwirtschaft

In Teil III werden PPP bzw. PFI-Projekte behandelt. Wirtschaftlichkeitsüberlegungen der öffentlichen Hand, die aus Gründen der Kosteneinsparung den Bau und/oder Betrieb öffentlicher Bauten in private Hände legen will, müssen dabei im Besonderen das Thema Risiko berücksichtigen. Die Wirtschaftlichkeit der Vergabe an private Bieter kann, wie gezeigt wird, durch Risiken entscheidend beeinflusst werden. Ebenso muss sich der private Bieter im Klaren über die Risiko- und Renditemöglichkeiten des Projektes sein, um ein PPP-Projekt anbieten zu können. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden anhand der Discounted – Cash - Flow - Methode durchgeführt, in die das Risiko integriert wird.

A.2.1 Abschnitt A.: Wirtschaftlichkeitsberechnung und Discounted Cash-flow

Hier werden zunächst die Grundlagen der Berechnung des Discounted Cashflow beschrieben, die sich durch Zinsvorgaben und die Zahlungsmittel Ein- und Ausgänge bestimmt.

Daran anschließend findet sich eine beispielhafte Berechnung nach dem etablierten DCF-Modell ohne Integration des Risikoansatzes für zwei Instandhaltungsvarianten. An diesem Beispiel wird gezeigt, wie sich eine mögliche Leasingrate (Leistungsentgelt) durch zeitliche Verschiebung bei alternativen Instandhaltungsoptionen verändert.

A.2.2 Abschnitt B.: Integration von Risiken in die DCF-Methode

Nachdem in Abschnitt A das Vorgehen zur DCF-Berechnung am etablierten Modell verdeutlicht wurde, lässt sich in Abschnitt B zeigen, wie das Risiko in Form des Value-at-Risk in die DCF-Berechnung integriert werden kann. Dazu wird der Varianz-Kovarianz-Ansatz verwendet, wie er bereits in Teil I der Arbeit erörtert wurde. Versicherungsmathematische Berechnungen liefern zudem Extremschadenswerte, die sich durch entsprechende Prämien absichern lassen.

Es zeigt sich, dass die zunächst günstigere Variante unter Berücksichtigung der Risikorechnung einen höheren Risikowert aufweist, als die unwirtschaftli-

chere Variante. Das kann u.U. dazu führen, dass die zunächst vermeintlich teurere Variante unter Berücksichtigung des Risikowertes gegenüber einer im Mittel günstigeren, aber risikoreicheren Variante bevorzugt werden sollte.

A.2.3 Abschnitt C.: Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätsüberlegungen des privaten Bieters

Aufgrund der Berechnungen der vorangegangenen Abschnitte, wird sich die öffentliche Hand zur Vergabe bis zu einem maximalen Leistungsentgelt entsprechend der Wirtschaftlichkeitsberechnung entscheiden.

Das privatwirtschaftliche Unternehmen sieht sich erhöhten Kapitalkosten gegenüber, da die Kreditinstitute aufgrund der größeren Kreditausfallwahrscheinlichkeit höhere Risikozuschläge berechnen, die dem Kreditzins hinzugeaddiert werden. Insbesondere mit Blick auf die neuen Kreditvergaberegeln nach BASEL II, ist eine solche Vorgehensweise für die Banken sogar zwingend.

Auf der anderen Seite ist es den privatwirtschaftlichen Unternehmen aber möglich kostengünstiger zu arbeiten, so dass der Zinsnachteil ggf. ausgeglichen werden kann.

Die Beispielrechnung zeigt, dass das anbietende Unternehmen eine Kapitalverzinsung von 39,9% ohne, und von 20,2% mit Berücksichtigung von Risiken erreichen kann. Damit würde sich ein Angebot im Rahmen des Beispiel – PPP - Projekts lohnen. Letztlich wird noch eine Extremschadensbetrachtung durchgeführt. Um dem Ziel der Kapitalerhaltung auch im Katastrophenfall zu entsprechen, ist die Kenntnis möglicher Extrembelastungen notwendig. Ggf. muss ein Projekt trotz guter Renditechancen bei möglichen existenzbedrohenden Extremschäden abgelehnt werden.

B. Modellgrenzen

Grenzen des gezeigten Risikomanagementmodells finden sich zum Einen bei der Güte der verwendeten Berechnungsverfahren, die z.B. die Grundlage der Value-at-Risk-Ermittlung bilden, sowie beim verwendeten oder verwendbaren Dateninput. Zum Anderen finden sie sich bei der Aussage bzw. der Ausrichtung der produzierten Ergebnisse.

B.1 Grenzen des Berechnungsmodells

Da der Value-at-Risk auf Grundlage eines Quantils einer Dichtefunktion bestimmt wird, stößt das Modell immer dann an seine Grenzen, wenn

- eine Dichte- oder Verteilungsfunktion nicht zuverlässig ermittelt werden kann
- wenn sich keine stetige Dichte- bzw. Verteilungsfunktion bestimmen lässt, weil z.B. die vorliegenden Datengrundlagen nicht ausreichen, oder aus statistischen Gründen nur eine diskrete Dichte- bzw. Verteilungsfunktion berechnet werden kann
- wenn die Komplexität des Gesamtsystems, z.B. durch unsymmetrische Verteilungsfunktionen oder differenzierte Zusammenhänge dazu führt, dass sich eine analytische Berechnung nicht, oder nur mit hohem Aufwand durchführen lässt

Keine zuverlässige Dichte bzw. Verteilungsfunktion

Wenn die Datenmengen oder die zur Verfügung stehenden Informationen nicht ausreichen, um eine zuverlässige Dichte- bzw. Verteilungsfunktion zu bestimmen, kann auch der anhand dieser Funktion ermittelte VaR fehlerhaft sein.

Die Prognosefunktionen werden immer weniger genau, je weiter die Prognose in die Zukunft reicht. Das liegt zum Einen in der Natur der Sache, da aufgrund des sinkenden Informationsstandes, je weiter der Blick in die Zukunft gerichtet wird, auch die Schärfe der Prognose sinkt, zum Anderen liegt es aber auch an der Wahl der Prognosemodelle. Die „Standardverfahren“ der finanzwirtschaftlichen VaR-Berechnung (Monte Carlo Simulation, Historische Simulation, Varianz-Kovarianz-Ansatz) liefern jeweils nur einen Progno-

sewert für die kommende Periode. Daher ist die Anwendbarkeit dieser Verfahren z.B. für Immobilienprojekte ggf. zu kurzfristig und kann nur in erweiterter Form (vgl. Teil III) oder eingeschränkt verwendet werden.

Zudem ist die Berücksichtigung von Trends und Zyklen nicht ohne weiteres möglich. Typischerweise stellt sich eine solche Problematik bei zeitkritischen Prozessen ein. Solche Prozesse treten z.B. bei der Budgetplanung von Instandhaltungsarbeiten im Wohnungswesen auf. Die Verwendung von Prognoseverfahren, die derartige Einflüsse berücksichtigen, liefert die ggf. notwendige Genauigkeit (z.B. ARIMA-/SARIMA-Verfahren)²³³.

Grundsätzlich gilt, dass die VaR-Kennzahl immer nur so genau ist, wie das statistische Modell auf dessen Grundlage der VaR ermittelt wird.

Ist es nicht möglich eine Verteilungs- bzw. Dichtefunktion zu bestimmen, so kann auch kein VaR ermittelt werden.

²³³ vgl. Heß, Meinen 2002 (b)

Nicht-stetige Verteilungsfunktion

In diesem Fall kann möglicherweise der VaR bei einem bestimmten Sicherheitsniveau nicht bestimmt werden, da keine eindeutige Aussage zur Lage des Quantils gemacht werden kann. In der finanzwirtschaftlichen Literatur wird dieses Thema diskutiert, um Lösungsmöglichkeiten zu finden.²³⁴ Bild 42 verdeutlicht die Situation skizzenhaft.

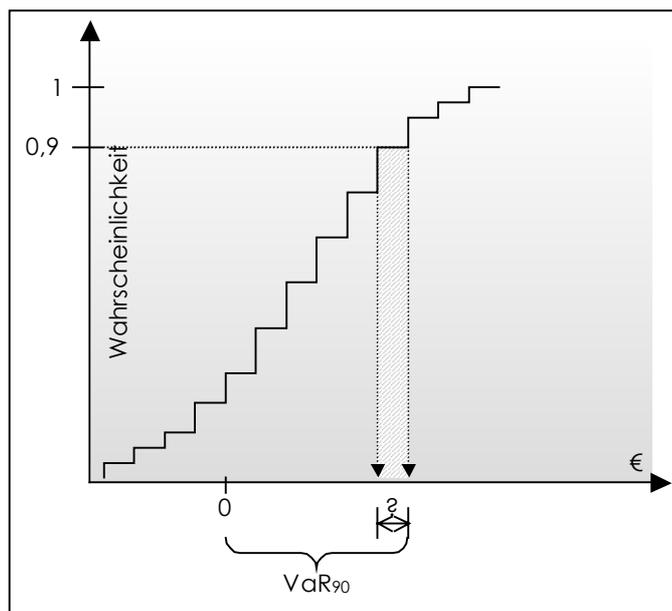


Bild 42: Skizze: Problematik der VaR-Bestimmung bei diskret verteilten Risiken

Hoher Aufwand bei analytischen Ansätzen

In solchen Fällen kann der Einsatz von Simulationsalgorithmen (z.B. Monte Carlo Simulation) helfen, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten. Grundsätzlich sollte die Anwendung der Monte Carlo Simulation aber mit Bedacht erfolgen. Die zwar einfache Handhabung führt oft nicht zu den gewünschten, genauen Ergebnissen, obwohl die generierten Verteilungen dies vortäuschen können. Gerade beim Ablesen von Vertrauensintervallen oder einem Wert wie „Maximum Range“ an den sensiblen „Enden“ der Funktionen liefern dann möglicherweise falsche Ergebnisse.²³⁵ Eine Monte Carlo

²³⁴ vgl. z.B. Huschens 2000 (b)

²³⁵ vgl. dazu auch Drude 1988, S. 105 ff

Simulation ist nur dann ausreichend genau, wenn auch die Eingabedaten eine entsprechende Genauigkeit aufweisen. Der Simulation ist daher zunächst die analytische Lösung vorzuziehen, insbesondere um Zusammenhänge transparent halten zu können.

Erfahrungsgemäß lassen sich die meisten Risikoeinflüsse im Bauwesen ohnehin über Normalverteilungen darstellen oder zumindest gut annähern. Dafür stehen, wie gezeigt, einfach zu beherrschende, analytische Methoden zur Verfügung, die mit geringerem Aufwand eingesetzt werden können.

B.2 Allgemeine Modellgrenzen und Modellausrichtung

Neben den Grenzen der reinen Berechnung möglichst exakter Ergebnisdaten, können Grenzen des Modells ebenfalls bei der Aussage der Ergebniswerte selbst zu finden sein. Außerdem kann, wie bei jedem Modell, die vollständige Erfassung und Abbildung aller Umweltzustände, die zum Erfolg oder Misserfolg, zum Risiko oder zur Chance einer Unternehmung führen, im Modellraum nicht vollständig gewährleistet werden.

Gewinnchance

Bei der VaR-Betrachtung werden Gewinnchancen in so fern ausgeklammert, als dass ein Gegenwert zum verlustbezogenen VaR nicht berechnet wird. Trotzdem berücksichtigt der VaR aber auch Chancen, da er zumeist zur Bewertung von Risikokollektiven eingesetzt wird, in denen eine Diversifikation stattfindet. Aus diesem Grund werden indirekt auch Chancen im Rahmen des Risikoausgleichs berücksichtigt. Nur die explizite Ausweisung von Gewinnmöglichkeiten ist mit der VaR-Kennzahl nicht möglich und auch nicht gewollt.

Ausnahmen

In dieser Arbeit wird ein durchgängiges Erklärungsmodell für das Risikomanagement angeboten. Sämtliche Betrachtungen basieren auf statistischen Gesetzmäßigkeiten. Möglicherweise werden sich Unternehmen finden lassen, die mit Blick auf die hiesige Modellrechnung trotz widriger Umstände erfolgreich am Markt agieren. Das ist möglich, wenn zum z.B. noch nicht alle

Korrelationen erfasst sind. Andererseits können Krisensituationen auch mit „Glück“ überstanden, oder bestimmte Risiken durch unternehmerisches Geschick kompensiert werden.

Diese Arbeit bietet ein durchgängiges Instrumentarium, um Risiken zusammenhängend im ganzen Unternehmen zu verfolgen und insbesondere quantitativ zu erfassen bzw. darzustellen.

Grundsätzlich ist es nicht möglich alle Umweltzustände, Schnittstellen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten des Gebildes Bauwirtschaft lückenlos darzustellen und in Gänze in einem Berechnungsmodell abzubilden.

Das Modell wird erfolgreich sein, wenn die praktische Anwendung zeigt, dass sich die Realität der Bauwirtschaft mit Hilfe des Risikomanagementmodells gut annähern lässt.

C. Ausblick

C.1. Anwendungsmöglichkeiten

Wie im Rahmen dieser Arbeit gezeigt werden konnte, lassen sich finanz- und versicherungswirtschaftliche Methoden des quantitativen Risikomanagements auf Bauunternehmen und Bauprojekte übertragen.

Damit sind die Anwendungsmöglichkeiten aber nicht erschöpft. Es gibt viele Bereiche der Bauwirtschaft, in denen die Anwendung des hier entwickelten Modells sinnvoll sein kann. Die Ansätze müssen dazu nur wenig modifiziert werden. Nachfolgend werden die Planung, die Projektentwicklung und Immobilienprojekte als Anwendungsbereiche vorgestellt.

Planung²³⁶

Die Planung dient der Konkretisierung einer Vorstellung über einen zukünftigen Zustand. Sie ist die gedankliche Vorwegnahme zukünftigen Handelns durch Abwägen verschiedener Handlungsalternativen und Entscheidung über den besten Weg. Planung bedeutet also das Treffen von Entscheidungen, die in die Zukunft gerichtet sind und durch die der (betriebliche) Prozessablauf als Ganzes und in allen seinen Teilen festgelegt wird²³⁷. In diesem Sinne "ist Kostenplanung ein Vorgehen zur Entscheidungsfindung und zur Durchsetzung ökonomischer Ziele im Objektplanungs- und -durchführungsablauf. Sie bedient sich verschiedener Methoden zur Ermittlung, Kontrolle und Steuerung von Baukosten."²³⁸

Vollkommene Information setzt die Kenntnis der Zukunft voraus. Dies ist in der Regel nicht gegeben. Durch die unvollkommene Information müssen Abweichungen vom Planungsziel in Kauf genommen werden.

Die Frage nach den ökonomischen Risiken der Bauprojekte wird regelmäßig und in der aktuellen Krise der Bauwirtschaft nachdrücklich diskutiert.

²³⁶ vgl. auch Blecken 2003

²³⁷ Wöhe, 1978, S. 129

²³⁸ Ruf, 1989, S. 8

Planer, Bauherren, ausführende Unternehmen und neuerdings die Banken, durch „Basel II“²³⁹ motiviert, suchen nach Regeln zur Einschätzung, Bewertung und Prävention der Risiken.

Geht man von den wirtschaftlichen Zielen des Bauherren aus, bilden die Ziele in der Planung eine zentrale Orientierungsgröße, die z. B. mit dem Begriff „Zielkostenplanung“²⁴⁰ in Verbindung stehen.

Für deren Erfüllung aber bedarf es gleichzeitig einer angemessenen Risikobegrenzung, für die sich in einigen Planungsbüros schon sehr pragmatische Vorgehensweisen entwickelt haben.

Wie sehen die wirtschaftlichen Risiken aus, die sich bei Projekten für Bauherren (BH) ausbilden, und wie können sie im Planungsprozess gestaltet, gesteuert oder verlagert werden? Dies könnte systematisch beschrieben werden. Hinweise, wie der Kostenplaner zum Projektrating beitragen kann, ergeben sich daraus ebenfalls.

Nicht zuletzt muss erwähnt werden, dass eine risikoorientierte Planung Wettbewerbsvorteile für den Planenden schafft, der unter Anwendung der Methoden des quantitativen Risikomanagements Zielkostengarantien einräumen kann, ohne sich selbst in finanzielle Schwierigkeiten zu bringen.

Auch für die Budgetplanung z.B. für die Instandhaltung bei Wohnungsbaununternehmen, bringt die risikothoretische Betrachtung der Planung Vorteile²⁴¹. Wie gezeigt werden kann, lassen sich so Budgets inklusive Risikobeiträgen und Versicherungsstrategien planen.

Projektentwicklung (Industriebauherr)

Die klassische Aufgabe der Industriebauabteilung, die aus der rein vorgebenbezogenen Projektentwicklung bestand, wird heute um moderne Aufgaben erweitert, die auch eine Mitwirkung an Entscheidungsprozessen beinhalten. Das heißt, dass Aufgaben eines professionellen Baunutzungscontrollers wahrgenommen werden, der als interner Consultant das Unternehmen in Fragen des Bauens, der „Bauvermeidung“ und der Standortent-

²³⁹ Basel II, 2001

²⁴⁰ vgl. Blecken 2001 (a), Boenert

²⁴¹ Meinen 2002 (2), Heß

wicklung berät²⁴². Dazu zählt insbesondere die Erarbeitung zuverlässiger Flächenprognosen mit Blick auf die zukünftige Geschäfts- und Unternehmensentwicklung.

Die wesentlichen Punkte sind

- wettbewerbsfähige Standortentwicklung
- effiziente und rechtssichere Projektabläufe
- nachhaltiges Handeln im Unternehmensumfeld
- Aktionsgeschwindigkeit, Servicebereitschaft, interne Beratung
- wirtschaftliches Bauen, Betreiben, Verwerten

Beim Industriebauherren sind die Vorstudien zur Projektentwicklung in die Standortentwicklung eingebettet, sie resultieren aus den Absatzprognosen. Ertragsfragen können in diesem Zusammenhang ausgeblendet werden, da der Ertrag über das zu fertigende Produkt erzielt wird. Das heißt, dass das Immobilienprojekt im Sinne des Unternehmenszwecks nur als Kostenfaktor in die Unternehmensrechnung eingeht.

Außerordentliche Erträge durch die Vermietung von Teilen der Immobilien sind natürlich erwünscht, jedoch nicht leitendes Kalkül der Bauabteilung.

Hoch willkommen sind allerdings Wertzuwächse der Immobilien im zweistelligen Prozentbereich z.B. in Ost- und Südeuropa. Sie spielen als Faktor bei Standortentscheidungen möglicherweise eine Rolle. Das heißt, dass sich Industrieimmobilienentscheidungen aus dem Unternehmenszweck (Produkt-, Produktions-, Umsatzveränderungen), also Unternehmensentscheidungen, herleiten. Sie sind im Sinne der Kostenträgerrechnung Kostenbestandteile des Produktes. Die Bauabteilung ist verantwortlich für diesen Kostenbestandteil (Budgeteinhaltung, Kostensenkung, usw.).

Projektperformance

Der Industriebauherr prüft die Performance anhand des Umlagefaktors (Prozentsatzes) der Immobilienkosten auf das Produkt. Durch die vielfältigen Risiken der Projektentwicklung und der Bauabwicklung sowie der Nutzungs- und Betriebskosten kann dieser Anteil u.U. starken Schwankungen unterlie-

²⁴² vgl. Brandin, 2002

Die Notwendigkeit eines quantitativen Risikomanagementansatzes ist somit offensichtlich, man muss die Bauabteilung methodisch durch Risikomanagement unterstützen.

Quantitatives Risikomanagement

Für die Industriebauabteilung bedeutet ökonomisches Handeln, die Abläufe der Produktions- und Vertriebslogistik zu erkennen, um daraus wirtschaftliche Zielvorgaben auf der Basis unternehmerischer Randbedingungen zu formulieren.²⁴⁶

Dazu bietet sich das Value-at-Risk-Verfahren und eine Versicherung der möglichen Überschäden an. Die Überschadensprämie kann in Form einer Eigenversicherung ermittelt oder am Markt gehandelt werden.

Um eine Grundlage für diese Modelle zu schaffen, müssen alle denkbaren Risiken zunächst identifiziert und dann bewertet werden. Ein besonderes Problem stellt dabei die große Menge der zum Teil schwer zu quantifizierenden Risikofaktoren dar: Der starke Zeitbezug einzelner Bestandteile und deren Langfristcharakter, insbesondere bei der Planung der Betriebskosten und der Flächennutzung.

Immobilienprojekte

Bei der Finanzierung von *Immobilienprojekten* ist neben dem Liquiditäts- und Zinsrisiko der Beleihungswert entscheidend für die Kreditvergabe. Üblicherweise werden Hypothekarkredite und Nachrangige Darlehen bis zu einer Höhe von 80% des Beleihungswertes vergeben²⁴⁷. Die Besicherung erfolgt zu 100% durch den Liquidationswert der zu finanzierenden Immobilie. Risikobehaftete Investitionskostenanteile werden nicht fremdfinanziert. Daher fallen die Zinskonditionen bei diesen Krediten noch günstig aus. Die restlichen ca. 20% des Investitionsvolumens verbleiben gewöhnlich beim Projektinitiator, der den fehlenden Anteil durch Eigenkapital decken muss.

²⁴⁶ Brandin, 2002

²⁴⁷ vgl. Schulte, 1998, S.460; Maier, 1999, S.88

Bei der Mezzaninefinanzierung erfolgt die Besicherung ebenfalls durch die Immobilie selbst. Neben einer Beteiligung am Projekterfolg (equity-kicker) soll das erhöhte Risiko zusätzlich durch Mitspracherechte des Mezzaninekreditgebers kontrollierbarer werden. Daher wird der Mezzaninekredit zu den eigenkapitalähnlichen Finanzierungsformen gezählt²⁴⁸.

Trotzdem stellt sich die Frage, in welcher Höhe Zinszuschläge zur Risikoabsicherung angesetzt werden sollten und welcher Finanzierungsrahmen im Hinblick auf das Risiko sinnvoll ist.

Es können darüber hinaus auch weitere Fragen diskutiert werden, z.B. in welcher Form vorhandenes Eigenkapital genutzt werden kann und wie sich Fonds-Strukturen, insbesondere offene Fonds, auf die Finanzierungssituation auswirken. Die hier aufgeführten Ansätze und Methoden des quantitativen Risikomanagements können einen Beitrag zur Beantwortung leisten.

C.2 Liquiditätsmanagement als Ergänzung zur Kapitalbetrachtung

Um die Handlungsfähigkeit des Unternehmens zu erhalten und so den eingangs formulierten Unternehmenszielen²⁴⁹ zu entsprechen, muss Liquidität auch unter Risiko vorhanden sein. „Das finanzielle Gleichgewicht eines Unternehmens ist gesichert, wenn über alle (infinitesimal kleinen) Planungsperioden gilt: $\text{Einzahlungen} \geq \text{Ausgaben}$.“²⁵⁰ Da in der Realität aber keine Planung unter vollkommener Voraussicht möglich ist, muss die Finanzplanung dem Risiko Rechnung tragen.²⁵¹

Im Hinblick auf den Shareholder Value Ansatz, bei dem das Unternehmensziel auf die Forderungen der Eigenkapitaleigner nach Rentabilität und Kapitalerhaltung (Erfolgsziel) ausgerichtet ist, so lässt sich dieses nur unter stets ausreichender Liquidität erreichen. Denn, „das Erfolgsziel steht in wechselseitiger Beziehung zum Liquiditätsziel:

Einerseits haben Gewinnerzielung und Gewinnverwendung Einfluss auf die Liquidität. Andererseits kann das Ziel langfristiger Gewinnmaximierung nur

²⁴⁸ vgl. Schulte, 1998, S. 461

²⁴⁹ vgl. Teil I, Abschnitt B.1

²⁵⁰ Wöhe 2002, S. 667

²⁵¹ vgl. Wöhe 2002, S. 667

unter der Nebenbedingung der Aufrechterhaltung der Zahlungsbereitschaft verfolgt werden. Unternehmerische Tätigkeit ist (durch Insolvenzantrag) zu beenden, sobald fällige Zahlungsverpflichtungen nicht eingelöst werden können.“²⁵²

In der Rezession erhält die Liquiditätsvorsorge den Vorrang in den Unternehmen (Polster-Effekt), insbesondere da die Risikobereitschaft der Banken bei der Bereitstellung finanzieller Mittel gegenüber Phasen des Aufschwungs zurück geht²⁵³.

Aus diesen Gründen ist die Einbeziehung der Liquiditätsproblematik in die geführte Risikodiskussion notwendig. Die Verwendbarkeit der in dieser Arbeit beschriebenen Methodik und der Risikomessgröße Value-at-Risk ist ebenso wie bei den kapitalbezogenen Betrachtungen gegeben. Anhand zweier Beispiele kann dies gezeigt werden. Im zweiten Beispiel lässt sich zudem der Zusammenhang mit dem Rating verdeutlichen.

C.2.1 Risiko und Liquidität

„Bei vollkommener Voraussicht benötigt man keine Zahlungsmittelbestände, sofern Ein- und Auszahlungen koordiniert sind. Bei Planungsunsicherheit ist das anders: Unternehmen, die über ein starkes Liquiditätspolster, also über einen großen Zahlungsbereich verfügen, können unvorhergesehene Zahlungsmitteldefizite durch einen Rückgriff auf den vorhandenen Pufferbestand ausgleichen.“²⁵⁴

Liquidität lässt sich u.U. befristet durch Verzögerung von Zahlungen (z.B. an Lieferanten), Kontokorrentkredite oder Akzeptanz der kurzfristigen Überziehung der Kreditlinie durch die Bank schaffen.

Abgesehen von diesen Möglichkeiten muss das Unternehmen aber stets ausreichende Zahlungsmittel z.B. aus der freien Liquidität (Kasse, Bank, Postcheck), oder kurzfristig liquidierbaren Vermögensanteilen (Forderungen aus Lieferungen und Leistungen, fertige Bauten, Rohstoffe) bereitstellen können.²⁵⁵

²⁵² Wöhe 2002, S. 102

²⁵³ vgl. Teichmann, 1997, S. 73

²⁵⁴ Wöhe 2002, S. 668

²⁵⁵ vgl. Wöhe 2002, S. 668

Probleme ergeben sich dann, wenn z.B. aufgrund zu geringer Deckungsbeiträge plötzlich auftretende Schäden nicht durch den vorhandenen cash-flow gedeckt werden können.

Eine Finanzplanung, die Gewinnmaximierung und finanzielles Gleichgewicht im Auge behalten will, steht also vor der Aufgabe, die günstigste Finanzierungsalternative und das optimale Liquiditätspolster zu ermitteln, wobei bei gegebener Zahlungsstromerwartung die Wahl des optimalen Liquiditätspolsters von der Risikoneigung des Unternehmens und den Kapitalkosten (Zinsentgang bei Kassenhaltung) abhängt.²⁵⁶

Im Rahmen der hier geführten Risikodiskussion wäre nun interessant zu klären, wie groß der cashflow des Bauunternehmens sein muss und mit welchem Anteil an kurzfristig liquidierbaren Vermögensanteilen operiert werden sollte, um damit Liquiditätsengpässe abfangen zu können (prospektive Kapitalflussrechnung²⁵⁷). Dabei sind auch die Kosten bei der Liquidierung von Vermögensteilen zu berücksichtigen.

Die Aufgabe wäre somit, ein optimales Verhältnis von notwendigem cashflow und schnell liquidierbarem Vermögen in Bezug auf ein entsprechendes Risikoniveau zu finden, vgl. Bild 44.

Folgende Maximen sollten nach Wöhe beachtet werden:²⁵⁸

1. Wahl der kostenminimalen Finanzierungsalternative
2. Verhindern von Überliquidität und Minimierung von Zinsverlusten
3. Verhindern von Unterliquidität und Minimierung des Insolvenzrisikos

²⁵⁶ vgl. Wöhe 2002, S. 668

²⁵⁷ vgl. Wöhe 2002, S. 955 f

²⁵⁸ Wöhe 2002, S.669

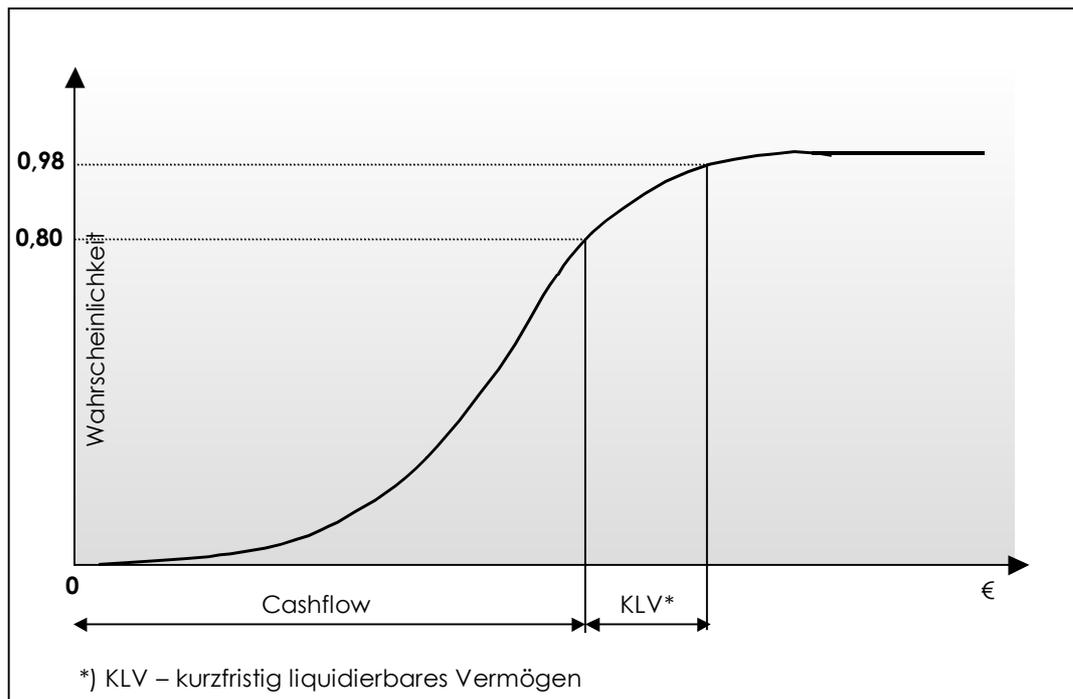


Bild 44: Verteilungsfunktion: kurzfristiger Liquiditätsbedarf und Mittelherkunft

C.2.2 Besonderheit der Bauindustrie

Im Jahres- und Projektverlauf ergeben sich für ein Bauunternehmen besonders sensible Zeitpunkte im Bezug auf die Liquidität.

Die folgende Grafik zeigt qualitativ den Verlauf der Ein- und Auszahlungen über das Jahr. Typischerweise geht die Leistung der Bauunternehmen im Winter und Frühjahr zurück und steigt ab Mai bis Oktober stark.

Die Auszahlungen sind dabei aktuell an die Leistung gebunden, wogegen die Einzahlungen erst zeitverzögert in Form von Abschlagszahlungen verbucht werden können.²⁵⁹ Hier können sich Liquiditätsengpässe ergeben, die auch risikothoretisch untersucht werden sollten.

²⁵⁹ vgl. auch Jacob 2002, S. 310 f

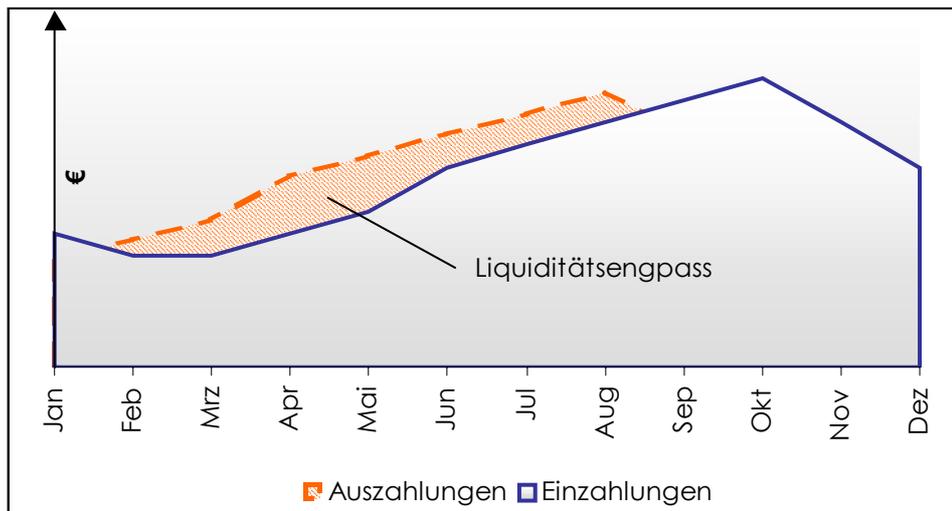


Bild 45: Typischer Verlauf der Ein- und Auszahlungen bei Bauunternehmen

Durch den Saisoncharakter zeigen die, üblicherweise zum 31.12. aufgestellten Bilanzen der Bauindustrie, „nicht die durchschnittliche, sondern meist die höchste Liquidität des Jahres und nicht die durchschnittliche Beanspruchung laufender Bankkredite, sondern den niedrigsten Kreditstand: „Der beginnende Winter bedeutet für das Bauunternehmen die schwächste Kapitalbeanspruchung während des Jahres. Den steigenden Einnahmen aus Abschlagszahlungen für Leistungen aus in den Hauptmonaten und auch aus Schlusszahlungen für in diesen Monaten fertiggestellten Bauten stehen geringere Ausgaben für die stark verringerte Bauleistung gegenüber.“²⁶⁰

C.2.3 Liquiditätserhaltung am Beispiel eines Handwerksunternehmens

Anhand einer beispielhaften Liquiditätsplanung soll nachfolgend die zuvor beschriebene Problematik erläutert werden. Saisonale Effekte werden zur Vereinfachung ausgeklammert.

Mit den Risikomanagementansätzen dieser Arbeit können Risikokosten dargestellt, die Liquidität berechnet und so mit kleinstmöglichen Deckungsbeiträgen je Projekt operiert werden. So ist eine optimale Positionierung im Wettbewerb möglich. Gleichzeitig besteht der Schutz vor drohender Insolvenz.

²⁶⁰ Leimböck 1997, S. 154

Auftragssituation

Zunächst sollte das Kalkulationsrisiko des Unternehmens eingeschätzt werden. Dazu können Vergangenheitsdaten behilflich sein. Je besser dieses Risiko bekannt ist, desto genauer fallen die Ergebnisse der Berechnung aus.

Bei dem Beispielunternehmen gibt es drei Auftragsgruppen.

Gruppe 1:

- Aufträge mit (im Mittel) 2.500 € Selbstkosten
- die mittlere Abweichung von den kalkulierten Selbstkosten beträgt 10%
- in dieser Gruppe fallen die meisten Aufträge im Jahr an

Gruppe 2:

- Aufträge mit (im Mittel) 6.000 € Selbstkosten
- die mittlere Abweichung von den kalkulierten Selbstkosten beträgt 10%
- in dieser Gruppe fallen wenige Aufträge im Jahr an

Gruppe 3:

- Aufträge mit (im Mittel) 25.000 € Selbstkosten
- die mittlere Abweichung von den kalkulierten Selbstkosten beträgt 10%
- in dieser Gruppe fallen nur ein bis zwei Aufträge im Jahr an

Mit risikomathematischen Methoden kann unter Berücksichtigung eines bestimmten Sicherheitsniveaus die spezifische Risikosumme ("Value-at-Risk") je Gruppe ermittelt werden.²⁶¹

²⁶¹ vgl. Teil I, Abschnitt C.3

Die Planung für das kommende Geschäftsjahr könnte z.B. folgendermaßen aussehen:

	I Quartal						je Projekt
	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Selbstkosten (kalkuliert)	2,50	T€	6,00	T€	25,00	T€	je Quartal
mittlere Abweichung	0,25	T€	10%	0,60	T€	10%	
Aufträge	40	Stk	10	Stk	1	Stk	
Gesamt-Selbstkosten (kalkuliert)	100,00	T€	60,00	T€	25,00	T€	
Sicherheitsniveau	95%		95%		95%		
Value-at-Risk	2,60	T€	3,12	T€	4,11	T€	
Selbstkosten Quartal gesamt (kalkuliert)	185,00 T€						

	II Quartal						je Projekt
	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Selbstkosten (kalkuliert)	2,50	T€	6,00	T€	25,00	T€	je Quartal
mittlere Abweichung	0,25	T€	10%	0,60	T€	10%	
Aufträge	70	Stk	5	Stk	0	Stk	
Gesamt-Selbstkosten (kalkuliert)	175,00	T€	30,00	T€	0,00	T€	
Sicherheitsniveau	95%		95%		95%		
Value-at-Risk	3,44	T€	2,21	T€	0,00	T€	
Selbstkosten Quartal gesamt (kalkuliert)	205,00 T€						

	III Quartal						
	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Selbstkosten (kalkuliert)	2,50 T€		6,00 T€		25,00 T€		je Projekt
mittlere Abweichung	0,25 T€	10%	0,60 T€	10%	2,50 T€	10%	
Aufträge	65 Stk		4 Stk		0 Stk		je Quartal
Gesamt-Selbstkosten (kalkuliert)	162,50 T€		24,00 T€		0,00 T€		
Sicherheitsniveau	95%		95%		95%		
Value-at-Risk	3,32 T€		1,97 T€		0,00 T€		
Selbstkosten Quartal gesamt (kalkuliert)	186,50 T€						

	IV Quartal						
	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Selbstkosten (kalkuliert)	2,50 T€		6,00 T€		25,00 T€		je Projekt
mittlere Abweichung	0,25 T€	10%	0,60 T€	10%	2,50 T€	10%	
Aufträge	40 Stk		1 Stk		0 Stk		je Quartal
Gesamt-Selbstkosten (kalkuliert)	100,00 T€		6,00 T€		0,00 T€		
Sicherheitsniveau	95%		95%		95%		
Value-at-Risk	2,60 T€		0,99 T€		0,00 T€		
Selbstkosten Quartal gesamt (kalkuliert)	106,00 T€						

Jahresselbstkosten (kalkuliert) 682,50 T€

Bild 46: Planung des operativen Geschäfts inkl. Risikosummen

Liquiditätsplanung

Der Value-at-Risk (VaR) sollte der folgenden Liquiditätsplanung zugrunde gelegt werden. Anhand von drei Szenarien werden die Auswirkungen der Berücksichtigung oder Nicht-Berücksichtigung dieser Risikosumme veranschaulicht.

Szenario A:

Gewinn 1%, kein Wagniszuschlag, keine Berücksichtigung der Risikosumme.

Offensichtlich ist die Liquidität bei diesem Szenario ausreichend. Allerdings werden die realen Bedingungen so nicht abgebildet. Bei der Berechnung mit Mittelwerten (übliche Kalkulation) wird das Risiko vollkommen vernachlässigt.

Liquiditätsplanung	Geschäftsjahr (Quartale)				Gesamt
	I	II	III	IV	
Einzahlungen					
Sonst. betriebliche Erträge	6,00	6,00	6,00	3,00	21,00
Zahlung 30 Tage	100,00	175,00	162,50	100,00	
Zahlung 60 Tage	60,00	30,00	24,00	6,00	
Zahlung 90 Tage ²⁶²	0,00	25,00	0,00	0,00	
kalkulierter Gewinn:	1,60	2,30	0,00	1,06	4,96
Auszahlungen					
Personalaufwand	129,50	143,50	130,55	74,20	477,75
Materialaufwand	46,25	51,25	46,63	26,50	170,63
sonstige Aufwendungen	2,86	2,91	2,77	1,57	10,11
Neutrale Aufwendungen (Steuern)	0,84	1,19	0,96	0,55	3,54
Investitionen					
Zinsaufwand	5,55	6,15	5,60	3,18	20,475
Tilgungen	160,00	230,00	186,50	106,00	682,50
Risikosumme (VaR)	0	0	0	0	0
Summe Einzahlungen	167,60	238,30	192,50	110,06	708,46
Summe Auszahlungen	345,00	435,00	373,00	212,00	1365,00
Über-/Unterd. je Periode	-177,40	-196,70	-180,50	-101,94	-656,54
Finanzierung:					
Kontokorrentkredit	185,00	205,00	186,50	106,00	682,50
Liquidität je Periode	7,60	8,30	6,00	4,06	
Liquidität kumulativ	7,60	15,90	21,90	25,96	25,96

Bild 47: Liquiditätsplanung ohne Wagniszuschlag, ohne Berücksichtigung der Risikosumme, Gewinn 1%

²⁶² Durch die 30/60/90 Tage Zahlungsverzögerung können Selbstkosten aus Aufträgen im aktuellen Quartal erst im folgenden Quartal durch Zahlungseingänge ausgeglichen werden.

Szenario B:

Gewinn 1%, kein Wagniszuschlag mit Berücksichtigung der Risikosumme.

Wird die Risikosumme (VaR) unter gleichen Randbedingungen wie zuvor berücksichtigt, ist zu erkennen, dass bereits im ersten Quartal des kommenden Geschäftsjahres eine Unterdeckung zu verzeichnen ist. Die Fortführung der Geschäfte ist so nicht mehr möglich. Nur zusätzliche liquide Mittel, z.B. durch eine Kapitaleinlage oder Liquidierung von Vermögensgegenständen, können das Unternehmen retten. Die Kreditwürdigkeit ist jedoch fraglich.

Liquiditätsplanung	Geschäftsjahr (Quartale)				Gesamt
	I	II	III	IV	
Einzahlungen					
Sonst. Betriebl. Erträge	6,00	6,00	6,00	3,00	21,00
Zahlung 30 Tage	100,00	175,00	162,50	100,00	
Zahlung 60 Tage	60,00	30,00	24,00	6,00	
Zahlung 90 Tage ²⁶³	0,00	25,00	0,00	0,00	
kalkulierter Gewinn:	1,60	2,30	0,00	1,06	4,96
Auszahlungen					
Personalaufwand	129,50	143,50	130,55	74,20	477,75
Materialaufwand	46,25	51,25	46,63	26,50	170,63
sonstige Aufwendungen	2,86	2,91	2,77	1,57	10,11
Neutrale Aufwendungen (Steuern)	0,84	1,19	0,96	0,55	3,54
Investitionen					
Zinsaufwand	5,55	6,15	5,60	3,18	20,475
Tilgungen	160,00	230,00	186,50	106,00	682,50
Risikosumme (VaR)	9,83	5,65	5,29	3,59	24,36
Summe Einzahlungen	167,60	238,30	192,50	110,06	708,46
Summe Auszahlungen	354,83	440,65	378,29	215,59	1389,36
Über-/Unterd. je Periode	-187,23	-202,35	-185,79	-105,53	-680,90
Finanzierung:					
Kontokorrentkredit	185,00	205,00	186,50	106,00	682,50
Liquidität je Periode	-2,23	2,65	0,71	0,47	
Liquidität kumulativ	-2,23	0,42	1,13	1,60	1,60

Bild 48: Liquiditätsplanung ohne Wagniszuschlag, mit Berücksichtigung der Risikosumme, Gewinn 1%

²⁶³ Durch die 30/60/90 Tage Zahlungsverzögerung können Selbstkosten aus Aufträgen im aktuellen Quartal erst im folgenden Quartal durch Zahlungseingänge ausgeglichen werden.

Szenario C:

Das letzte Szenario zeigt, wie die Liquidität unter Beachtung der Risikosituation erhalten bleiben kann. Dabei wurde die zur Verfügung stehende Grundliquidität (vgl. Szenario A: Liquidität ohne Risikobetrachtung) berücksichtigt. Es zeigt sich, dass ein Sicherheitsniveau von nur 70% für die Berechnung von Wagniszuschlägen zugrundegelegt werden muss. Die Restspanne bis zum 95%-Sicherheitsniveau kann durch die verfügbare Grundliquidität aufgefangen werden.

Liquiditätsplanung	Geschäftsjahr (Quartale)				Gesamt
	I	II	III	IV	
Einzahlungen					
Sonst. Betriebl. Erträge	6,00	6,00	6,00	3,00	21,00
Zahlung 30 Tage	100,00	175,00	162,50	100,00	537,50
Zahlung 60 Tage	60,00	30,00	24,00	6,00	120,00
Zahlung 90 Tage ²⁶⁴	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00
kalkulierter Gewinn:	1,60	2,30	0,00	1,06	4,96
kalkuliertes Wagnis:	3,14	1,80	1,69	1,14	7,77
Auszahlungen					
Personalaufwand	129,50	143,50	130,55	74,20	477,75
Materialaufwand	46,25	51,25	46,63	26,50	170,63
sonstige Aufwendungen	2,85	2,90	2,76	1,56	10,07
Neutrale Aufwendungen (Steuern)	0,85	1,20	0,97	0,56	3,58
Investitionen					
Zinsaufwand	5,55	6,15	5,60	3,18	20,475
Tilgungen	160,00	230,00	186,50	106,00	682,50
Risikosumme (VaR)	9,83	5,65	5,29	3,59	24,36
Summe Einzahlungen	170,74	240,10	194,19	111,20	716,23
Summe Auszahlungen	354,83	440,65	378,29	215,59	1389,36
Über-/Unterd. je Periode	-184,10	-200,55	-184,10	-104,38	-673,13
Finanzierung:					
Kontokorrentkredit	185,00	205,00	186,50	106,00	682,50
Liquidität je Periode	0,90	4,45	2,40	1,62	
Liquidität kumulativ	0,90	5,35	7,75	9,37	9,37

Bild 49: Liquiditätsplanung mit Wagniszuschlag und mit Berücksichtigung der Risikosumme, Gewinn 1%

²⁶⁴ Durch die 30/60/90 Tage Zahlungsverzögerung können Selbstkosten aus Aufträgen im aktuellen Quartal erst im folgenden Quartal durch Zahlungseingänge ausgeglichen werden.

Zusammenfassung

Das Beispiel zeigt, dass mit Hilfe des Value-at-Risk eine risikobezogene Liquiditätsplanung mit differenziertem Sicherheitsniveau und quantitativen Größen möglich ist. Damit zeigt sich auch, dass eine reine Mittelwertplanung u.U. nicht ausreichend ist, um die Liquidität trotz gewisser Finanzmittelpuffer zu erhalten.

Da es sich bei den Berechnungen um Plandaten handelt, ist dringend zu empfehlen, dass alle Entwicklungen fortgeschrieben werden. Dies betrifft den Auftragsbestand ebenso wie die Abweichungen bei der Kalkulation. Ggf. muss das Risikoniveau den neuen Gegebenheiten angepasst werden.

Um den Schritt von der reinen Liquiditätssicherung zum rentabilitätsorientierten Risikomanagement zu schaffen, können die gezeigten Methoden als strategisches Element der Unternehmensführung eingesetzt werden. Somit können bisher ungeliebte Schadensbegrenzungsmaßnahmen zum erfolgsorientierten Finanzmanagement oder Finanzmarketing avancieren. Das Augenmerk wird dabei auf die verbesserte Allokation von Fremdkapital und optimierte Positionierung des eigenen Kapitals gerichtet.²⁶⁵ In Hinblick auf die Anforderungen bei der Kreditvergabe nach Basel II erscheint eine solche Ausrichtung sehr zeitgemäß.

²⁶⁵ Maier, 1996

C.2.4 Rating

Nach den neuen Kreditvergaberegeln des Baseler Ausschusses für Bankenaufsicht²⁶⁶ wird den Kreditinstituten eine genauere Begutachtung der Kreditnehmer auferlegt. Kredite an Kunden mit geringerer Bonität müssen von Seiten der Bank mit höheren Eigenkapitalanteilen unterlegt werden. Die Institute stimmen darin überein, dass in Zukunft, falls es nicht schon heute geschieht, ein Rating der Kreditnehmer durchzuführen ist. Dazu sucht man nach branchengerechten Ratingmethoden, die im Rahmen des Konsultationspapiers auch besonders erwünscht sind²⁶⁷.

Die etablierten Ratingverfahren können durch die branchentypischen Komponenten nur ergänzt werden. Die in der Insolvenzforschung identifizierten Krisensymptome und -ursachen sind bereits nachweislich in die bestehenden Ratingmethoden integriert.²⁶⁸ Baubezogene Ratingverfahren werden daher keine Trendwende des Ratings herbeiführen, aber an spezifischen Stellen klarere Ergebnisse liefern.

Vergleichsweise niedrige Eigenkapitalanteile zeichnen die Baubranche in Deutschland aus.²⁶⁹ Diese Tatsache wird unweigerlich, mit oder ohne Rating, dazu führen, dass Kredite aufgrund der fehlenden Besicherungsfähigkeit nicht vergeben werden.²⁷⁰ Weithin üblich ist ohnehin schon die Absicherung des investierten Fremdkapitals durch persönliche Bürgschaften der Gesellschafter.

Die Kosten des Fremdkapitals setzen sich aus den Bestandteilen Liquiditätsrisikoprämie (LP), Konkursrisikoprämie (DRP), Zinsrisikoprämie (MRP), Inflationsrisikoprämie (IP) und dem nominalen, risikofreien Zins (k^* - vgl. Staatsanleihen) zusammen²⁷¹. Zudem kann im Rahmen von Basel II auch die Eigenkapitalun-

²⁶⁶ Basel II, 2001

²⁶⁷ vgl. Basel II, 2001, Teil III, B. 2(ii)

²⁶⁸ vgl. Gleißner, 2002, S.67 ff; Böckenförde, 1996, S. 22 ff

²⁶⁹ vgl. z.B. Trockenbau, 2002, S. 11

²⁷⁰ vgl. Linden, 2001

²⁷¹ Brigham, 2001, S.203 f

terlegung der Banken zu einer Erhöhung der Fremdkapitalkosten führen. Dies wird dann der Fall sein, wenn das Kreditinstitut aufgrund eines schlechten Ratings höhere Anteile an Eigenkapital unterlegen muss. Die dadurch entstehenden Kapitalkosten werden an den Kreditnehmer weitergegeben.²⁷²

Der Kreditverlust des Kreditgebers errechnet sich im wesentlichen aus den zwei Komponenten Ausfallwahrscheinlichkeit (Ausfallquote) und Konkursmasse (Rückzahlungsquote)²⁷³. Nachdem die Rückzahlungsquote aus dem bekannten betriebswirtschaftlichen Zahlenmaterial errechnet werden kann, sind die Methoden der branchengerechten Ermittlung von Ausfallwahrscheinlichkeiten (Rating) noch unterentwickelt.²⁷⁴

Nachfolgend wird das Rating nach bankenüblichen Verfahren für ein Beispiel-Bauunternehmen berechnet. Danach folgt die Ermittlung der Ausfallquote anhand einer baubetrieblichen Sichtweise. Aus dieser Perspektive werden abschließend objektive Kriterien für das baubranchenbezogene Rating abgeleitet.

²⁷² vgl. Wolf, 2003, S.4; Krämer-Eis, 2001

²⁷³ vgl. u.a.: Hamerle 2002, Wilson 1997, Gonzenbach 2000, Rolfes 2000, S.541, Abb. 9

²⁷⁴ vgl. del Mestre, 2001

Das Rating nach etablierten Standardmethoden

Die Bilanz eines Beispielunternehmens könnte sich wie folgt darstellen:²⁷⁵

Aktiva	aktuell [T€]	Vorjahr [T€]	Vorvorjahr [T€]
Grundstücke und Gebäude	150	30	60
Maschinen	750	705	590
Betriebs- und Geschäftsausstattung	105	78	76
Fahrzeuge	75	54	62
Sonstiges	20	13	33
Finanzanlagen		50	50
Anlagevermögen	1100	1030	871
Rohstoffe, Waren	230	200	63
unfertige Erzeugnisse	105	600	650
fertige Erzeugnisse inkl. nicht abgerechneter Bauleistungen	2050	1867	1500
geleistete Anzahlungen	80	120	125
Kundenforderungen	420	400	160
flüssige Mittel	97	100	216
Umlaufvermögen	2982	3287	2714
Bilanzsumme	4082	4317	3585

Passiva	aktuell	Vorjahr	Vorvorjahr
Eigenkapital	126	185	150
Rückstellungen	20	103	15
langfristige Kredite	1200	1089	1160
kurzfristige Kredite	1880	1880	1860
erhaltene Anzahlungen	256	350	200
Verbindlichkeiten aus Waren, Lieferungen und Leistungen	450	450	190
sonstige Verbindlichkeiten	150	260	10
Fremdkapital	3956	4132	3435
Bilanzsumme	4082	4317	3585

Tab. 38: Bilanz eines Beispiel-Bauunternehmens

²⁷⁵ ZDB, 2001, S.25

GUV	aktuell [T€]	Vorjahr [T€]	Vorvorjahr [T€]
Umsatzerlöse	9150	9500	10000
Bestandsveränderung	-495	-128	-356
Gesamtleistung	8655	9372	9644
Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffe, sowie bezogene Waren	-2600	-2760	-2800
Fremdleistungen	-957	-987	-1077
Rohertrag	5098	5625	5767
Personalaufwand	-3650	-3725	-3700
Miet- und Leasingaufwand	-281	-297	-297
KFZ-Aufwand	-87	-120	-140
Werbeaufwand	-43	-36	-60
Vertriebsaufwand	-39	-42	-43
Instandhaltung	-268	-306	-362
sonstige betriebliche Aufwendungen	-480	-580	-610
Abschreibungen	-256	-294	-281
Zinsergebnis	-102	-170	-185
davon Zinsertrag	8	50	60
davon Zinsaufwand	-200	-220	-245
Betriebsergebnis	-108	55	89
Steuern	50	-20	-32
Jahresergebnis	-58	35	57

Tab. 39: Gewinn-und-Verlust-Rechnung eines Beispielunternehmens

Mit Hilfe von üblichen, bankeninternen Methoden kann damit ein Rating berechnet werden.²⁷⁶ Die qualitativen Faktoren des Ratings werden dabei moderat bewertet. Für branchenspezifische Faktoren werden allgemeine Trends der Gesamtbranche zugrunde gelegt.

Es ergibt sich die **Ratingklasse B** (Ausfallwahrscheinlichkeit 6,08 %). Schon aufgrund dieser Kategorisierung durch die Ausfallwahrscheinlichkeit wird die Kreditakquisition neben dem Problem der Bereitstellung von Sicherheiten ausgeschlossen sein.

²⁷⁶ Haufe, 2003; zum Zusammenhang von Bilanzkennzahlen und Ratingklassen vgl. auch Gänßlen, 2002, S. 280

Ratingklasse	idealisiert	historisch	Klassenbeschreibung
AAA	0,01%	0,00%	Sehr gut: Höchste Bonität; nahezu kein Ausfallrisiko
AA+	0,02%	0,00%	Sehr gut bis gut: hohe Zahlungswahrscheinlichkeit, geringes Ausfallrisiko
AA	0,03%	0,00%	
AA-	0,04%	0,03%	
A+	0,05%	0,02%	Gut bis befriedigend: angemessene Deckung von Zins und Tilgung; Risikoelemente vorhanden, die sich bei Veränderung des wirtschaftlichen Umfelds negativ auswirken
A	0,07%	0,02%	
A-	0,09%	0,02%	
BBB+	0,13%	0,12%	Befriedigend: angemessene Deckung von Zins und Tilgung; spekulative Elemente oder mangelnder Schutz gegen Veränderungen des wirtschaftlichen Umfelds vorhanden
BBB	0,22%	0,22%	
BBB-	0,39%	0,35%	
BB+	0,67%	0,44%	Ausreichend: mäßige Deckung von Zins und Tilgung (auch in einem guten wirtschaftlichen Umfeld)
BB	1,17%	0,94%	
BB-	2,03%	1,33%	
B+	3,51%	2,91%	Mangelhaft: geringe Deckung von Zins und Tilgung
B	6,08%	8,38%	
B-	10,54%	10,32%	
CCC/CC	18,27%	21,94%	Ungenügend: Niedrigste Qualität 'lebender' Engagements, geringster Anlegerschutz, akute Gefahr des Zahlungsverzugs
SD/D			Zahlungsunfähig: in Zahlungsverzug

Tab. 40: Ratingklassen und Ausfallraten²⁷⁷

²⁷⁷ nach Standard & Poor's, 2001

Baubetriebliches Rating

Das baubetriebliche Rating kann an Indikatoren ausgerichtet werden, wie sie in den vorangegangenen Abschnitten zur Risikogestaltung beschrieben worden sind. Zur Berechnung des Risikopotentials werden versicherungsmathematische Berechnungsmethoden²⁷⁸ herangezogen. Die Ausfallwahrscheinlichkeit kann mit Hilfe des cashflows bestimmt werden.²⁷⁹

Um die folgenden Berechnungen übersichtlich zu halten, wird hier eine einfache, praxisnahe Formel für den cashflow verwendet. Sie setzt sich aus den Komponenten

$$\begin{array}{l} \text{Jahresüberschuss} \\ + \text{Abschreibungen} \\ + / - \text{Veränderung Pensionsrückstellungen} \\ \hline = \text{cashflow} \\ \hline \hline \end{array}$$

zusammen.

Es wird weiterhin unterstellt, dass das Unternehmen dann insolvent ist, wenn der cashflow gleich Null wird.

²⁷⁸ vgl. Teil I, Abschnitt C.3.3, S. 57 ff

²⁷⁹ nach Gänßlen, 2002, S.279, gehört die Cashflow-Analyse zu den Bestandteilen der etablierten Ratingverfahren

cashflow und Risiko

Die folgende Skizze verdeutlicht die Zusammenhänge und das Verfahren zur Ermittlung des Risikos.

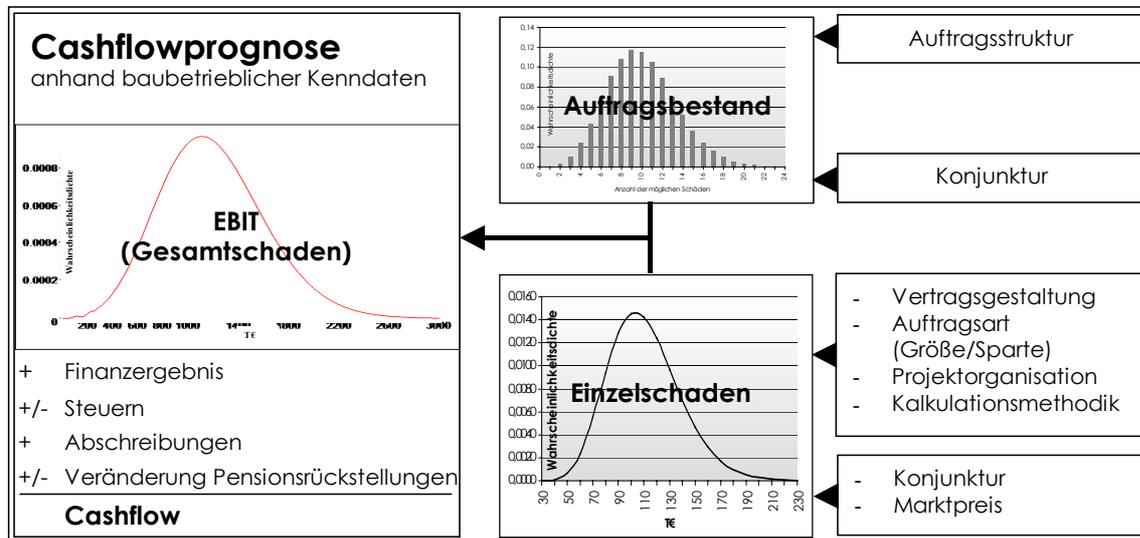


Bild 50: Cashflowprognose anhand baubetrieblicher Kenndaten

Wie Bild 50 verdeutlicht, so wird die Cashflowprognose von vielen verschiedenen Faktoren bestimmt, die im einzelnen detailliert analysiert und in die entsprechenden Verteilungsfunktionen integriert werden müssen. Zur Entwicklung der verschiedenen Bestände und Einzelschadensverteilungen können Verfahren verwendet werden, wie sie bereits in Teil II dargelegt wurden. Zu den jeweiligen Einzelheiten sei auf die entsprechenden Unterabschnitte verwiesen.

Berechnung:²⁸⁰

$Q_i(x)$ = Einzelschadensverteilung Auftragsbestand i

p_{ri} = Dichte Auftragsbestand i

$F(x)$ = Verteilung Finanzergebnis

$S(x)$ = Verteilung Steuern

$A(x)$ = Verteilung Abschreibungen

$R(x)$ = Verteilung Rückstellungen

$E(x)$ = Verteilungsfunktion EBIT

$$E(x) = \prod_{i=1}^n \left[\sum_{r=0}^{\infty} p_{r,i} Q_i^{*r}(x) \right]$$

Gleichung 137

CF(x) = Verteilung cashflow

²⁸⁰ unter Annahme stochastischer Unabhängigkeit der Einzelverteilungen

$$CF(x_{CF}(x_{B,r}, x_F, x_S, x_A, x_R)) = \left(\left(\left(\prod_{i=1}^n \left[\sum_{r=0}^{\infty} p_{r,i} Q_i^{*r}(x_{B,r}) \right] * F(x_F) \right) * S(x_S) \right) * A(x_A) \right) * R(x_R) \quad \text{Gl. 138}$$

$CF(0)$ = Ausfallwahrscheinlichkeit

Im Rahmen des hier vorgestellten Beispiels werden die Berechnungen vereinfacht. Dies reicht zur anschaulichen Darstellung des Sachverhaltes aus. Aufgrund der hier fehlenden Datengrundlagen, die allerdings in der Praxis vorhanden sind, würde eine detailliertere Betrachtung keine aussagefähigeren Ergebnisse liefern.

Baubetriebliches Rating, Beispiel

Zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit anhand baubetrieblicher Faktoren werden zusätzlich zu den Werten der Bilanz und GuV die folgenden Kenngrößen zugrunde gelegt:

Auftragsbestand

	Prognose	2000	1999	1998
Bausumme Ø 300 T€	15	16	17	18
Bausumme Ø 900 T€	5	5	5	5

Baupreisentwicklung:

- 1% je Jahr

Zur Ermittlung des cashflows werden zudem folgende Annahmen getroffen:

Abschreibungen	277 T€
Finanzergebnis	-80 T€
Steuern	33 T€

Berechnung des mittleren cashflows für das folgende Geschäftsjahr:Berechnungsgrundlagen

$Q_i(x)$ = normalverteilt mit den Parametern

k = Korrekturfaktor Konjunktur (Preisverfall) = -1%

μ_i = mittlerer Gewinn (Auftragsgruppe i)

σ_i = Standardabweichung Gewinn (Auftragsgruppe i)

$$\Rightarrow Q_i(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi a_i \sigma_i}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-a_i(\mu_i+k))^2}{(a_i \sigma_i)^2}} dx \quad \text{Gleichung 139}$$

,

$\mu_1 = 9\%$; $a_1 = 300$ T€, $\sigma_1 = 17\%$, $a_2 = 900$ T€, $\mu_2 = -3\%$, $\sigma_2 = 14\%$

Erwartungswert Auftragsbestand 1: $E(P_{r1}) = 15$

Erwartungswert Auftragsbestand 2: $E(P_{r2}) = 5$

Erwartungswert Finanzergebnis: $E(X_F) = -80$ T€

Erwartungswert Steuern: $E(X_S) = -33$ T€

Erwartungswert Abschreibungen: $E(X_A) = 277$ T€

Erwartungswert Rückstellungen: $E(X_R) = 0$

=> cashflow:

$$\begin{aligned} \mu_{cf} &= E(P_{r1}) \times a_1 \times (\mu_1 + k) + E(P_{r2}) \times a_2 \times (\mu_2 + k) + E(X_F) + E(X_S) + E(X_A) \\ &= 15 \times 300 \times (0,09 - 0,01) + 5 \times 900 \times (-0,03 - 0,01) - 80 - 33 + 277 = 344 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cf} &= \sqrt{(a_1 \cdot \sigma_1)^2 \cdot E(P_{r1}) + (a_2 \cdot \sigma_2)^2 \cdot E(P_{r2})} \\ &= \sqrt{(300 \cdot 0,17)^2 \cdot 15 + (900 \cdot 0,14)^2 \cdot 5} \end{aligned}$$

$$CF(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi \sigma_{cf}}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu_{cf})^2}{(\sigma_{cf})^2}} dx \quad \text{Gleichung 140}$$

Damit ergibt sich für den cashflow:

GUV	[T€]
Umsatzerlöse (Mittel)	8910
Aufwendungen inkl. Bestandsveränderung (Mittel)	8730
Betriebsergebnis (EBIT-Mittel)	180
Finanzergebnis	-80
Ergebnis der Gewöhnlichen Geschäftstätigkeit (EGT)	100
Steuern vom Einkommen und Ertrag	33
Jahresüberschuss/ -fehlbetrag (Mittel)	67
Abschreibungen	277
cashflow (Mittel)	344
cashflow StAbw.	100%

Berechnung der Ausfallrate:

Die Ausfallrate wird nun anhand der Verteilung des cashflows ermittelt. Die kumulierte Wahrscheinlichkeit an der Stelle $x = 0$ gibt die Ausfallwahrscheinlichkeit des Unternehmens an.

$$\text{Ausfallwahrscheinlichkeit} = CF(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{cf}}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu_{cf})^2}{(\sigma_{cf})^2}} dx \quad \text{Gleichung 141}$$

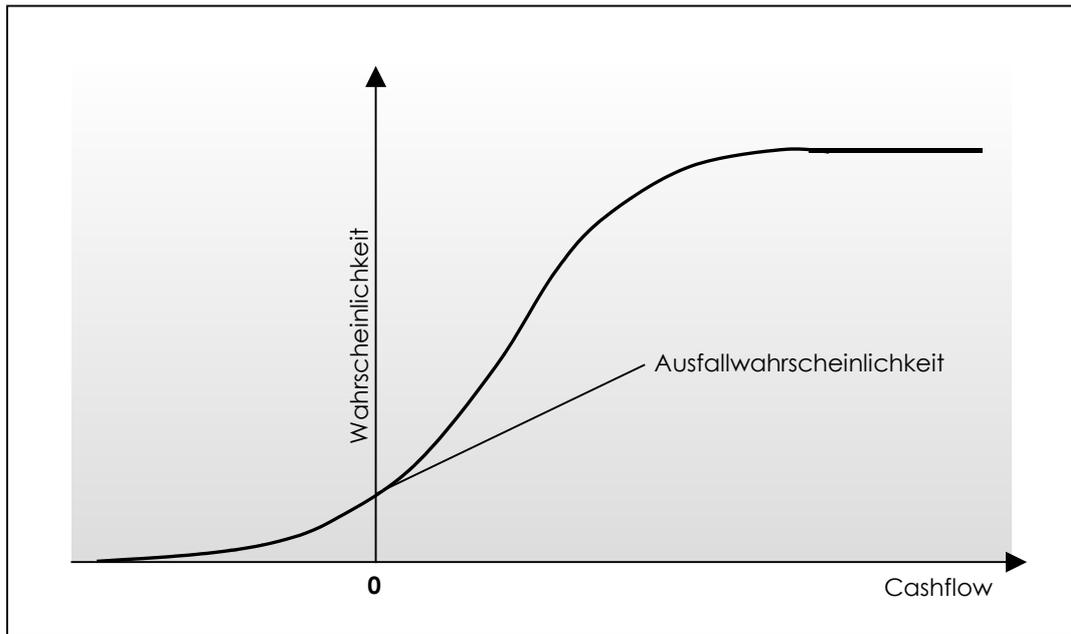


Bild 51: Ausfallwahrscheinlichkeit und cashflow

Damit berechnet sich die Ausfallrate zu 15,9 %. Dies entspricht einem **Rating der Klasse B**²⁸¹. Auch das baubetriebliche Rating ergibt somit keine bessere Einschätzung der Bauunternehmung.

²⁸¹ vgl. Tab. 40: Ratingklassen und Ausfallraten, S. 218

Baubetriebliches Risikomanagement zur Verbesserung des Rating

Gemäß Teil II, Abschnitt B.5 kann die Veränderung der Auftragsstruktur zur Verbesserung der Risikosituation beitragen.

Daher entschließt sich das Beispielunternehmen zu einer Umstrukturierung der Aufträge. Die Zahl der Kleinaufträge wird von 15 auf 24 erhöht, im Gegenzug sollen im Folgejahr nur noch 2 Großaufträge akquiriert werden.

	Prognose	2000	1999	1998
Bausumme Ø 300 T€	15→24	16	17	18
Bausumme Ø 900 T€	5→2	5	5	5

Tab. 41: Veränderung der Auftragsstruktur

Die Cashflowprognose lässt sich somit errechnen zu:

GUV	[T€]
Umsatzerlöse (Mittel)	8910
Aufwendungen inkl. Bestandsveränderung (Mittel)	8406
Betriebsergebnis (EBIT-Mittel)	504
Finanzergebnis	-80
Ergebnis der Gewöhnlichen Geschäftstätigkeit (EGT)	424
Steuern vom Einkommen und Ertrag	141
Jahresüberschuss/ -fehlbetrag (Mittel)	283
Abschreibungen	277
cashflow (Mittel)	560
cashflow StAbw.	55%

Die Risikorechnung ergibt nun eine Ausfallrate von 3,4%. Dies entspricht einem **Rating der Klasse BB**²⁸². Das Unternehmen wäre demnach für den Durchschnitt der Institute noch kreditwürdig.

Dieses Rating gibt aber trotzdem keine Auskunft darüber, ob Kredite akquiriert werden können oder nicht. Der zweite Faktor ist eine ausreichende Kapitalbasis zur Besicherung des Kredits.

Ratingkriterien für die Baubranche

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen, dass das Rating für die Baubranche an weitere Kennwerte des Baubetriebs gekoppelt werden sollte. Daraus ergeben sich weitere Kriterien, die im Rahmen des Ratings interessant sein und auf gleichem Wege nachgewiesen werden können.

Stichworte sind²⁸³:

- Bauvertragsmanagement (Gestaltung durch spezielle Vertragsformen zur Risikoteilung²⁸⁴)
- Wettbewerbsformen²⁸⁵
- Bauauftragsmanagement (Risikomanagement bzgl. der strategischen Vergabe bestimmter Bauleistungen mit Festpreisverträgen / Portfoliomanagement)²⁸⁶
- Zielkostenmanagement²⁸⁷
- Kalkulationsmethodik²⁸⁸

Allerdings sind hier zum Teil noch objektive Indikatoren für die Kreditinstitute zu entwickeln.

²⁸² vgl. Tab. 40: Ratingklassen und Ausfallraten, S. 218

²⁸³ weitere pot. Kriterien sind in Mielicki, 2000 zu finden

²⁸⁴ vgl. u.a. Schriek, 2002; Cadez, 2001; Gralla, 1999; Spiegl 2001

²⁸⁵ Blecken, 2001, Schriek, 2002, Gralla, 1999

²⁸⁶ vgl. C.3 Arbeitskalkulation, S. 140 ff

²⁸⁷ vgl. u.a. Sehlhoff, 2001; Blecken, 2001(a); Boenert 1997

²⁸⁸ vgl. Meinen 2004

Bezüglich eines Ratingkennwertes für die oben beschriebene Auftragsstrukturproblematik können folgende Indikatoren objektiv eingesetzt werden:

- Unterscheidung nach Bausparten (Das projektbezogene Risiko unterscheidet sich zwischen den einzelnen Bausparten z.T. erheblich)
- Berücksichtigung der Auftragsstruktur
- Risiko-/Wagniszuschläge

Die zuverlässige Identifikation der Wagniszuschläge kann oftmals von dritter Seite nicht ohne weiteres gewährleistet werden. Daher kann die Bewertung anhand einer qualitativen Einschätzung des Unternehmens vorgenommen werden. Dazu wird die Risikohaltung des Unternehmens, z.B. im Zusammenhang mit anderen betriebswirtschaftlichen Indikatoren, bewertet.

Mit Hilfe der sparten- und auftragsspezifischen, historisch belegbaren Deckungsbeitragsverteilungen kann das Risikopotential abgeschätzt werden.

Dazu erhält die Bank eine Auswahlmöglichkeit von drei Risikostufen, die die Risikohaltung des Unternehmens beschreibt. Diese Risikostufen sind „risiko-advers“, „moderat“ und „risikobereit“, wonach das Risikopotential beurteilt wird.

Aus den oben aufgeführten Parametern der auftragsspezifischen Deckungsbeiträge lassen sich für die jeweiligen Auftragsvolumina entsprechende Risikoverteilungen generieren.

Auftragsgröße	mittlere Deckungsbeiträge			St.Abw.
	advers 90% Sicherheit gegen Verlus- te	moderat neutral Verlust/Gewinn gleichermaßen möglich	risikobereit mittlere positive Abweichung führt zu Gewin- nen	
Kleine Aufträge bis 500 T€	22%	0 %	-17%	17%
Große Aufträge über 500 T€	18 %	0 %	-14%	14%

Tab. 42: Umsatzrenditen und Risikopotential

Die zugrundegelegten Deckungsbeiträge können in die Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeiten einfließen.

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Risiko (binomialverteilt)	9
Bild 2: Risikodefinition mit Ziel- und Zielabweichungsverteilung.....	10
Bild 3: Risikomanagement-Prozess	19
Bild 4: Risikomanagement im Prozess-Ökonomie-Modell.....	21
Bild 5: Struktur Risk-Map.....	27
Bild 6: Korrelationskoeffizientenmatrix zur Risk-Map.....	27
Bild 7: Kumulierte Dichte- und Summenfunktion mit VaR(95%)	41
Bild 8: Ergebnis der Historischen Simulation	43
Bild 9: Monte Carlo Simulation zur Ermittlung der Kreiszahl Pi	50
Bild 10: Schema kollektives Modell.....	54
Bild 11: $h(q)$	56
Bild 12: Gesamtschadensverteilung mit Stop-Loss-Punkt und Überschaden- Bereich.....	58
Bild 13: Verminderung von Risiken (Schema)	66
Bild 14: Schema Selbsttragung und Überwälzung von Risiken	68
Bild 15: Prozess der Risikoüberwälzung (Schema)	69
Bild 16: Prozess der Ökonomisierung im unternehmerischen Gesamtzusammenhang (Skizze)	71
Bild 17: Risikozuschläge zwischen AAA- und BB- Rating im Zeitablauf	80
Bild 18: Zusammenhang zwischen operativem Risiko und Umsatzrendite mit verschiedenen EK-Quoten und differenziertem Kapitalumschlag γ nach Gleichung 2 bis Gleichung 12	83
Bild 19: Dichte der Umsatzrendite des Gesamtunternehmens (Risikofunktion)	85
Bild 20: Dichte der Umsatzrendite (Risikofunktion) und Grenzrendite.....	87
Bild 21: Prämie P zur Sicherung in „normalen Zeiten“.....	89
Bild 22: Einzel-Umsatzrenditeverteilung je Projekt und VaR_{99}	92
Bild 23: Risikofunktion und VaR	94
Bild 24: Risikobeurteiler in den Phasen des Bauprojektes.....	97
Bild 25: Tatsächliche Umsatzrendite x und Dividende $x-T$	98
Bild 26: Erforderlicher Deckungsbeitrag, um den Value-at-Risk bei verschiedenen Standardabweichungen zu kompensieren	104

Bild 27: Umsatzbezogener Zusammenhang Standardabweichung und Value-at-Risk (VaR)	105
Bild 28: Objektzahl und Standardabweichung als Einfluss auf das Unternehmensrisiko	108
Bild 29: VaR und Dichte der Umsatzrendite bei 7% mittlerer Rendite und 20 Aufträgen mit einer Bausumme von 250 T€	111
Bild 30: VaR und Dichte der Umsatzrendite bei 7% mittlerer Rendite und 40 Aufträgen mit einer Bausumme von je 125 T€	112
Bild 31: Risiko des Unternehmens bei verschiedenen Projektorganisationsformen	119
Bild 32: Zusammenfassende Übersicht der Arten der Kalkulation	125
Bild 33: Phasen der Bearbeitung und Risikobetrachtung	129
Bild 34: Risikoeinschätzung mit Risk-Map in der Akquisitionsphase (Streuungsmaße in Anlehnung an Piwodda als %-Anteil der geplanten Bausumme)	130
Bild 35: Idealisierter Input/Output einer Risikoberechnung mit Cluster-Analyse (Softwaregestützt)	132
Bild 36: Kalkulationsformblatt: Kostensteigerungen, Besondere Risiken	135
Bild 37: Tragwerksalternativen eines Kaufhauses mit 10.000 m ²	144
Bild 38: Datenbank mit stat. Auswertung der Schäden	148
Bild 39: Zinsstrukturkurve	157
Bild 40: Risikofunktion $N_{NPV}(\mu, \sigma)$, Erwartungswert des NPV $[E(NPV)]$, VaR und Überschadenbereich	174
Bild 41: Risikozuschläge zwischen AAA- und BB- Rating im Zeitablauf	178
Bild 42: Skizze: Problematik der VaR-Bestimmung bei diskret verteilten Risiken	191
Bild 43: Zusammenhang von Produktmarge und Baukosten	197
Bild 44: Verteilungsfunktion: kurzfristiger Liquiditätsbedarf und Mittelherkunft	202
Bild 45: typischer Verlauf der Ein- und Auszahlungen bei Bauunternehmen	203
Bild 46: Planung des operativen Geschäfts inkl. Risikosummen	206
Bild 47: Liquiditätsplanung ohne Wagniszuschlag, ohne Berücksichtigung der Risikosumme, Gewinn 1%	208

Bild 48: Liquiditätsplanung ohne Wagniszuschlag, mit Berücksichtigung der Risikosumme, Gewinn 1%.....	210
Bild 49: Liquiditätsplanung mit Wagniszuschlag und mit Berücksichtigung der Risikosumme, Gewinn 1%.....	212
Bild 50: Cashflowprognose anhand baubetrieblicher Kenndaten.....	220
Bild 51: Ausfallwahrscheinlichkeit und cashflow	224

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Die Anspruchsgruppen, ihre Ansprüche und ihre Beiträge	16
Tab. 2: Möglichkeiten der Risikoidentifikation (1)	25
Tab. 3: Möglichkeiten der Risikoidentifikation (2)	26
Tab. 4: Tabelle der Optimierungskriterien für das Ersetzen der Seeds	33
Tab. 5: Zusammenfassung der Zinsbestandteile für die Beispielberechnung	81
Tab. 6: Zusammenhang Standardabweichung und VaR (normalverteilte Deckungsbeiträge)	104
Tab. 7: Risikozuschlag in Abhängigkeit von der Standardabweichung und dem gewählten VaR).....	106
Tab. 8: Zusammenhang der Objektzahl und des gewählten VaR auf den Unternehmensdeckungsbeitrag bei bestimmten Standardabweichungen der Deckungsbeiträge von Einzelprojekten	109
Tab. 9: Auftragsstruktur und Risiko bei unterschiedlichen Projektgrößen	116
Tab. 10: Risk-Map (Streuungsmaße in Anlehnung an Piwodda als %-Anteil der Bausumme) je Projekt	121
Tab. 11: Korrelationskoeffizientenmatrix der Risikofaktoren je Projekt	121
Tab. 12: Auftragsvolumen (Bausumme) der einzelnen Projekte	122
Tab. 13: Korrelationskoeffizientenmatrix der Projekte für die Risiken Vertrag und Bauherr	122
Tab. 14: Risikoauswertung für das Gesamtunternehmen ohne Korrelationen	123
Tab. 15: Risikoauswertung für das Gesamtunternehmen mit Korrelationen der Risikofaktoren innerhalb der Einzelprojekte	123
Tab. 16: Risikoauswertung für das Gesamtunternehmen mit Korrelationen der Risikofaktoren innerhalb der Einzelprojekte und zwischen den Projekten	124
Tab. 17: Abschätzung des Deckungsbeitrags mit VaR bei hohem Nachtragsrisiko	128
Tab. 18: Korrelationskoeffizientenmatrix (KKM).....	131
Tab. 19: Kalkulation: Einzelkosten der Teilleistungen mit Risikopositionen	137
Tab. 20: Kalkulation besonderer Risiken in den Gemeinkosten	138

Tab. 21: Beispiel: Abdichtung eines Kellergeschosses gegen drückendes Wasser	139
Tab. 22: Kostengruppen mit Kosten- und Risikowert.....	140
Tab. 23: Zusammenfassung der Risikowerte bei Vergabe risikoreicher Teilleistungen	143
Tab. 24: Risikoerfassung und Soll-/Ist-Vergleich für ein fiktives Projekt mit Pauschalvertrag.....	147
Tab. 25: Ergebnisrechnung für ein fiktives Projekt	148
Tab. 26: Schulgebäude mit Dachsanierung im 4. Jahr (Variante A)	159
Tab. 27: Schulgebäude mit Teilsanierung im 4. Jahr und endgültiger Erneuerung im achten Jahr (Variante B)	161
Tab. 28: Auszug Risk- Map aus der systematischen Risikoübersicht über den Betrieb von Hochbauten (VaR_{90})	164
Tab. 29: Korrelationskoeffizientenmatrix (KKM), Korrelationskoeffizienten der Kostenarten untereinander.....	167
Tab. 30: $KKM_{1-3,6-8,9}$	168
Tab. 31: Ergebnis der VaR der Perioden und Varianten	168
Tab. 32: Korrelationskoeffizientenmatrix für die Variante A (KKM_A)	169
Tab. 33: DCF- Berechnung inkl. Risiko (Variante A)	171
Tab. 34: DCF- Berechnung inkl. Risiko (Variante B)	172
Tab. 35: Zusammenfassung der Ergebnisse „Leistungsentgelt“ und Risiko ..	176
Tab. 36: DCF- Berechnung für den privaten Betreiber mit IRR = 39,9%.....	179
Tab. 37: DCF- Berechnung für den privaten Betreiber mit IRR = 20,2%	180
Tab. 38: Bilanz eines Beispiel-Bauunternehmens	216
Tab. 39: Gewinn-und-Verlust-Rechnung eines Beispielunternehmens	217
Tab. 40: Ratingklassen und Ausfallraten.....	218
Tab. 41: Veränderung der Auftragsstruktur.....	225
Tab. 42: Umsatzrenditen und Risikopotential	227

Literaturverzeichnis

- Abraham 1992 Abraham, J.M.; Hendershott; P.H.: Patterns and Discriminants of Metropolitan House Prices, 1977 to 1991; in: Browne, Rosengren (Hrsg.): Real Estate and the Credit Crunch, Proc. Conf. Melvin Village, NH, 1992, S. 18-42, Federal Reserve Bank Boston Conference Series Nr. 36; 1992
- Achenbach 2002 Achenbach, Lutz: Kostenplanung im Straßenbau, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, 2002
- Aghion 1997 Aghion, Philippe; Tirole, Jean: Formal and real authority in organisations, Journal of political economy, Nr.1, 1997, S. 1-29
- Ammeter 1949 Ammeter, H.: Die Elemente der kollektiven Risikotheorie von festen und zufallsartig schwankenden Grundwahrscheinlichkeiten. MVSV, Band 49, 1949
- Baetge 1995 Baetge, J.: "Bankruptcy Prediction Using Different Soft Computing Methods", in: Third European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, Proceedings Vol. III, hrsg. von ELITE - European Laboratory for Intelligent Techniques Engineering, Hans-Jürgen Zimmermann, Aachen 1995, S. 1710 – 1714
- Baetge 1996 Baetge, J., A. Kruse, C. Uthoff: "Bonitätsklassifikationen von Unternehmen mit Neuronalen Netzen", in: Wirtschaftsinformatik, Heft 34, Juni 1996, Wiesbaden 1996, S. 273 - 281

- Baetge 1998 Baetge, J., C. Uthoff: "Entwicklung eines Bonitätsindex auf der Basis von Wirtschaftsauskünften der Vereine Creditreform mit Künstlichen Neuronalen Netzen", in: Data Mining, hrsg. von Gholamreza Nakhaeizadeh, Heidelberg, 1998, S. 289 - 308
- Baetge 2000 Baetge, J., Ch. Dossmann, A. Kruse: "Krisendiagnose mit Künstlichen Neuronalen Netzen", in: Krisendiagnose durch Bilanzanalyse, 2000, S. 179 - 220
- Basel II 2001 Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht: Die neue Baseler Eigenkapitalvereinbarung (Basel II), Konsultationspapier, Basel, Januar 2001 (Verabschiedung der endgültigen Eigenkapitalrichtlinien 2003)
- Bauch 1994 Bauch, U.: Beitrag zur Risikobewertung von Bauprozessen, Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Bau-, Basser- und Forstwesen, Dresden, 1994
- Bauer 2004 Bauer, Manfred; Blindow, Karl: Einsatz von Risikomanagement als strategisches Steuerungsinstrument – Umsetzung des RM an Fallbeispielen im Tunnelbau, in: Risikomanagement in der Bauwirtschaft, Hrsg.: Technische Universität Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Verlag der Technischen Universität Graz, Graz, 2004, S. 36-47
- Beckmann 2002 Beckmann, D.; Jäde, D.: Operatives Risikomanagement in der Immobilienprojektentwicklung, April 2002
- Beike 1997 Beike, Rolf; Köhler, Andreas: Risk-Management mit Finanzderivaten, Oldenbourg Verlag, München; Wien, 1997

-
- Bell 2000 Bell; Brandenbusch: Risikomanagement für Bau und Betrieb von Kraftwerken, in: VGB Kraftwerks-Technik, Nr. 2, 2000, S.29-32
- BERI 2003 BERI - Geschäftsrisiko-Informationsdienst, www.beri.com, in Deutschland zu beziehen über: S.U.P.-Dr. Bruno Hake, Weinfeldstr. 24, 65187 Wiesbaden, 2003
- BKI 2002 BKI, Baukosteninformationszentrum der Deutschen Architektenkammern (Hrsg.): BKI Baukosten 2002 Kostenkennwerte für Gebäude (Teil 1), Kostenkennwerte für Bauelemente (Teil 2), Stuttgart 2002
- Black/Scholes 1973 Black, F.; Scholes, M.: The Pricing of Options and Corporate Liabilities, in: The Journal of Political Economy, Vol. 81, 1973, S. 637-659
- Blecken 2000 U. Blecken; Schriek, Thomas: Leitfaden GMP-Wettbewerbs- Vertragsmodell, Dortmund, 2000
- Blecken 2001 Blecken, Udo; Boenert, Lothar; Sundermeier, Matthias: Baukostensenkung durch Anwendung innovativer Wettbewerbsmodelle, Forschungsbericht unter Förderung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Az II 13 - 80 01 99 - 6, Dortmund, 2001
- Blecken 2001 (a) Blecken, Udo: Zielkostenplanung und Bausummenüberschreitung aus rechtlicher und ökonomischer Sicht, Baubetrieb und Baurecht, Festschrift für Karl- Heinz Schiffers zum 60. Geburtstag, Werner-Verlag, 2001
- Blecken 2002 Blecken, Udo: Ökonomische Bewertung und Marktpreisbildung der Baurisiken: in: Baumarkt und Bauwirtschaft, Nr.5, 2002, S. 38-41

-
- Blecken 2002 (b) Blecken, U.; Brandin, T. u.a.: Strategische Flächenplanung, Teil 1: Facility Management, industrieBAU, Nr. 2, 2002
- Blecken 2002 (c) Blecken, U.; Brandin, T. u.a.: Strategische Flächenplanung, Teil 3: Datenerhebung und Analyseverfahren, industrieBAU, Nr. 5, 2002
- Blecken 2003 Blecken, Udo; Boenert, Lothar; Meinen, Heiko: Risikomanagement im Bauplanungsprozeß, in: Bautechnik, Nr. 7, 2003, S. 468-477
- BMBV 2003 (a) BMBV: Gutachten „PPP im öffentlichen Hochbau“, Band I – Leitfaden, Berlin Oktober 2003
- BMBV 2003 (b) BMBV: Gutachten „PPP im öffentlichen Hochbau“, Band III – Arbeitspapier 1, Seite 21, Berlin Oktober 2003
- BMBV 2003 (c) BMBV: Gutachten „PPP im öffentlichen Hochbau“, Band III – Arbeitspapier 2, Seite 11, Berlin Oktober 2003
- Bock 1996 Robert Bock: Das Liquidationswertverfahren, in: Der Langfristige Kredit, 15/1996
- Böckenförde 1996 Böckenförde, B.: Unternehmenssanierung, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1996
- Boenert 1997 Boenert, Lothar: Targetmodelle- Wettbewerbsformen für die deutsche Bauwirtschaft?, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Baubetrieb, 1997
- Boenert Boenert, Lothar: Zielkostenplanung und Risikomanagement: Methoden zur Erhöhung der Kostensicherheit im Bauwesen, Dissertation, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, in Bearbeitung

-
- Bone-Winkel 1994 Bone-Winkel, S.: Strategisches Management von offenen Immobilienfonds unter besonderer Berücksichtigung der Projektentwicklung von Gewerbeimmobilien, Müller Verlag, Köln 1994
- Bone-Winkel 1998 Bone-Winkel, Stephan: Immobilienportfolio-Management, in: Schulte, K.-W. (Hrsg.): Immobilienökonomie, Oldenbourg-Verlag, München, 1998, S. 765-811
- Bone-Winkel 2002 Handbuch der Immobilien-Projektentwicklung, Hrsg. Schulte, K.-W.; Bone-Winkel, S., 2.Auflage, Rudolf-Müller-Verlag, Köln, 2002
- Bone-Winkel 2002 (b) Bone-Winkel, Stephan: Wertschöpfung durch Projektentwicklung – Möglichkeiten für Immobilieninvestoren, in: Handbuch der Immobilien-Projektentwicklung, Hrsg.: Schulte, K.-W.; Bone-Winkel, S., 2.Auflage, Rudolf-Müller-Verlag, Köln, 2002
- Böttcher 1994 Böttcher, Peter: Rechnergestützte Arbeitsvorbereitung in Baubetrieben, Dissertation, Universität Gesamthochschule Kassel, 1994
- Boudoukh 1998 Boudoukh, J.; Richardson, M.; Whitlaw, R.: The Best of both worlds, Risk 11, 5/1998, S. 64-67
- Brandin 2002 Brandin, Thomas: Erfahrungsbericht zum Grundstücks- und Flächenmanagement, AGI Frühjahrstagung, 2002
- Brandin 2003 Brandin, Thomas: Gespräch zum Thema Projektentwicklung des Industriebauherren, Waiblingen im Frühjahr 2003
- Brigham 2001 Brigham, E. F.; Houston, O. F.: Fundamentals of Financial Management, 9th edition, Harcourt College Publisher; Orlando USA, 2001

- Busch 2004 Busch, Thorsten A.: Systematisches Projektmanagement in der Angebotsphase, in: Risikomanagement in der Bauwirtschaft, Hrsg.: Technische Universität Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Verlag der Technischen Universität Graz, Graz, 2004, S. 40-62
- Buysch 2000 Buysch, Michael: Schnittstellenmanagement bei der Abwicklung Schlüsselfertiger Hochbauprojekte, in: 50 Jahre Lehrstuhl für Baumaschinen und Baubetrieb, Festschrift, Hrsg.: Johannes Dornbusch, Aachen: Shaker, 2000, S. 53-76
- BWI 2003 BWI Bau: Eigenmittelquote im Baugewerbe nach Umsatzgrößenklassen, in: Daten und Fakten zum Baumarkt, Jahrgang 2, Heft 1, 2003
- Cadez 1998 Cadez, Ivan: Risikowertanalyse als Entscheidungshilfe zur Wahl des optimalen Bauvertrags, Dissertation, Technische Hochschule Aachen, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1998
- Cadez 2001 Cadez, Ivan: Construction Management- und GMP-Verträge, Bauwirtschaft, 9/2001, S. 30-33
- Case 1990 Case, K.E.; Shiller, R.I.: Forecasting prices and excess returns in the housing market; in: AREUEA Journal, Bd. 18; 1990, Nr. 3, S.253-273
- Celik 2003 Celik, Osman: Kostenplanung im Turm- und Mastbau, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, 2003
- del Mestre 2001 del Mestre, Guido: Rating: Banken und Bau im Konflikt?, Bauwirtschaft 4/2001, S.22 -25
- Derks 1996 Derks, K.: Risikomanagement, in: Diederichs C. J. (Hrsg.), Handbuch der strategischen und taktischen Bauunternehmensführung, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin, 1996

-
- Diederichs 2001 Diederichs, Wolfram: Immobilienrating der IKB Deutsche Industriebank AG, Immobilienbrief, 1/2001, Hrsg.:IKB Deutsche Industriebank AG
- Diederichs 2003 Diederichs, Marc: Risikomanagement und Risikocontrolling, Dissertation, Universität Dortmund, 2003
- Diederichs 2003 (b) Diederichs, C. J.: Zukunftsstudie Baugewerbe NRW., Hrsg.: Institut Arbeit und Technik u.a., Wuppertal, 2003
- Dixit 1995 Dixit, A.K.; Pindyck, R.S.: The Options Approach to Capital Investment, Harvard Business Review, May-June 1995, pp.105-15
- Dressel 1997 Dressel K.-M. , Identifizierung neuer Geschäftsfelder für die Bauwirtschaft, Chancen und Risiken, Ergebnisse eines Workshops der RG-Bau im RKW mit Bauunternehmern und einer Expertenbefragung, Eschborn, 1997
- Drücker 2001 Drücker, Cornelius: Risikomanagement beim Rückbau von Offshore-Bauwerken am Beispiel der Ölförderplattform Schwedeneck-See, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, 2001
- Drude 1988 Drude, Günther: Ausgewählte Themen der kollektiven Risikotheorie, Deutsche Gesellschaft für Versicherungsmathematik (Hrsg.), Schriftenreihe Angewandte Versicherungsmathematik, Heft 18, Verlag Versicherungswirtschaft e.V., Karlsruhe, 1988
- Farny 1989 Farny, D.: Versicherungsbetriebslehre, Karlsruhe, 1989

-
- Ferreau 2003 Ferreau, Peter: Risiken bei der Ertragsplanung von Immobilieninvestments – Schaffung und Bewertung zukünftiger Handlungsflexibilitäten, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, 2003
- Fischer 2002 Bone-Winkel, S. ;Fischer: Leistungsprofil und Honorarstrukturen in der Projektentwicklung, Handbuch der Immobilien-Projektentwicklung, Hrsg.: K.-W. Schulte und S. Bone-Winkel, Immobilien Informationsverlag Rudolf Müller, 2.Auflage, Köln, 2002
- Fricke 2001 Fricke, J. G.: Leistungsbild und Kalkulation des Generalunternehmers unter besonderer Berücksichtigung des GU-Zuschlages, Dissertation, Universitätshochschule Kassel, Kassel, 2001
- Gänßlen 2002 Gänßlen, S.; Meissner, D.: Basel II und Unternehmensrating – Handlungsbedarf für Management und Controlling, in: Controller Magazin, 3/2002, S. 275-282
- Gleißner 2002 Gleißner, W.; Füser, K.: Leitfaden Rating, Basel II: Rating-Strategien für den Mittelstand, Vahlen-Verlag, München, 2002
- Göcke 2004 Göcke, Bettina: Risikomanagement in Bauunternehmen – Umsetzung bei der E. Heitkamp GmbH, in: Risikomanagement in der Bauwirtschaft, Hrsg.: Technische Universität Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Verlag der Technischen Universität Graz, Graz, 2004, S. 82-88
- Gonzenbach 2000 Gonzenbach, Martin; Huisman, Gert-Jan; u.a.: Modellierung von Sicherheiten im Kreditrisikomanagement; in: Handbuch Risikomanagement; Hrsg.: Johanning, Lutz; Rudolph, Bernd; Uhlenbruch-Verlag; Bad Soden; 2000, S. 551-578

-
- Götze 2001 Götze, U.; Mikus B.: Risikomanagement mit Instrumenten der strategischen Unternehmensführung, in: Götze U., Henselmann K. und Mikus B. (Hrsg.), Risikomanagement, Physica-Verlag, Heidelberg, 2001
- Gralla 1999 Gralla, Mike: Neue Wettbewerbs- und Vertragsformen für die deutsche Bauwirtschaft, Dissertation, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Baubetrieb, 1999
- Groth 1998 Groth, Matthias; Hüper, Axel-Björn: Kreatives Planungs- und Vertragsmanagement, Eisenbahningenieur, 9/1998, S. 125-128
- Groth 1998 Groth, Matthias; Hüper, Axel-Björn: Kreatives Planungs- und Vertragsmanagement, Eisenbahningenieur, 9/1998, S. 125-128
- Gutmannsthal-Krizanits
1994 Gutmannsthal-Krizanits, Harald: Risikomanagement von Anlagenprojekten, Deutscher Universitäts Verlag, Wiesbaden, 1994
- Haller 1981 Haller, M.: Risiko-Management und Versicherung, in: Versicherungswirtschaftliches Studienwerk, Nr. 13, Wiesbaden, 1981, S. 525 ff
- Hamerle 2000 Hamerle, Alfred: Statistische Modelle im Kreditgeschäft der Banken, in: Johanning, Lutz; Rudolph, Bernd (Hrsg.), Handbuch Risikomanagement, Band 1, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden, 2000, S. 459-491
- Hellerforth 2001 Hellerforth, Michaela: Der Weg zu erfolgreichen Immobilienprojekten durch Risikobegrenzung und Risikomanagement, RKW-Verlag, Eschborn 2001
- Hengartner 1978 Hengartner, Walter; Theodorescu, Radu: Einführung in die Monte-Carlo-Methode, Hanser Verlag, München ; Wien, 1978

-
- Herold 1987 Herold, Bodo: Risikomanagement im Baubetrieb, Dissertation der Universität-Gesamthochschule Essen, 1987
- Heß Heß, Jens-Uwe: Ein Prognosesystem zur Budgetplanung von ungeplanten Instandhaltungsmaßnahmen in deutschen Wohnungsunternehmen, Dissertation, Universität Dortmund, Dortmund, in Bearbeitung
- Higgins 2001 Higgins, R. C.: Analysis for financial management, 6th edition, McGraw-Hill Education, New York 2001
- Hipp 1998 Hipp, C.: Risikobewertung in Banken und Versicherungen, Spektrum der Wissenschaft, 2/1998
- Hirzel 1995 Hirzel, Matthias: Risikomanagement gegen Projektkrisen, in: io Management Zeitschrift, Nr. 11, 1995
- Holst 2000 Holst, J.; Holtkamp, W.: Risikofinanzierung und Frühwarnsystem auf Basis der Value at Risk-Konzeption, in Betriebsberater, 55.Jg., Heft 16, 2000, S. 815 – 820
- Holst 2000 Holst, Jonny; Holtkamp, Willy: Risikoquantifizierung und Frühwarnsystem auf Basis der Value at Risk-Konzeption, Betriebs-Berater, 16/2000, S. 815-820
- Horvath 2002 Horvath, P.: Controlling, 8. Aufl., Vahlen-Verlag, München, 2002
- Huschens 2000 Huschens, S.: Anmerkungen zur Value-at-Risk-Definition, Value-at-Risk-Schlaglichter, 18. Februar 2000
- Huschens 2000 (b) Huschens, S.: Value-at-Risk-Berechnung durch historische Simulation, Dresdner Beiträge zu Quantitativen Verfahren, 30/2000

-
- Huschens 2000 (c) Huschens, Stefan: Verfahren zur Value-at-Risk-Berechnung im Marktrisikobereich, in: Johanning, Lutz; Rudolph, Bernd (Hrsg.), Handbuch Risikomanagement, Band 1, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden, 2000, S. 182-218
- IAT 2002 Institut für Arbeit und Technik (IAT): Strategien zur Substanzerhaltung nordrhein-westfälischer Bauunternehmen, Wuppertal, 2002
- ILTIS 2003 ILTIS GmbH: Discounted Cashflow, www.iltis.de, 2003
- Isenhöfer 1998 Isenhöfer, Björn; Väth, Arno: Projektentwicklung, in: Schulte, K.-W. (Hrsg.): Immobilienökonomie, Oldenbourg-Verlag, München, 1998, S. 149-228
- Jacob 2002 Jacob, Dieter; Winter, Christoph; Stuhre, Constanze: Kalkulationsformen im Ingenieurbau, Ernst & Sohn, Berlin, 2002
- Jakob 1990 Jakob, Robert: *Zeitreihenanalyse ARIMA-Prozesse mit Interventionsanalyse*, Wien, 1990
- Jansen 1996 Jansen, Sven; Wittrock, Carsten: Risikomanagement auf Gesamtbankebene, in: Der langfristige Kredit, Nr. 20, 1996, S.627-663
- Jehle 1989 Jehle, P.: Ein Instandhaltungsmodell für Hochbauten, Dissertation Universität Gesamthochschule Essen, 1989
- Keil 2004 Keil, Wolfram; Martinsen, Ulfert; Vahland, Rainer; Fricke, Jörg G.: Kostenrechnung für Bauingenieure, 10. Auflage, Werner Verlag, München, 2004
- KLR Bau 2001 Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. und Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. (Hrsg.): Kosten- und Leistungsrechnung der Bauunternehmen, 7. Auflage, Bauverlag, Wiesbaden, Berlin, 2001

-
- KontraG 1998 Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG), vom Deutschen Bundestag in 2./3. Lesung am 5. März 1998 in der Fassung der Beschlußempfehlung des Rechtsausschusses vom 4. März 1998 (Bundestagsdrucksache 13/10038) verabschiedet
- Krämer-Eis 2001 Krämer-Eis, Helmut: Blickpunkt Mittelstand: Rating gemäß Basel II, Vortragsunterlagen, Evangelische Akademie Loccum, 22.11.2001, Rehburg-Loccum
- Kromschröder 1979 Kromschröder, Bernhard: Unternehmensbewertung und Risiko, Berlin u.a., 1979
- Kuckacka 1999 Kuckacka, M: Evaluierung von Risiken in der Bauwirtschaft, Diplomarbeit, Technische Universität Wien, Institut für Bauingenieurwesen, Wien, 1999
- LBB 1990 Landesinstitut für Bauwesen und Angewandte Bauschadensforschung (LBB), Kosten im Hochbau - Untersuchung über Aufwand und Nutzen von Kostenermittlungsverfahren, 1990
- Leimböck 1992 Leimböck, Egon; Schönnenbeck, Hermann: KLR Bau und Baubilanz, Bauverlag, Wiesbaden, Berlin, 1992
- Leimböck 1995 Leimböck, Egon; Prange, Herbert; Klaus, Rüdiger: Baukalkulation, 9. Auflage, Bauverlag, Wiesbaden, Berlin, 1995
- Leimböck 1997 Leimböck, Egon: Bilanzen und Besteuerung der Bauunternehmen, Bauverlag, Wiesbaden, Berlin, 1997
- Leimböck 2002 Leimböck, Egon; Klaus, Ulf Rüdiger; Hölckermann, Oliver: Baukalkulation und Projektcontrolling, 10. Auflage, Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 2002

-
- Linden 2001 Linden, Marcel: Risikobranche Bau, Bauwirtschaft, 3/2001, S. 11
- Link 1999 Link, Doris: Risikobewertung von Bauprozessen, Modell Road - Risk and Opportunity Analysis Device, Dissertation, Technische Universität Wien, Wien, 1999
- Link 2004 Link, Doris; Stempkowski, Rainer: Grundlage, praktische Anwendung und Nutzen des Risikomanagements im Bauwesen, in: Risikomanagement in der Bauwirtschaft, Hrsg.: Technische Universität Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Verlag der Technischen Universität Graz, Graz, 2004, S. 2-23
- Loederbusch 1985 Loederbusch, Bernhard: Modelle zur Aktienkursprognose auf der Basis der Box/Jenkins-Verfahren, M+M Wissenschaftsverlag, Krefeld, 1985
- Loewenstein 2000 Loewenstein, H.-H.: Aufgaben und Risiken des Bauauftragnehmers, in: asphalt, Band 35, Heft 6, 2000
- Lüke 2002 Lüke, Stefan: Risikomanagement im Hochbau, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, 2002
- Maier 1996 Maier, Kurt M.; Lengefeld, Anke: Von der Liquiditätssicherung zum rentabilitätsorientierten Risikomanagement, Kreditwesen, 8/1996, S. 18-24
- Maier 1999 Maier, Kurt M., Risikomanagement im Immobilienwesen, Fritz Knapp Verlag, Frankfurt am Main, 1999
- Makridakis 1998 Makridakis, Sypros; Wheelwright, Steven C.; Hyndman, Rob J.: Forecasting, 3. Auflage, Wiley-Verlag, New York, 1998

-
- Markowitz 1991 Markowitz, Harry M.: Portfolio selection, Blackwell-Verlag, Cambridge, Mass. u.a., 2. Auflage, 1991
- Meinen 2002 Meinen, H.: Risk Structure Optimization and Risk Minimization by Making Decisions in Planning and Placing Process, in: Probabilistics in Geotechnics, Verlag Glückauf, Essen, 2002
- Meinen 2002 (b) Meinen, H.; Heß, J.-U.: Budgetplanung für Instandhaltungsmaßnahmen in Wohnungsunternehmen, Bundes Bau Blatt, Nr.11, 2002, S. 29-33
- Meinen 2004 H. Meinen, F. Fasel, J. Reimann: Schneller und genauer kalkulieren im SF-Bau, ibau Planungsinformationen, Regionalausgabe 2 Arnsberg, Heft Nr. 89, 10.11.2003, S. 1 – 2
- Meinen 2004 (b) Blecken, U.; Holthaus, U.; Meinen, H.: Vergabeentscheidung und Wirtschaftlichkeitsberechnung von PPP/PFI-Projekten in der Bauwirtschaft, Bau-technik, 2004
- Mielicki 2000 Mielicki, Ulrich: Überlegungen hinsichtlich eines bauspezifischen Ratingkonzeptes, in: Bauwirtschaftliche Informationen, Hrsg.: Betriebswirtschaftliches Institut der Bauindustrie, 2000
- Mikus 2001 Mikus, B.: Risiken und Risikomanagement – ein Überblick, in: Götze U., Henselmann K. und Mikus B. (Hrsg.), Risikomanagement, 2001
- Milewski 2002 Milewski, Frank, O.: Offene Immobilienfonds – Eine Branche unter der Lupe, Cash, Nr. 9, 2002
- Müller 2001 Müller, Michael: Sicher ist nur die Unsicherheit, in: Deutsches Ingenieurblatt, Nr. 9, 2001, S. 22 ff
- New York Times 2003 The New York Times, Markets & Invest, C7, 02.01.2003
- NEXXT 2003 NEXXT: Discounted Cashflow Methode, www.nexxt.org, 2003

-
- Nußbaumer 2003 Nußbaumer, M.: Züblin dämpft die Euphorie bei privaten Betreibermodellen, FAZ, 19.09.2003
- Olfert 2001 Olfert, K.: Investition, 8. Auflage, Kiehl Verlag, Ludwigshafen 2001
- Pause 1989 Pause, Hans; Schmieder, Franz: Baupreis und Baupreiskalkulation, 2. Auflage, Rudolf Müller Verlag, Köln, 1989
- Peek 1991 Peek, J.; Wilcox, J.A.: The Measurement and Determinants of Single-Family House Prices, in: AREUEA Journal, Bd. 19, 1991, Nr. 3, S. 353-382
- Peek 1997 Peek, J.; Wilcox, J.A.: The Baby Boom, "Pent-Up" Demand, and Future House Prices, in: Journal of Housing Economics, Bd. 1, 1997, S. 347-367
- Pfnür 2001 Pfnür, A.; Schaefer, Ch.: Realloptionen als Instrument des Investitionscontrollings, in: wiSt, Nr. 5, 2001, S. 248- 252
- Piwodda 2003 Piwodda, Karsten: Risikomanagement im Bauunternehmen, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, 2003
- PPPI NRW 2003 Public Privat Partnership- Initiative NRW, Wirtschaftlichkeitsvergleich – Public Private Partnership im Hochbau, Anhang E: PSC Beispielrechnung [5] Risikowerte, Seite XXV + XXVI, Düsseldorf, November 2003
- Presber 2000 Presber R., Ulitzsch R.: Erfolgsfaktoren von Bauunternehmen, PERICON Unternehmensberatung, Wiesbaden, 2000
- Raabe 2002 Rabe, Nils, Seminararbeit zur Clusteranalyse, Universität Dortmund, Fachbereich Statistik, 2002
- Raabe 2003 Raabe, E.W.: Baugrundrisiko, Preisdruck und Qualitätssicherung im Spezialtiefbau, Fachtagung Tiefbauberufsgenossenschaft, Juni 2003

-
- Raabe 2004 Raabe, E.W.: Baugrundrisiko, Preisdruck und Qualitätssicherung im Spezialtiefbau, Vortrag, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Januar 2004
- Read 1998 Read, Oliver: Parametrische Modelle zur Ermittlung des Value-at-Risk, Dissertation, Universität Köln, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaft, 1998
- Reichmann 1995 Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten, 4. Aufl., Dortmund, 1995
- Reimann 2003 Reiman, Jens: Kalkulation im Schlüsselfertigbau, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Baubetrieb, 2003
- Riebel 1974 Riebel, Paul: Deckungsbeitrag und Deckungsbeitragsrechnung, in: HWB, 4. Auflage, 1974
- Riebel 1992 Riebel, Paul: Deckungsbeitragsrechnung, in: HWR, 3. Auflage, 1993
- risknews 2000 n.b.: KonTraG: Gesetzlich verordnetes Risk Management?, in: RiskNews, 7/2000
- Rolfes 2000 Rolfes, Bernd; Bröker, Frank: Integration von Rückzahlungsquoten in die Bepreisung von Krediten; in: Handbuch Risikomanagement; Hrsg.: Johanning, Lutz; Rudolph, Bernd; Uhlenbruch-Verlag; Bad Soden; 2000, S. 526-550
- Roth 1997 Roth, Urs; Mattmann, Beat; Hüssy, Adrian: Kostenvarianzen bei großen Infrastrukturprojekten, Strasse und Verkehr, 7/1997, S. 301-304
- Rudolph 1999 Rudolph, Bernd: Value-at-Risk, DBW, 5/1999, S. 719-720
- Ruf 1989 Ruf, Lothar: Integrierte Kostenplanung von Hochbauten, Fortschr.-Ber. VDI, Reihe 4, Nr. 94, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989
- S&P 2003 S & P Indices, www.standardandpoors.com

-
- Schenk 1998 Schenk, Peter: Derivative Finanzinstrumente: Teil einer integrativen Risikopolitik in Versicherungsunternehmen, Wiesbaden, Gabler-Verlag, 1998
- Schick 2002 Schick, Klaus Jürgen; Goricki, Andreas: Quantification of the Geotechnical and Economic Risk in Tunneling, in: Probabilistics in Geotechnics, Verlag Glückauf, Essen, 2002
- Schierenbeck 1998 Schierenbeck, Henner; Lister, Michael: Integrierte Risikomessung und Risikokapitalallokation, in: Die Bank, Nr. 8, 1997, S. 492-499
- Schiffers 2000 Kapellmann, Klaus D.; Schiffers, K.-H.: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag, Band 1 und 2, Werner Verlag, Düsseldorf, 2000
- Schmidt 2002 (a) Schmidt, Klaus D.: Versicherungsmathematik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2002
- Schmidt 2002 (b) Schmidt, Martin: Derivative Finanzinstrumente, 2. Auflage, Schäffer-Poeschel-Verlag, Stuttgart, 2002
- Schriek 2002 Schriek, T.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe für die Wahl der optimalen Organisationsform von Bauprojekten, Analyse der Bewertungskriterien Kosten, Qualität, Bauzeit und Risiko, Dissertation, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, 2002
- Schröder 2003 Schröder, Jörn: Chancen- und Risikountersuchung von Baukosten- und Ertragsalternativen hinsichtlich räumlicher Nutzungs- und Ausbauflexibilität, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Fakultät Bauwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb, Dortmund, 2003

-
- Schröter 1995 Schröter, Klaus Jürgen: Verfahren zur Approximation der Gesamtschadenverteilung, Verlag Versicherungswirtschaft e.V., Karlsruhe, 1995
- Schubert 1971 Schubert E., Die Erfassbarkeit des Risikos der Bauunternehmung bei Angebot und Abwicklung einer Baumaßnahme, Werner-Verlag, Düsseldorf 1971
- Schulte 1998 Schulte, K.-W.; Leopoldsberger, Gerrit u.a.: Immobilienfinanzierung, in: Schulte, K.-W. (Hrsg.): Immobilienökonomie, Oldenbourg-Verlag, München, 1998, S. 449-506
- Schulte 2000 Schulte, K.-W.: Immobilienökonomie, Band I: Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 2. überarbeitete Auflage, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2000
- Schulz 1980 Schulz, Josef: Risikorechnung bei der Preiskalkulation, Bau Verlag, Wiesbaden, Berlin, 1980
- Schulz 2001 Schulz, R.; Werwatz, Axel: A State Space Model for Berlin House Prices, Humboldt-Universität zu Berlin, Freie Universität Berlin, August 2001
- Schweer 1997 Schwer, Helmut: Schneller die voraussichtlichen Gebaeudekosten ermitteln, in: Die Bauverwaltung mit Bauamt und Gemeindebau, 5/1997, S. 253-256
- Seber 2003 Seber, George A. F.; Lee, Alan J.: Linear regression analysis, 2nd ed., Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 2003
- Sehlhoff 2001 Sehlhoff, Günter: Bauerfolg mit Zielkosten-Management, Bauwirtschaft, 6/2001, S. 36-41
- Shirreff 1997 Shirreff, David: Company-at-risk, Euromoney, 6/1997, S. 64-66
- Smithson 1996 Smithson, Charles: Value-at-Risk, in: Risk, Vol. 9, No. 1, 1996, S. 25-27

-
- Sorenson 1990 Sorenson, R. C.: Why real estate projects fail, in : the Journal of Commercial Bank Lending, 4/1990, S. 4-11
- Spiegl 2001 Spiegl, M; Schneider, E.: Ein alternatives Modelkonzept für Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei BOT Modellen mit großem Baugrundrisiko, Bauingenieur, 9/2001, S. 404-409
- Sundermeier 2000 Sundermeier, Matthias: Optimierungspotentiale für das Projektgeschäft deutscher Bauunternehmen durch Partneringkonzepte, Diplomarbeit, Universität Dortmund, Dortmund, 2000
- Teichmann 1997 Teichmann, Ulrich: Grundriss der Konjunkturpolitik, 5. Aufl., Vahlen-Verlag, München, 1997
- Tirole 1999 Tirole, Jean: Incomplete contracts, in: Econometrica, Nr. 4, 1999, S. 766-771
- Treasury Taskforce 1999 Treasury Taskforce: How to construct a Public Sector Comparator, TREASURY TASKFORCE, Private Finance, TECHNICAL NOTE NO. 5, 1999
- Trockenbau 2002 Trockenbau-Akustik: Warmer Händedruck, in: Trockenbau-Akustik, 7-8/20002, S. 10-11
- von Colbe 1994 von Colbe, Busse: Lexikon des Rechnungswesens, 3. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1994
- Wahrenburg 2000 Wahrenburg, Mark; Niethen Susanne: Portfolioeffekte bei der Kreditrisikomodellierung, in: Johanning, Lutz; Rudolph, Bernd (Hrsg.), Handbuch Risikomanagement, Band 1, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden, 2000, S. 491-523
- Walter 2000 n.b.: Walter reagiert mit Fusionen auf den Marktdruck, Süddeutsche Zeitung, Nr. 282, 7.12.2000
- Weber 2001 Weber, J.; Weißenberger, B. E.; Liekweg, A.; Risk Tracking & Reporting, in: Götze U., Henselmann K. und Mikus B. (Hrsg.), Risikomanagement, 2001

-
- Wilson 1997 Wilson, T.: Portfolio Credit Risk (I), in: Risk, Bd. 10, 1997, Nr.9, S. 111-116
- Wöhe 1978 Wöhe, Günter: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 13. Auflage, Vahlen-Verlag, 1978
- Wöhe 2002 Wöhe, Günter: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 21. Auflage, Vahlen, München, 2002
- Wolf 2001 Wolf, K.; Runzheimer, B.: Risikomanagement und KonTraG - Konzeption und Implementierung, 3. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2001
- Wolf 2003 Wolf, H.: Zukunftsinitiative Mittelstand – Rating als Chance!, Ein Strategieleitfaden des TÜV Süddeutschland, www.tuev-sued.de/tub, 2003
- Zadeh 1992 Zadeh, Lofti A.: Fuzzy logic for the management of uncertainty, Wiley-Verlag, NewYork u.a., 1992
- ZDB 2001 Zentralverband Deutsches Baugewerbe: Rating – Der Weg zum Fremdkapital, 2001
- Zeitler 2000 Zeitler, Franz-Christoph: Risikomanagement für Kreditwirtschaft und Finanzmärkte, in: Johanning, Lutz; Rudolph, Bernd (Hrsg.), Handbuch Risikomanagement, Band 1, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden, 2000, S. 5 – 14
- Zukunftsstudie 2003 Abschlussbericht „Zukunftsstudie Baugewerbe NRW“, Modul 2: Baumanagement, Bergische Universität Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet Bauwirtschaft, Wuppertal, 2003