

## Probabilistische Kosten- und Risiko-Analyse für große Bauprojekte

P. Sander  
M. Spiegl  
E. Schneider

### Einleitung

Wie wichtig ein zeitgemäßes Risiko-Management ist, zeigen nicht nur die Turbulenzen auf den Finanzmärkten. Auch im Bausektor, vor allem bei großen Infrastrukturprojekten sowie bei anderen Großprojekten wie Wasserkraftanlagen und Immobilieninvestments, gewinnt das Thema Risiko-Management zunehmend an Bedeutung. Wird ein solches Projekt als PPP-Modell ausgeführt, ist ein effizientes Risiko-Management-System unverzichtbar. Bei PPP-Projekten müssen nicht nur klassische Risiken, deren Ursachen im Baugrund oder in der Geologie liegen und Kosten- und Bauzeitüberschreitungen verursachen, berücksichtigt werden, sondern auch andere Risiken wie Kreditausfälle, Wechselkursänderungen, Liquiditätsengpässe, politische Veränderungen etc.

Für den Auftraggeber/Investor ist eine möglichst genaue Kostenprognose schon in der Frühphase eines Projekts äußerst wichtig, damit die Renditeberechnung nicht auf Sand gebaut ist. Um das zu erreichen, ist es üblich mit einer Ermittlung der Basiskosten zu beginnen und anschließend die Risiken und andere Faktoren wie Teuerung etc. in Form eines prozentualen Zuschlags zu berücksichtigen. Diese Methode ist unseres Erachtens nur für kleinere Projekte oder solche, die mit wenig Risiko behaftet sind, angemessen. Für Großprojekte gibt es - wie im Folgenden gezeigt wird - bessere Lösungen.

Basiskosten, die nur mittels einer einzigen deterministischen Zahl (Summe) angegeben werden, geben nämlich nur einen ungefähren Richtwert an, zeigen aber weder die möglichen maximalen und minimalen Kosten noch die dazugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten. Nur bei Verwendung probabilistischer Analysemethoden werden diese zusätzlichen Informationen mit generiert. Grundsätzlich kann zur Berücksichtigung von Unschärfen bei Basiskostenermittlungen und bei Risiko-Analysen in gleicher Weise vorgegangen werden. Das Ergebnis ist dann eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Basiskosten und eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Risiko-Potenzial bzw. eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für deren Summe.

Um diesen Prozess durch alle Phasen eines Projekts zu unterstützen, wurde von den Autoren das Software-Tool „Risk Analysis and Administration Tool“ (RIAAT) entwickelt. Das Tool ermöglicht eine systematische projektübergreifende Identifikation und Bewertung aller relevanten Risiken. Diese Vorgangsweise und das zyklische Überarbeiten von Risiko-Bewertung und Maßnahmen in jeder Projektphase – also ein umfassendes Risiko-Management – werden durch RIAAT unterstützt. Neben der Risiko-Analyse kann diese Methode auch für probabilistische Kostenermittlungen verwendet werden.

Der probabilistische Ansatz erlaubt dem Bearbeiter, Werte innerhalb einer Bandbreite anzugeben und diese mittels einer Verteilungsdichte gewichten zu können. Dadurch kann die Realität wesentlich besser modelliert werden als durch einen einzigen deterministischen Wert, dessen konkrete Eintrittswahrscheinlichkeit gegen Null geht.

## **Kostenermittlung und Risiko-Analyse**

Kostenermittlungen sind immer mit Unschärfen behaftet. Insbesondere in frühen Projektphasen, wo weder die exakten Leistungsmengen noch die zukünftigen Kosten bzw. Preise bekannt sind. Weiterhin enthält die Kostenschätzung zunächst nur Grobelemente oder umfassende Positionen. Eine Feingliederung ist auf Grund des geringen Kenntnisstands in dieser Projektphase meist noch nicht vorhanden.

Werden zur Kostenermittlung abgeschlossene vergleichbare Projekte herangezogen, so ist es bei einer herkömmlichen deterministischen Kostenermittlung üblich, diese Informationen über die Kosten von vergleichbaren Leistungen auf eine einzige Zahl zu verdichten. Oft wird dafür das arithmetische Mittel oder - bei einer größeren Anzahl an Daten - der Medianwert verwendet. Bei einem derartigen Vorgehen werden Informationen über die Bandbreite der Mengenvordersätze und die Bandbreite der möglichen Kosten nicht berücksichtigt. Diese vorhandenen Informationen gehen im Prozess verloren. Die populäre Forderung nach einer exakten Zahl steht eigentlich in direktem Widerspruch zum Wunsch nach einer möglichst genauen Prognose. Es ist nämlich höchst unwahrscheinlich, dass gerade das dieser Zahl zu Grunde liegende eine Szenario Realität wird.

Bei der Ermittlung von Risiken kann dieses Vorgehen noch weit drastischere Auswirkungen haben als bei der Ermittlung der Basiskosten, da für die Risikoabschätzung meist weniger Referenzwissen zur Verfügung steht als für die Ermittlung der Basiskosten. Der oft eingeschlagene Weg, die Risiken mittels deterministischer Methoden zu ermitteln (für jedes Risiko nur ein einziges Wertepaar für die Eintrittswahrscheinlichkeit und für die finanzielle Auswirkung) und die so ermittelten Beträge einfach aufzusummieren, anstatt die Auswirkung durch Verteilungsdichten zu beschreiben, führt zu trügerischen Ergebnissen. Weil niemals alle Risiken gleichzeitig eintreten und im Verhältnis ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit Schaden verursachen werden, geht eine Aufsummierung ohne Berücksichtigung von Bandbreiten an der Realität vorbei, bzw. wird ein Szenario als Entscheidungsgrundlage herangezogen, dessen konkrete Eintretenswahrscheinlichkeit gegen Null geht.

Nur bei Anwendung probabilistischer Analyse-Methoden bleibt der gesamte Informationsgehalt durchgehend erhalten. Kosten und Risiken werden durch Verteilungsdichten angegeben, wobei die Eingabe einer Bandbreite und deren Gewichtung innerhalb der Bandbreite erlaubt ist. Kostenpositionen oder Risiken werden mittels Simulationsverfahren (Monte-Carlo-Simulation, Latin-HyperCube-Sampling) verdichtet. Ergebnis ist eine Gesamt-Verteilungsfunktion, mit der sich konkrete Aussagen über das Kosten- oder Risiko-Potenzial und dessen Wahrscheinlichkeiten machen lassen (Value at Risk).

---

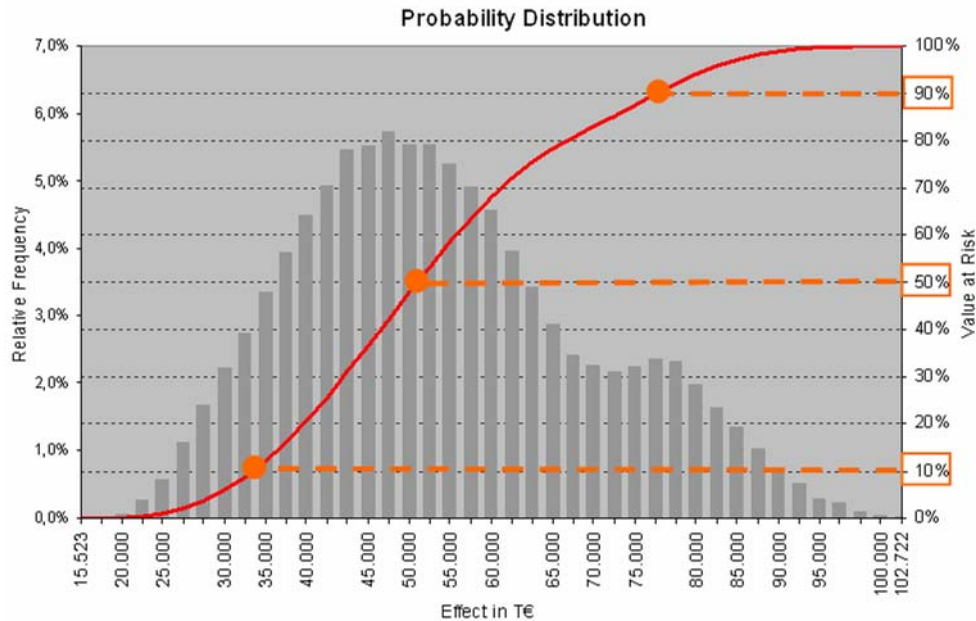


Abbildung 1: Beispiel für ein aggregiertes Risiko-Potenzial

### Modellierung von Unschärfen

Viele auf dem Markt erhältliche Software-Produkte arbeiten mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen, um das Modellieren von Unschärfen zu ermöglichen. Als Basis wird oft Microsoft EXCEL verwendet. Dadurch wird grundsätzlich eine universelle Anwendung gewährleistet. Kommerzielle RM-Software wie @Risk, Crystal Ball [1] und andere bieten neben zahlreichen Wahrscheinlichkeitsfunktionen zusätzliche Features wie die Klassifizierung und Korrelation von Risiken. Das Problem dabei ist, dass die meisten gängigen Wahrscheinlichkeitsfunktionen auf Grund der für ihre Definition notwendigen Zusatzparameter zu komplex für die Modellierung des Informationsgehalts über Kosten und Risiken von Bauprojekten sind. Was bei all diesen Produkten fehlt, sind Module für eine Verwaltung und verfolgbare Dokumentation von Risiken und Kosten über die Projektphasen der bei Bauprojekten üblichen Prototypenfertigung.

Auf Grund der Ergebnisse vorangegangener Arbeiten [2, 3] und Forschungsergebnissen [4], sowie ermutigt durch den Erfolg von Pilotprojekten wurde für RIAAT ein Ansatz gewählt, der dem ingenieurmäßigen Denken besser entspricht: das Verwenden von einfachen Verteilungsfunktionen, deren Parameter von erfahrenen Ingenieuren mit hinreichender Genauigkeit und vertretbarem Aufwand eingeschätzt werden können.

Berücksichtigt man die Tatsache, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein typisches Risiko im Tunnelbau wie z.B. ein Verbruch nicht aus statistischen Daten abgeleitet werden kann, so ist die Expertenbefragung der einzige Weg, um Eintrittswahrscheinlichkeit und finanzielle Auswirkung zu bewerten. In diesem und in anderen Fällen, wo subjektive Wahrscheinlichkeiten für mögliche zukünftige Ereignisse modelliert werden sollen, bietet die Dreieckverteilung für 90% der Fälle eine geeignete Lösung.

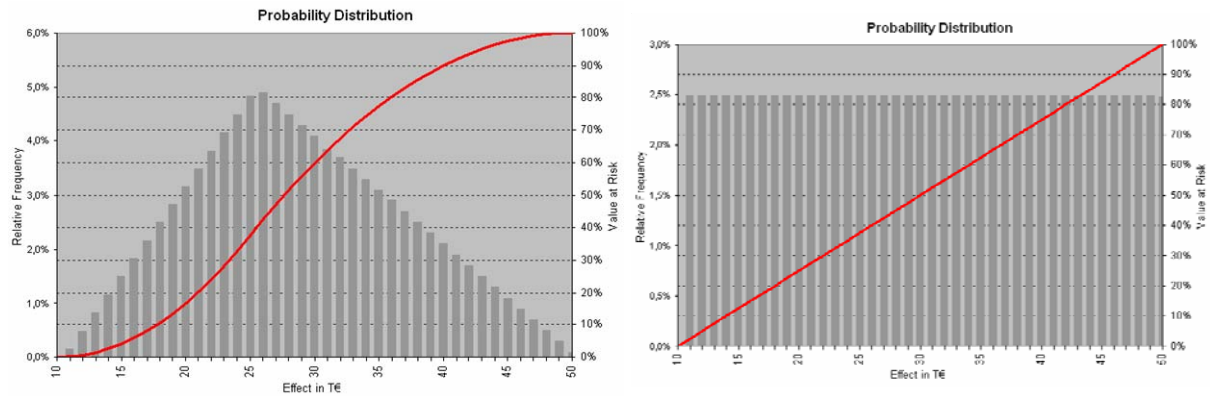


Abbildung 2: Dreieck- und Rechteckverteilung (Gleichverteilung)

Die Dreieckverteilung benötigt nur drei Eingabewerte: minimaler, erwarteter (wahrscheinlichster) und maximaler Wert. Die drei Parameter sind selbsterklärend und die damit verbundene rasche Anwendungsmöglichkeit stellt eine perfekt Lösung für viele Modellierungsfragen dar. Eine alternative Möglichkeit für eine praktikable Modellierung bietet die Verwendung von PERT. Es handelt sich hier um eine vereinfachte Form der BETA-Funktion, welche genau wie die Dreieckverteilung nur drei Eingabeparameter benötigt. Soll mehr Gewichtung um den erwarteten Wert gelegt werden als dies bei einer Modellierung mittels Dreieckverteilung möglich ist, so ist PERT eine gute Alternative [5, 6]. Aus diesem Grund wurde PERT als weitere Standardfunktion in RIAAT aufgenommen.

Ein wichtiger Aspekt, um eine weite Akzeptanz bei der Verwendung probabilistischer Methoden zu erreichen, sind einfache, selbsterklärende Grundlagen wie sie z.B. die Dreieckfunktion bietet. Außerdem ist beim Umgang mit Unschärfe zu berücksichtigen, dass eine höhere Genauigkeit der Werte nicht zwangsläufig zu einer höheren Bestimmtheit der Ergebnisse führt. Nach Meinung der Autoren ist es daher sinnvoller, die Bandbreite und Gewichtung durch einfache Funktionen individuell zu modellieren als komplexe Funktionen, die die Bearbeiter überfordern, einzuführen. Diese eignen sich primär für klassische Versicherungsrisiken, zu deren Modellierung statistische Erhebungen herangezogen werden können.

### Risiko-Aggregation

Sind alle Risiken durch Verteilungsdichten modelliert, können diese mittels Monte-Carlo-Simulation oder Latin-HyperCube-Sampling verdichtet werden. Das Ergebnis ist dann eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, die das Gesamtrisiko-Potenzial darstellt. Auf Basis der dargestellten Werteinheiten (z.B. Geld) mit zugehöriger Wahrscheinlichkeit kann nun der Auftraggeber/Investor entscheiden, welches Risiko-Potenzial in das Budget aufgenommen werden soll. Wenn es das Ziel ist, 80% des Risiko-Potenzials zu decken, dann ist der Wert für die Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 80% (Value at Risk) zu ermitteln. Abbildung 3 zeigt die Bestimmung des Value at Risk 80 mittels Verteilungsfunktion und Lorenzkurve. Beide Diagramme zeigen in unterschiedlicher Darstellung dasselbe Ergebnis. Im Beispiel wären 3,507 Mio. € zu budgetieren, um 80% des identifizierten Risiko-Potenzial zu decken.

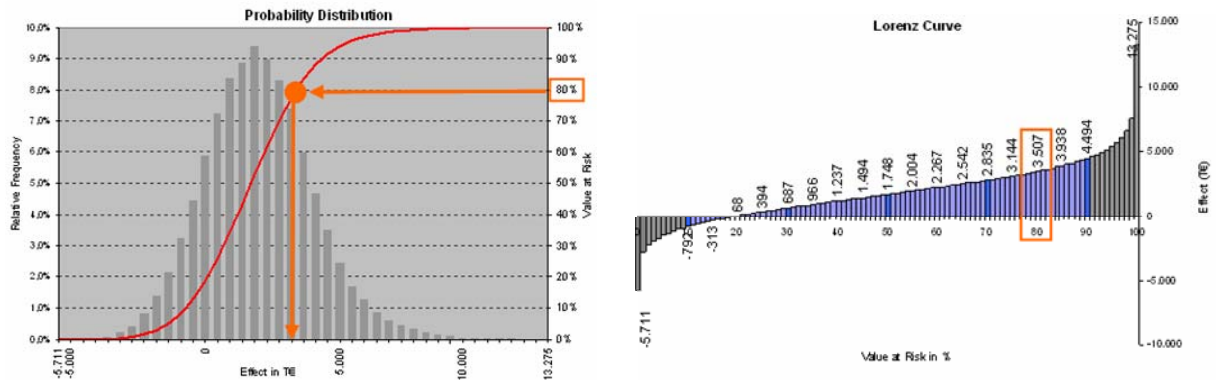


Abbildung 3: Aggregiertes Risiko-Potenzial

### Software-Unterstützung

Im vorangehenden Text wurden drei Basiselemente erläutert, die eine Risiko-Management-Software unterstützen sollte:

- Modellierung von Unschärfen in der Basiskostenermittlung
- Modellierung von Verteilungsdichten für individuelle Risiken
- Methoden zur Verdichtung von Kostenelementen und Risiken

Neben diesen Basisforderungen sollte die Software die Verwaltung der Risiken über alle Projektphasen unterstützen. In zahlreichen Richtlinien und Normen finden sich Leitfäden, wie ein effektives Risiko-Management einzuführen ist und wie ein Risiko-Management-Prozess zu strukturieren ist. Manche haben eher wissenschaftlichen Charakter [7, 8], andere sind mehr praktisch orientiert [9, 10].

Auf Grundlage österreichischer Richtlinien wurde in enger Zusammenarbeit mit der ÖBB Projektleitung für den 32,8 km langen Koralmtunnel das Risk Analysis and Administration Tool (RIAAT) weiter entwickelt und mit großem Erfolg eingesetzt

Die Entwicklung, Planung und Ausführung eines jeden Projekts gliedert sich in aufeinander folgende Projektphasen. Bezug nehmend auf [5, 6] sollten Kostenermittlungen und Risiko-Analysen für die folgenden Phasen durchgeführt werden: Grundlagenermittlung, Vorprojektplanung, Einreichplanung, Ausschreibungsplanung, Ausführung.

In jeder Phase ist ein Zyklus für die Risiko-Analyse durchzuführen. Abgesehen vom ersten Zyklus, wo Risiko-Kataloge strukturiert und andere Grundlagen bestimmt werden, wiederholen sich die restlichen Schritte bei jedem Zyklus. Nur zwischen den Phasen Ausschreibungsplanung und Ausführung sind größere Modifikationen notwendig. Mit dem Übergang zur konkreten Bauausführung und der dabei geschlossenen Verträge kann sich die Risiko-Landschaft des Projektes stark ändern.

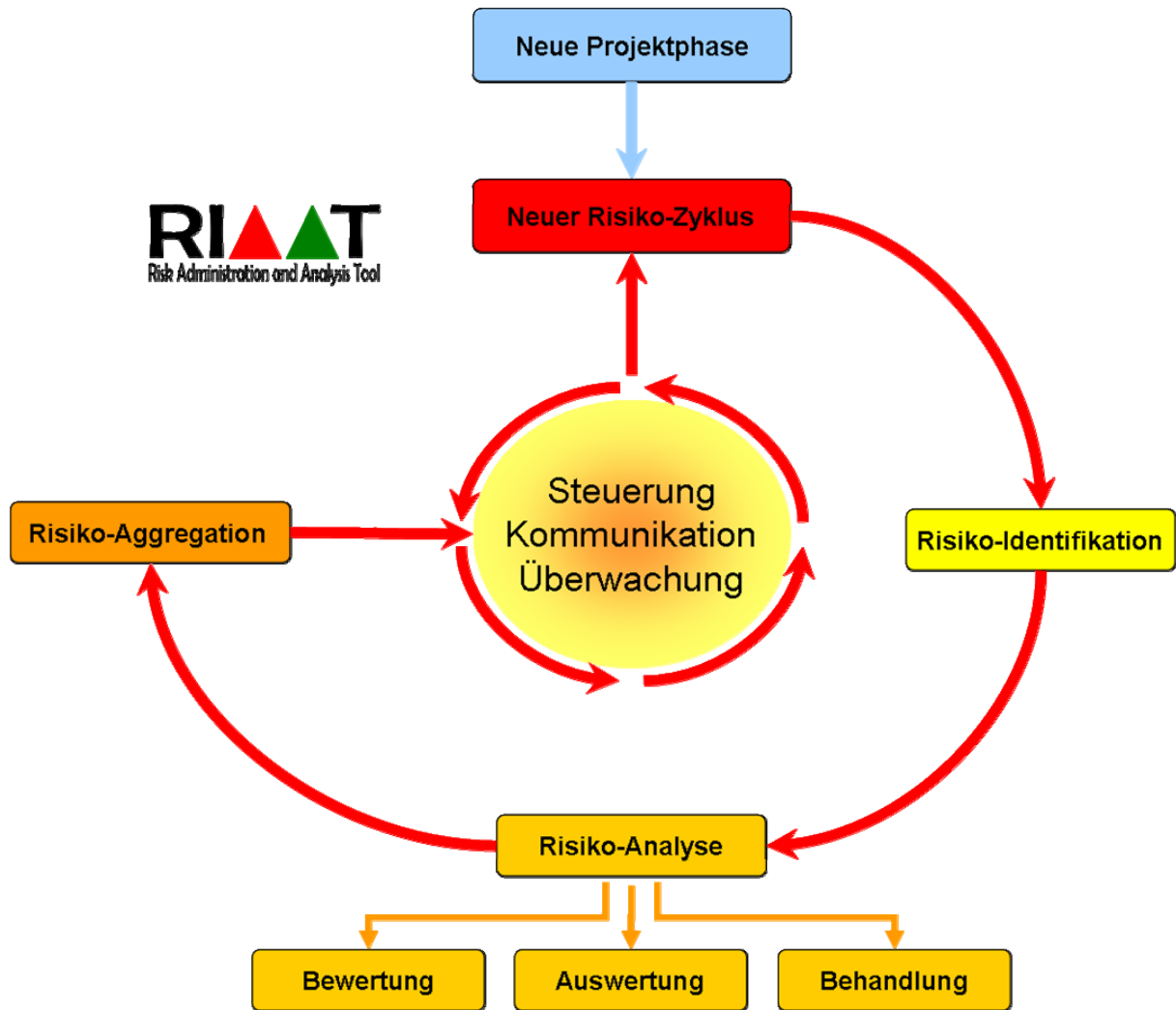


Abbildung 4: Phasen des Risiko-Management-Prozesses in RIAAT

### Strukturierung des Risiko-Management-Prozesses

Unter der Verwendung von RIAAT werden zu Beginn des Risiko-Management-Prozesses zunächst die Grundlagen definiert. Das Kernteam, bestehend aus Bauherrnvertreter, Planer, Geologen, Risikomanager etc., welches den Risiko-Management-Prozess aufsetzen und begleiten soll, wird zusammengestellt. Weiterhin werden die Zyklusintervalle und die Art der Dokumentation und des Reportwesens festgelegt.

Die Risiko-Identifikation ist der erste Schritt im eigentlichen Risiko-Management-Prozesses. Zur Identifikation von Risiken werden bekannte Methoden wie Brainstorming, Checklisten, etc. eingesetzt. Zur Differenzierung von Risiken stellt RIAAT Kataloge bereit, die nach Bedarf und Komplexität des Projekts auf beliebig viele Ebenen erweitert und miteinander verknüpft werden können. Der Ansatz folgt der Risiko-Aggregation nach dem System „Bottom-Up“. Die Kataloge erlauben weiterhin, gleichartige Risiken in Gruppen zu gliedern (z.B. Baugrundrisiken, Umwelteinflüsse, politisches Umfeld, etc.), welche individuell klassifiziert und separat analysiert werden können. Die Baumstruktur der Kataloge macht es außerdem möglich, jedes Risiko bis an seinen Ursprung zu verfolgen und hilft Redundanzen zu vermeiden.

### Risiko-Analyse

In Abbildung 5 ist eine Eingabemaske zur Risiko-Bewertung in RIAAT dargestellt, iW wird das Risiko durch die Eintrittswahrscheinlichkeit und die finanziellen Auswirkungen beschrieben.

**Risiko-Erfassung**

Basisdaten  
 Projekt: **BSP**    Projektphase: **Ausführung**    Risikozyklus: **001**    Erfasser: **SSP**    Datum aktuelle Erfassung: **22.10.2008**    Risiko ID (fest): **OR\_001\_SSP\_0036**    Sortierer: **R013**

Einzelrisiko | Aggregation

Identifikation | Maßnahmen | Bewertung | Auswertung

Eintrittswahrscheinlichkeit  
 Einzel auftretendes Risiko | Mehrfach auftretendes Risiko  
 Verbale Auswahl: **Durchaus möglich (15-30%)**    EW min.: **15**    EW erw.: **22,5**    EW max.: **30**

Mönetäre Auswirkung  
 Kompaktbewertung | Detailbewertung  
 Position: **Anker**    Einheit: **m**    Menge: **85**    erw. Menge: **120**    max. Menge: **200**  
 deterministische Summe: **2400**    det. Summe aus:     Maßnahmen inkludieren:

Position	Einheit	Menge			Funktion.	Einheitspreis			det. Summe	Szenario
		min.	erw.	max.		min. EP	erw. EP	max. EP		
<b>Anker</b>	<b>m</b>	<b>85</b>	<b>120</b>	<b>200</b>	<b>Dreieck</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>2400</b>	
<b>Sonstige Aufwendu</b>	<b>PA</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Rechteck</b>	<b>3000</b>	<b>3500</b>	<b>4500</b>	<b>3500</b>	
<b>Lohnkosten</b>	<b>Mh</b>	<b>40</b>	<b>85</b>	<b>190</b>	<b>Dreieck</b>	<b>5700</b>	<b>6000</b>	<b>6500</b>	<b>510000</b>	
<b>Zeitgebunden Kost€</b>	<b>KT</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>Dreieck</b>	<b>11500</b>	<b>12000</b>	<b>13000</b>	<b>12000</b>	

Korrelation der Kostenpositionen  
 Mengen unabh. / Preise unabh.     Mengen korreliert / Preise unabh.     Mengen unabh. / Preise korreliert mit Mengen  
 Mengen unabh. / Preise korreliert     Mengen korreliert / Preise korreliert     Mengen korreliert / Preise korreliert mit Mengen

deterministische Summe: **aktuell 118777,5**

Speichern | Daten für neues Risiko übernehmen | Neues Risiko | Risiko löschen | Zurück

Abbildung 5: Quantitative Risiko-Bewertung mit RIAAT

Bei der Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit hat der Anwender die Möglichkeit zwischen „einzeln auftretenden Risiken“ und „mehrfach auftretenden Risiken“ zu unterscheiden. Einzeln auftretende Risiken werden auf die gewohnte Weise durch die Angabe eines Wertes für die Eintrittswahrscheinlichkeit beschrieben. Mehrfach auftretende Risiken sind charakteristisch für Projekte im Autobahnbau, Eisenbahnbau und Tunnelbau. Bei solchen Linienbauwerken können gleichartige Risiken innerhalb eines Abschnitts mehrfach auftreten. Beispiele im Tunnelbau sind Verbrüche, die Sanierung von Tübbingenschäden oder im Straßenbau das Ausbessern von Oberflächenfehlern. Solche Risiken lassen sich am besten durch eine Zahl für die mittlere Auftretensanzahl beschreiben. In diesem Fall werden die finanziellen Auswirkungen für jeden Schadensfall separat ermittelt und aufaddiert, um das Gesamtpotenzial des Risikos zu ermitteln.

Die finanzielle Auswirkung für das Beispielerisiko in Abbildung 5 gliedert sich in vier Elemente: Anker, sonstige Aufwendungen, Lohnkosten und Zeitgebundenen Kosten. Jedes Element besteht

aus zwei Faktoren – Menge und Preis/Kosten –, wobei jeder Faktor wiederum individuell durch eine Verteilungsdichte nachvollziehbar dokumentiert modelliert werden kann.

In RIAAT werden in der Mehrzahl der Fälle zur Modellierung Dreieckfunktionen und Rechteckfunktionen verwendet. Wie bereits erwähnt steht auch PERT als Alternative zur Verfügung. Zusätzliche Flexibilität wird durch das Modul BUILD ermöglicht. BUILD erlaubt das individuelle Modellieren von Verteilungsdichten für spezielle Fälle. So können auch Risiken wie Flutereignisse oder Verkehrsunfälle, für die statistische Daten existieren, individuell modelliert werden. Bei Bedarf können auch weitere Funktionen wie Normal- und Lognormal-Verteilung und andere, die in der mathematischen Statistik Verwendung finden, eingesetzt werden.

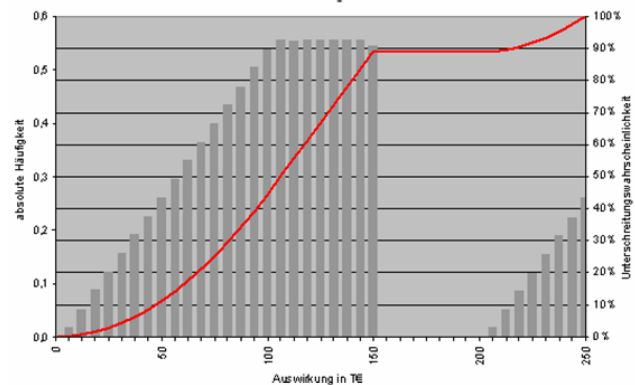
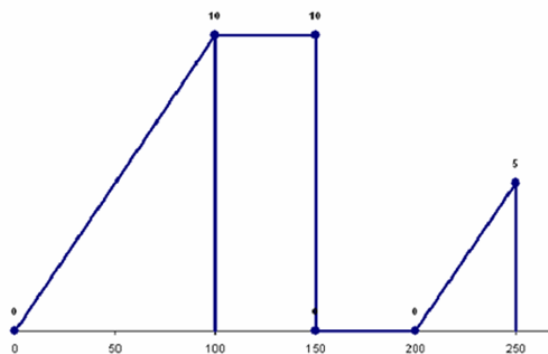


Abbildung6: Individuelle Modellierung und Simulationsergebnis

Für eine realitätsnähere Darstellung können Faktoren und Kostenelementen auch in Korrelation gesetzt werden. Werden Maßnahmen eingebunden, so können die Maßnahmenkosten zusammen mit den Risikokosten zum umfassenden Risiko-Potenzial aggregiert werden.

### Risiko-Aggregation und Risiko-Verwaltung

Nachdem alle identifizierten Risiken bewertet und ausgewertet wurden, ist der letzte Schritt im Zyklus die Aggregation zum Projekt-Risiko-Potenzial. Das Ergebnis ist dann eine Verteilungsfunktion und Lorenzkurve, wie sie in Abbildung 1 zu sehen ist.

RIAAT bietet eine umfassende Dokumentation, die es erlaubt, Einzelrisiken wie auch das Gesamt-Risiko-Potenzial während der gesamten Ausführungsphase transparent zu verfolgen. Das Reportwesen ist individuell anpassbar. Standardelemente eines Risiko-Reports sind die Katalogdarstellung der Risiken und Diagramme zu Einzelrisiko- und Gesamtrisiko-Potenzial. Weiterhin sind im Bericht die Maßnahmen inkl. Kosten (Brutto/Netto Damagebetrachtung) und eine detaillierte Beschreibung der finanziellen Konsequenzen enthalten. Wenn gewünscht, liefert der Report auch Angaben zur Risikoveränderung über die Projektlaufzeit.

### Zusammenfassung

Der Einsatz von probabilistischen Methoden bei Kostenermittlungen und Risiko-Analysen bietet für Auftraggeber/Investor wie auch für ausführende Unternehmen große Vorteile. Die Anwen-



dung probabilistischer Methoden liefert ein Mehr an Information über das individuelle Risikopotenzial. Neben fundierten Budgetierungsgrundlagen und Reduktion der Unsicherheit bei der Projektfinanzierung bietet RIAAT neue Möglichkeiten zum gezielten Nutzen von Chancen und rechtzeitigen Gegensteuern bei Gefahren in der Ausführungsphase. Vorteile, die sich positiv auf die Rendite eines Projekts auswirken.

Die in diesem Beitrag vorgestellte Software unterstützt die Methoden zur Kosten- und Risiko-Analyse mit einer umfassenden Verwaltung und Dokumentation von Risiken über alle Projektphasen. Mit Hilfe von RIAAT können somit in jeder Projektphase Aussagen zum Risikopotenzial gemacht werden. In Kombination mit einer Kostenermittlung, die Unschärfen in Bezug auf Mengen und Preise berücksichtigt, wird dem Bauherrn eine solide Basis an Informationen für die Budgeterstellung und das Kosten- und Risiko-Management zur Verfügung gestellt.

#### REFERENZEN

- [1] @Risk (Palisade Corporation), Crystal Ball (Oracle), etc.
- [2] Fellin, W., Lessmann H., Oberguggenberger M., Vieider R. (2005), *Analysing Uncertainties in Civil Engineering*, SPRINGER, Berlin
- [3] Sander, P. (2004), *Entwicklung einer Methodik zur Identifikation und Verdichtung von Risiken*, Diplomarbeit, TU Dresden
- [4] Schneider, E. et al. (2006), *EDV unterstütztes Risikomanagement und Informationssystem*, FFG (Austria) Project No. 808079, Schlussbericht, University Innsbruck
- [5] Vose, D. (2008), *Risk Analysis – A quantitativ Guide*, John Wiley & Sons, Chichester
- [6] Morgan, M. G, Henrion, M., Small, M. (1992), *Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge
- [7] Busch T. (2005), *Holonistisches und probabilistisches Risikomanagement-Prozessmodell für projektorientierte Unternehmen der Bauwirtschaft*, Dissertation, ETH Zürich
- [8] Da Costa Lewis, N. (2004), *Operational Risk with Excel and VBA: Applied Statistical Methods for Risk Management*, John Wiley and Sons, Chichester
- [9] ÖGG (2005), *Kostenermittlung für Projekte der Verkehrsinfrastruktur*, ÖGG – Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Wien
- [10] ÖBB (2007), *Handbuch zur Kostenermittlung*, ÖBB, Wien

Autoren: Dipl.-Ing. Philip Sander, Geschäftsführer RiskConsult GmbH  
Dipl.-Ing. Dr. tech. Markus Spiegl, Geschäftsführer RiskConsult GmbH und SSP BauConsult GmbH  
em. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Eckart Schneider  
Universität Innsbruck, Fakultät für Bauingenieurwissenschaften und Umwelttechnik, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement

Kontakt: Mail: [psander@riskcon.at](mailto:psander@riskcon.at), Mobil: +43-664-4035146