

SYSTEMATISCHES KOSTEN- UND RISIKOMANAGEMENT BEI GROßPROJEKTEN

INHALT

1	EINLEITUNG	1
2	KOSTENSTRUKTUR	1
3	WAHL DES VERFAHRENS ZUR KOSTENERMITTLUNG	3
3.1	ÖGG-RICHTLINIE	3
3.2	METHODEN ZUR KOSTENERMITTLUNG	3
4	RISIKO-ANALYSE	5
4.1	GEFÜHRTER PROZESS ZUR BEURTEILUNG DER EINZELRISIKEN	6
4.2	RISIKOIDENTIFIKATION.....	7
4.3	PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (PHA)	8
4.4	PROBABILISTISCHE RISIKO-ANALYSE	9
4.5	DARSTELLUNGSOPTIONEN	10
4.6	KOMPLEXERE RISIKOSZENARIEN	12
4.7	RISIKOKOMMUNIKATION	13
5	KOSTENCONTROLLING	14
6	PROJEKTREVIEW	15
7	ZUSAMMENFASSUNG	16
	LITERATUR	17
	ANGABEN ZU DEN AUTOREN	18

 <p>RiskConsult Spiegl, Sander & Partner</p>	 <p>RIAT Risk Administration and Analysis Tool</p>	<p>RiskConsult GmbH Technikerstr. 32 6020 Innsbruck Austria</p>
<p>www.riskcon.at</p>	<p>http://riaat.riskcon.at</p>	

Änderungsprotokoll:

Datum	Version	Änderungen
16.12.2016	F00	Erstversion

© Das geistige Eigentum dieser Ausarbeitung verbleibt bei RiskConsult GmbH. Eine Verwendung über den ursprünglichen Zweck hinaus ist nur im Einvernehmen mit RiskConsult GmbH erlaubt. Jede Veröffentlichung (auch auszugsweise) ist nur mit Zustimmung von RiskConsult GmbH zulässig, ebenso die Weitergabe an Dritte oder die wiederholte Nutzung durch Dritte oder den AG selbst.

1 Einleitung

Bei Großprojekten (Verkehrsinfrastruktur, Flughäfen, Krankenhäuser uä) mit einer hohen Komplexität ist die Skepsis leider häufig berechtigt, dass die Kosten im Vorfeld nicht in der richtigen Höhe prognostiziert werden können. Begründet ist diese Skepsis durch eine große Anzahl von negativen Beispielen aktuell und in der Vergangenheit. Aus dieser Thematik ergeben sich folgende Fragen:

- Warum können Projekte nicht zu den Kosten errichtet werden, die zu Beginn prognostiziert wurden?
- Warum scheint es so, als ob Kosten generell nur nach oben abweichen?

In den meisten Fällen liegt die Ursache primär in der Anwendung unzureichender Methoden zur Kostenermittlung und Risiko-Analyse [1] und sekundär überlagert vom Effekt des „Optimism bias“.

Die wachsende Bedeutung von operativem Kosten- und Risiko-Management zeigt sich auch in der sehr umfangreichen Literatur der letzten Jahre und die Verankerung von Risiko-Management-Prozessen in Normen und Richtlinien, die vor allem einen grundlegenden Schritt der Begriffsdefinitionen übernehmen. Jedoch finden sich für ein durchgängiges Kosten- und Risiko-Management vielfach nur allgemein gehaltene „Wegweiser“. [2]

Bereits in der Kostenermittlungsphase werden die Weichen für eine erfolgreiche Kostenverfolgung bzw. Projektkostencontrolling über die Projektlaufzeit gestellt. Hier gibt beispielsweise der aktuelle Entwurf zur ÖGG-Richtlinie für Kostenermittlung [3] einen aktuell guten Standard vor. Die praktische Umsetzung erfordert meist neben einem strukturierten Vorgehen auch eine langjährige Erfahrung in der Projektarbeit.

Neben den eigentlichen Basiskosten gilt es, auch Risiken zu identifizieren, zu bewerten und in der Ausführung mit den eingetretenen Mehrkosten abzugleichen. Erst ein Projektreview eines abgeschlossenen Projektes – unter anderem die Analyse der sich realisierten Kosten zu den damaligen Prognosen – ermöglicht die Bewertung des gefahrenen Systems. [8]

2 Kostenstruktur

Nur ein durchgängiges Kostenmanagement ermöglicht gerade bei langjährigen Projekten, die von Natur aus zahlreichen Veränderungen unterliegen, Kosten auch rückwirkend zu älteren Projektstadien vergleichbar darzustellen. Die Strukturierung der Kosten in sogenannte Kostenbestandteile ist bereits vor Projektstart ein essentieller Schritt für die Etablierung eines durchgängigen Kosten-Managements.

In Abbildung 1 ist ein Beispiel für eine Kostenstruktur von Projekten graphisch dargestellt. Die Struktur visualisiert von links nach rechts einen zunehmenden Detaillierungsgrad der einzelnen Kostenbestandteile. Dies ermöglicht auch zu festgelegten Stichtagen Kosten projektphasenübergreifend (Planung → Ausführung) vergleichbar darzustellen. So gliedern sich beispielsweise die Basiskosten in der Ausführung in Nicht vergebene Leistungen und Bestellungen. Die weitere Untergliederung der Bestellungen ermöglicht ein detailliertes Change-Management. Die zusätzlichen Kosten korrespondieren mit den Risiken, da hier im Wesentlichen eingetretene Risiken abgebildet werden.

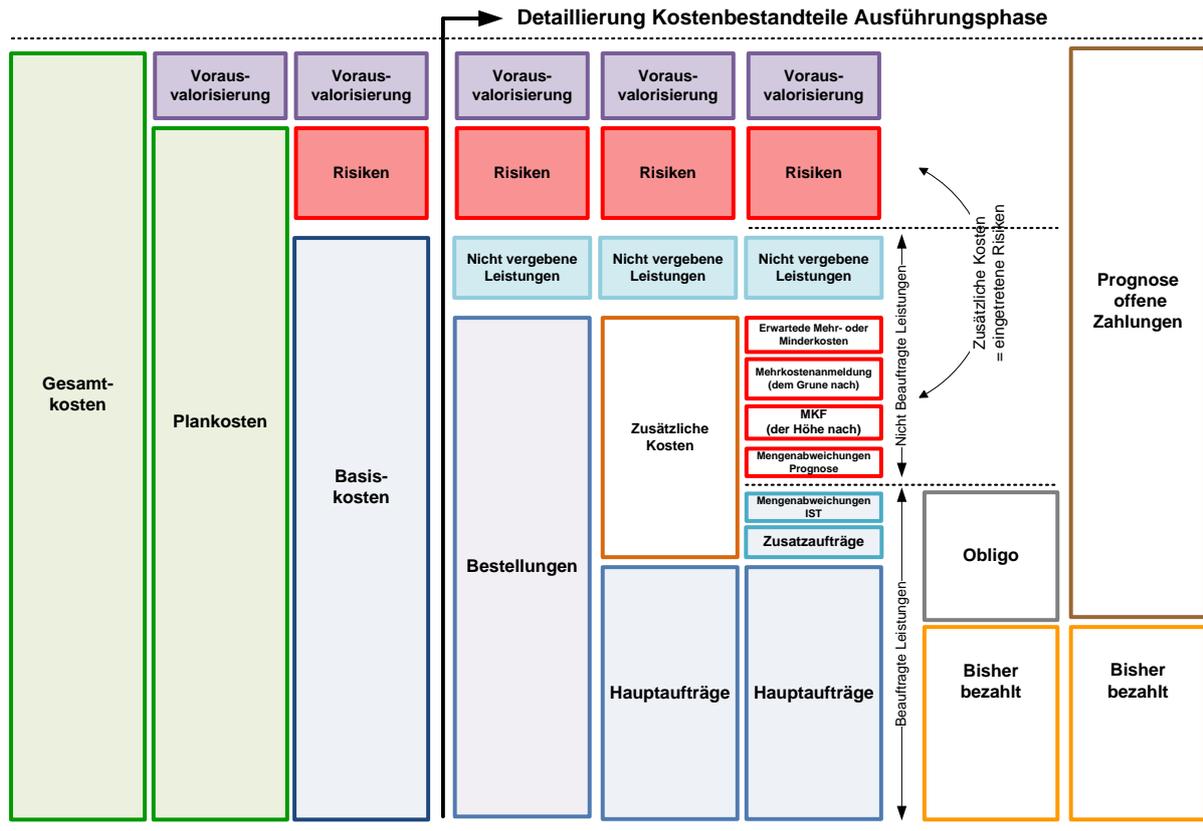


Abbildung 1: Beispiel einer Kostenstruktur für Bauprojekte

Eine weitere Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Kosten zu verschiedenen Stichtagen ist die Berücksichtigung der Preisbasis auf der sämtliche Kosten einheitlich zu ermitteln sind oder spätere Kosten zumindest rückführbar sind.

Die Vorausvalorisierung prognostiziert die Kostensteigerung der ermittelten Kosten in der Zukunft. Da Großprojekte über Jahre hinweg laufen, ist die zukünftige Teuerungsrate zu berücksichtigen. Diese kann durch den Zinseszineffekt eine beachtliche Größe erreichen, was nicht selten dazu führt, dass eine nicht ausgewiesene Teuerungsrate fälschlich als Kostenerhöhung interpretiert wird. Es kann, gerade bei Großprojekten, generell empfohlen werden, nur Zahlen im Sinne von Gesamtkosten zu veröffentlichen, da davon auszugehen ist – wie schon die Systematik zeigt –, dass Basis- oder Plankosten nicht deckungsgleich mit den Gesamtkosten sind.

Als Schlüsselfaktor hat sich gezeigt, dass die Ermittlung der Basiskosten im Sinne „nackter Basiskosten“, d.h. ohne Reserven erfolgen muss. So simpel diese Grundforderung klingt, so schwierig ist diese „psychologische Hürde“ vielfach zu nehmen. Viele Projekte zeigen praktisch ein Chancenpotenzial im Bereich Mengenabweichungen, welches darauf zurückgeführt werden kann, dass die Mengenvordersätze im Allgemeinen mit zu viel „Puffer“ ermittelt bzw. angesetzt werden. [4]

Abbildung 2 zeigt in idealisierter Darstellung die chronologische Veränderung der Kostenbestandteile Basiskosten und Risiken. Realisieren sich Risiken, so werden die zugehörigen Kosten in die Basiskosten verschoben. Im Gegenzug werden die Risiken abgeschmolzen. Die verschiedenen untergeordneten Kostenbestandteile (Erwartete Mehr-/oder Minderkosten, Mehrkostenanmeldungen, MKF, Zusatzaufträge) dokumentieren die verschiedenen Stadien der zusätzlichen Kosten bis hin zur Zusatzbeauftragung. Diese Kostenbestandteile gilt es in der Ausführungsphase dynamisch zu verwalten.

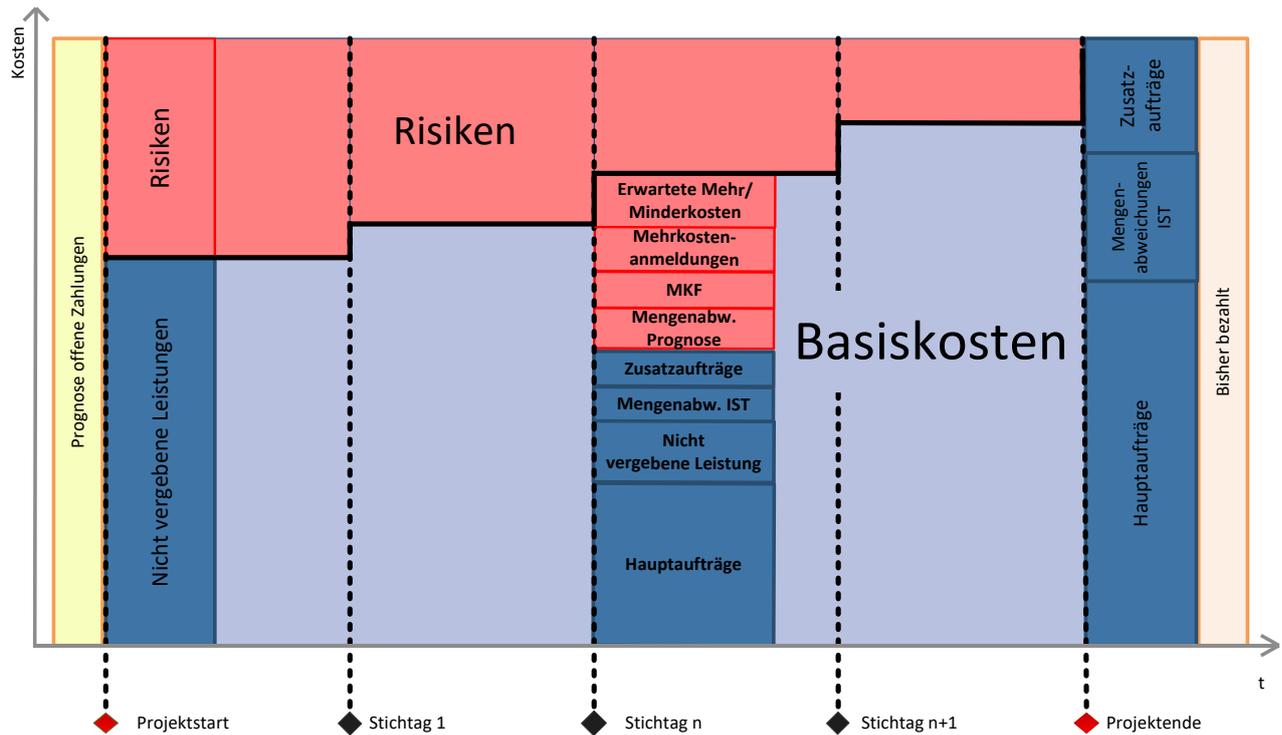


Abbildung 2: Idealierte Darstellung der Kostenbestandteile Basiskosten und Risiken über die Projektlaufzeit

Bei der Erstellung von Leistungsverzeichnissen ist es häufige Praxis bereits eine Risiko-Reserve durch einschlägige LV-Positionen zu berücksichtigen. Diese Risiko-LV-Positionen werden somit vom Risikopotenzial in das LV transferiert. Für eine transparente Darstellung der Kosten sollte bereits in der Ausführungsphase die konsequente Trennung zwischen „reinen Basiskosten“ (ohne Risiko-LV-Positionen) und den Risiko-LV-Positionen gewährleistet sein. Werden diese beiden Basiskostenteile nicht getrennt verwaltet, kann nur mehr eine Analyse gegenüber dem Vertrag (LV) durchgeführt werden. Die Durchgängigkeit der Kostenverfolgung ist dann nicht mehr gegeben.

3 Wahl des Verfahrens zur Kostenermittlung

3.1 ÖGG-Richtlinie

Der Entwurf der ÖGG-Richtlinie: Kostenermittlung für Projekte der Verkehrsinfrastruktur (2016) [3] berücksichtigt bei der Berechnung der Basiskosten zwei Verfahren:

- das deterministische Verfahren
- das probabilistische Verfahren

Beim deterministischen Verfahren sind die Mengen- und Kostenkennzahlen feste Größen, während beim probabilistischen Verfahren sowohl die Mengen- als auch Kostenkennzahlen mit Verteilungen angesetzt werden können.

3.2 Methoden zur Kostenermittlung

Folgende Methoden der Kostenermittlung werden unterschieden: [5]

- **Deterministische Kostenermittlung**
Die deterministische Kostenermittlung liefert einen einzelnen Wert, der sich als Summe der Produkte aus wahrscheinlichsten Mengen und wahrscheinlichsten Preisen ergibt.

- **Bandbreitenmethode**

Die Bandbreitenmethode liefert folgende drei Resultate:

1. Summe der Produkte aus minimalen Mengen und minimalen Preisen
2. Summe d. Produkte aus wahrscheinlichsten Mengen u. wahrscheinlichsten Preisen
3. Summe der Produkte aus maximalen Mengen und maximalen Preisen

- **Quadratwurzel-Methode**

Diese Methode der Kostenermittlung liefert einen einzelnen Wert, der sich als Summe aller Basiskosten inkl. eines Zuschlags für die Bandbreite der Basiskosten ergibt. (Quadratwurzel der Summe der Quadrate der relativen Basiskosten-Bandbreiten)

- **Probabilistische Kostenermittlung**

Die probabilistische Kostenermittlung kombiniert die Basiskosten in einer Simulation. Das Resultat ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Nachfolgend wird ein Vergleich der oben angeführten Methoden der Kostenermittlung gezeigt. Hierfür wird ein vereinfachtes Beispiel aus dem Tunnelbau herangezogen. Die Eingangswerte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Für die Mengen wird eine Dreiecksverteilung mit den Parametern Minimum (min), wahrscheinlichster Wert (most likely = ml) und Maximum (max) verwendet.

Kostenposition	Menge				Einheitspreis [€]			Deterministisch
	min	ml	max	Einheit	min	ml	max	Kosten/Meter Tunnel (ml)
Spritzbeton 10 cm - Kalotte	13,8	15,4	17,7	m ²	9,7	12,1	15,8	186,3
Stahlmatte AQ50	13,8	15,4	16,9	m ²	1,0	1,2	1,6	18,8
Swellex 3.0 m - Kalotte	1,7	1,8	2,0	Stk.	20,7	25,9	33,7	47,1
Spritzbeton 5 cm - Strosse	5,2	5,8	6,6	m ²	6,0	7,5	9,7	43,1
Swellex 3.0 m - Strosse	0,4	0,5	0,5	Stk.	20,7	25,9	33,7	11,7
								307,0

Tabelle 1: Deterministische Basiskosten eines Tunnelbauprojekts (Dreiecksverteilung)

In Abbildung 3 ist ein Vergleich der Resultate der beschriebenen Methoden der Kostenermittlung für das Beispiel dargestellt.

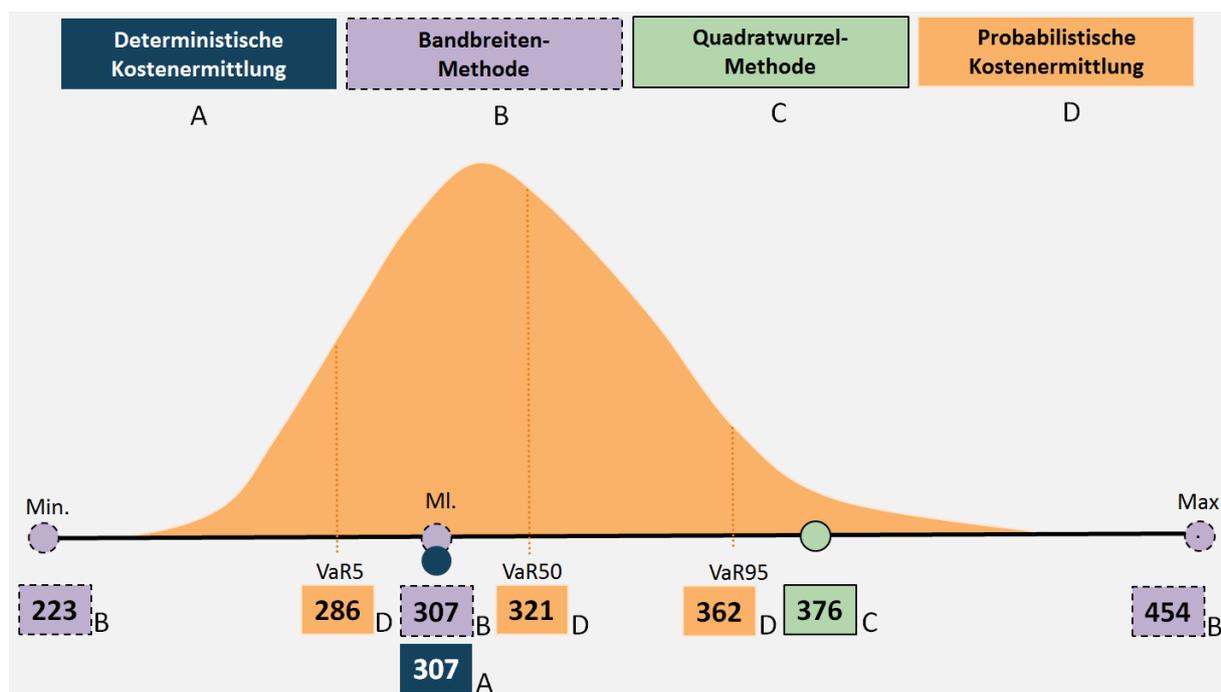


Abbildung 3: Visualisierung des Vergleichs der diskutierten Methoden der Kostenermittlung

4 Risiko-Analyse

Laut Entwurf der ÖGG-Richtlinie: Kostenermittlung für Projekte der Verkehrsinfrastruktur (2016) [3] können für die Ermittlung der Risikokosten das Richtwertverfahren, das Verfahren mit Einzelrisikobewertung und Unbekanntem oder eine Kombination aus beiden Verfahren herangezogen werden. Die Entscheidung für die Wahl des Verfahrens obliegt dem Auftraggeber.

Beim Richtwertverfahren werden die Risikokosten vereinfacht als pauschaler Zuschlag auf die Basiskosten berücksichtigt. Es bietet die Möglichkeit einer raschen Ermittlung der Risikokosten, da keine Bewertung von Einzelrisiken erfolgt.

Beim Verfahren mit Einzelrisikobewertung werden mehrere Phasen durchlaufen, wobei der Fokus auf die Identifikation, Bewertung und Behandlung von Einzelrisiken gesetzt ist. Nach Abschluss der qualitativen Risikobewertung wird entschieden, ob eine quantitative Risikobewertung erforderlich ist. Durch die Möglichkeit, die Bewertung der Risiken in Bandbreiten durchzuführen, werden die Grundlagen für einen probabilistischen Ansatz geschaffen. Die Festlegung ob die quantitative Risikobewertung mittels deterministischer oder probabilistischer Verfahren erfolgen soll, obliegt dem Auftraggeber. Sofern zum aktuellen Zeitpunkt keine quantitative Bewertung möglich ist, bleibt das Risiko qualitativ dokumentiert und sollte zu einem späteren Zeitpunkt quantifiziert werden. [3]

Für eine erfolgreiche Risiko-Analyse und im weiteren Sinne ein erfolgreiches Risiko-Management, ist neben der Wahl der geeigneten Methoden auch eine adäquate Sensibilisierung der Beteiligten und eine fachmännische Moderation durch den Prozess unabdinglich.

Die **Moderation** der Risiko-Analyse durch einen Fachmann, der die Grundlagen einheitlich vermitteln kann und die Ergebnisse übergeordnet hinterfragt, ist zu empfehlen. Dabei ist für den Moderator nicht die exakte Bewertung eines jeden Experten ausschlaggebend, sondern der Einblick, den die verschiedenen Ansätze der Bewertenden dem Moderator im Gesamtbild vermitteln. Seine Aufgabe ist es, grundlegende Diskrepanzen zu identifizieren und auszuräumen. [7]

Eine **Sensibilisierung** unter den Beteiligten soll ein homogenes Verständnis für den Umgang mit Risiken und den angewandten Methoden schaffen. Die Schulungen werden i.d.R. vom Moderator vorbereitet und gehalten.

Eine Risiko-Analyse sollte sich generell mehrerer aufeinander aufbauender **Methoden** zur Risiko-Bewertung und -Klassifikation bedienen. Eine gute Übersicht zu den zertifizierten generischen Methoden kann auch der IEC/ISO 31010 entnommen werden.

4.1 Geführter Prozess zur Beurteilung der Einzelrisiken

Für die Beurteilung der Einzelrisiken wird ein geführter Prozess mittels eines **Risk Fact Sheets** Einzelrisikobewertung empfohlen. Dabei werden mehrere Methoden durchlaufen, wobei der Fokus auf Identifikation, Analyse und Behandlung gelegt ist. Mit dem Risk Fact Sheet werden die im Workshop erarbeiteten Daten für jedes Einzelrisiko dokumentiert, was weiterhin auch eine strukturierte Überführung der Daten in das Risiko Register erleichtert.

Risikoidentifikation

Identifikation und Beschreibung von Einzelrisiken

- Zuordnung zu Risiko-Kategorien
- Präklassifikation mittels Preliminary Hazard Analysis

Qualitative Analyse

Bewertung vor und nach Maßnahmen.

Nach Abschluss der qualitativen Risikobewertung wird entschieden, ob eine quantitative Risikobewertung erforderlich ist.

Quantitative Analyse

Bewertung vor und nach Maßnahmen.

Durch die Möglichkeit, die Bewertung der Risiken in Bandbreiten durchzuführen, werden die Grundlagen für einen probabilistischen Ansatz geschaffen. Sofern zum aktuellen Zeitpunkt keine quantitative Bewertung möglich ist, bleibt das Risiko qualitativ dokumentiert und kann zu einem späteren Zeitpunkt quantifiziert werden.

Maßnahmen (pro-aktiv)

Auf Basis der Bewertungsergebnisse werden Maßnahmen gesetzt und die Risiken neuerlich hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkungen bewertet.

Die Kosten dieser Maßnahmen sind in der Auswertung zu berücksichtigen.

Abbildung 4: Risk Fact Sheet Einzelrisikobewertung

4.2 Risikoidentifikation

Basis für die Identifikation (und der späteren Analyse) von Einzelrisiken ist immer der definierte Leistungsumfang (Base Scope), der durch die Basiskosten beschrieben wird. Ursachen, die zu möglichen Abweichungen vom definierten Leistungsumfang führen können, werden durch konkrete Szenarien in Form von Einzelrisiken beschrieben.

Für die Identifikation können gängige **Brainstorming- und Brainwritingmethoden** (Methode 635, Brainwriting Pool), sowie eine Expertenbefragung in Form eines **Delphiverfahrens** eingesetzt werden. Weiterhin kann das Durchführen einer **Standortbestimmung** helfen zu Beginn des Workshops den Focus relevante Themen einzugrenzen. Die Risikoidentifikation wird durch einen Moderator geleitet.

Risiko-Kategorien

Ein Risiko-Kategorien Katalog unterstützt eine strukturierte Erfassung von Einzelrisiken und dient ebenso als **Checkliste** bei der Risiko-Identifikation. Dabei ist jedes identifizierte Einzelrisiko einer Risiko-Kategorie zuzuordnen.

Hauptgruppe	Untergruppe	Hauptgruppe	Untergruppe		
Projektierung	Projektreifegrad	Baugrund	Projektumfeld		
	Genehmigung			Akzeptanz	
	Liegenschaften			Infrastrukturelle Grundversorgung	
	Technologie			Externe Schnittstellen	
Markt	Angebote			Regelwerke	
	Indexabweichungen			Bestand	
				Sicherheit und Sicherung	
Vertrag	Fehlende/ entfallene Leistungen			Kultur und Politik	
	Mengenabweichung			Intern	Personal
	Vertragsgestaltung				Organisation
	Planungsoptimierungen	Vertragspartner			
	Planungsänderungen				
	Auflagen und Vereinbarungen	Höhere Gewalt			
	Projektspezifische Sonderfälle				
Bestelländerung					

Abbildung 5: Beispiel für Risiko-Kategorien

4.3 Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Beispielsweise ist die Preliminary Hazard Analysis (PHA) eine anerkannte Methode, die sich besonders gut zur Preklassifikation von Risiken in frühen Phasen eignet. Ziel ist es, die relevanten und die weniger relevanten Risiken zu identifizieren. Auf Basis der Ergebnisse können dann gezielt Ressourcen und weiterführende Analysemethoden auf die wichtigsten Risiken angewandt werden.

Der Ablauf lässt sich in Kürze folgendermaßen zusammenfassen:

- Auflistung der identifizierten Gefährdungen
- Anwendung der PHA-Matrix → Klassifikation der Gefährdungen (Abbildung 6)
- Entscheidung, welche Gefährdungen als Risiken vertieft analysiert werden
- Dokumentation der Ergebnisse

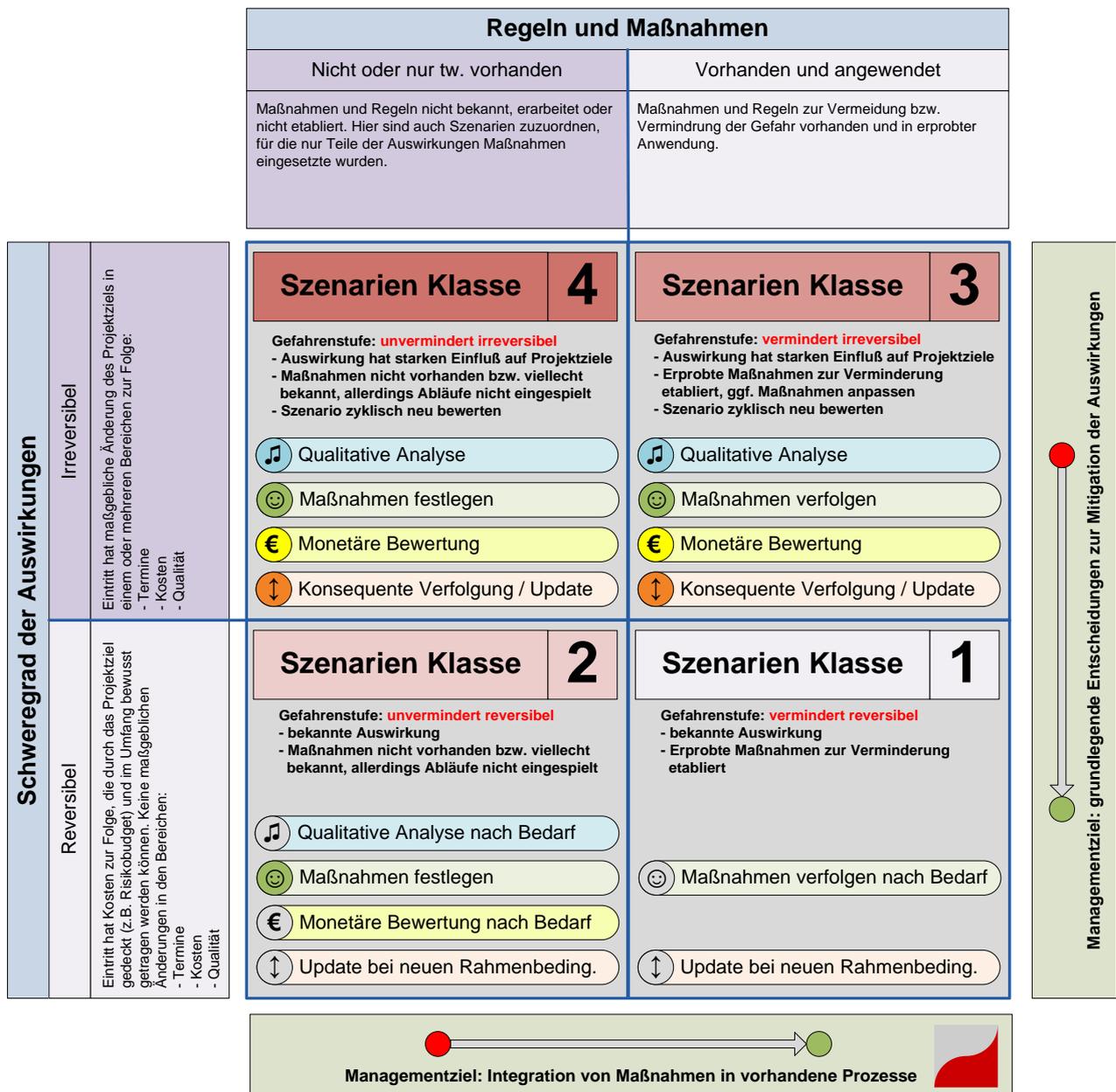


Abbildung 6: PHA-Matrix zur Risiko-Klassifikation (© RiskConsult)

4.4 Probabilistische Risiko-Analyse

Eine probabilistische Risiko-Analyse kann aufbauend auf die PHA angewandt werden. Sie ist eine quantitative Methode und liefert als Ergebnis eine Aussage über das Risiko-Potenzial in beliebigen Werteinheiten (z.B. Euro). Der Vorteil gegenüber deterministischen Standardverfahren ist der deutlich höhere Informationsgehalt, da das Ergebnis eine Verteilungsfunktion mit Unter- bzw. Überschreitungswahrscheinlichkeiten (VaR) ist, die eine Bandbreite des Risiko-Potenzials (inkl. Best und Worst Case) abbildet. Auf dieser Grundlage können in der Planungsphase folgende Entscheidungen gefällt werden:

→ Wieviel Prozent des abgebildeten Risiko-Potenzials sollen durch ein Budget gedeckt werden? Wie viel bleibt bewusst ungedeckt? Was kann z.B. versichert werden?

In Abbildung 7 ist ein Beispiel für einen Ereignisbaum in einer probabilistischen Risiko-Analyse dargestellt. [10]



Abbildung 7: Ereignisbaum in einer probabilistischen Risiko-Analyse mit Risiko-Tool RIAAT

Die Aggregation aus den Einzelrisiken führt zu einer Verteilung, die das Risikopotenzial des Projekts zum aktuellen Stichtag darstellt. Auf dieser Grundlage können dann folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie viel Prozent des aktuellen Kosten-Potenzials sind noch durch das restliche Budget gedeckt? Zeichnet sich eine Unter- oder Überdeckung ab?
- Wie viel Prozent des aktuellen Kosten-Potenzials sollen durch das Budget gedeckt werden? Wie viel bleibt bewusst ungedeckt?
- Wie hoch ist das Risiko-Potenzial im Vergleich zu den Basiskosten?
- Welche Elemente unterliegen der höchsten Schwankung?

Mit zyklischer Verfolgung der Risikoentwicklung zu festen Stichtagen kann das Projekt während der Ausführung über ein Controlling, welches die Vorteile der Probabilistik für Prognosen nutzt, fortlaufend überwacht werden. Das Ziel des Controllings besteht zum einen darin, eine sich abzeichnende Budget-Über- oder Unterdeckung und deren Ursachen frühzeitig zu identifizieren und zum anderen in der Erarbeitung effektiver Maßnahmen zur fortlaufenden Gewährung einer Kostenstabilität.

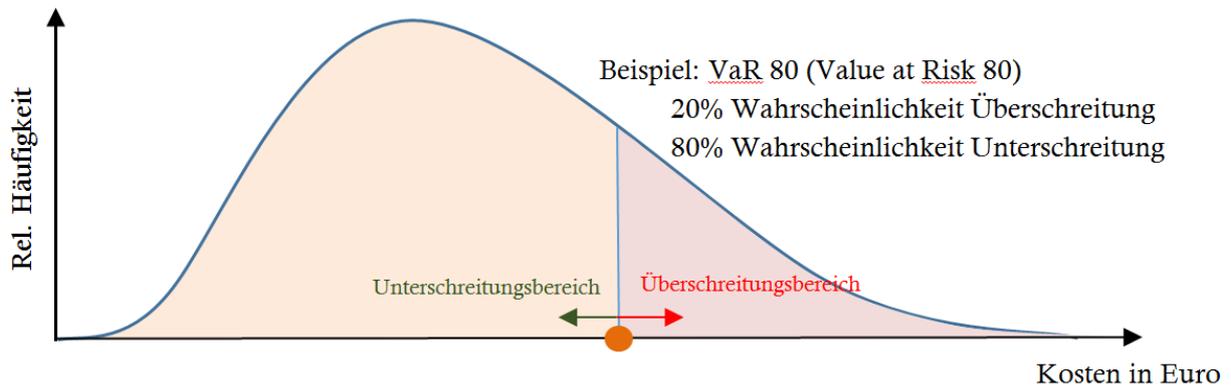


Abbildung 8: Abzeichnung einer Über- bzw. Unterdeckung am Beispiel eines Budgets

Wir empfehlen den Einsatz von probabilistischen Methoden, da diese bei komplexen Projekten Stand der Technik sind.

- Unsicherheiten können transparent berücksichtigt und als Entscheidungsgrundlage dargestellt werden.
- Das deterministische Ergebnis wird in der probabilistischen Analyse automatisch mitgeführt. Es kann damit auch eine Aussage über die Unter- bzw. Unterschreitungswahrscheinlichkeit des deterministischen Ergebnisses gemacht werden.
- Für die probabilistisch ermittelten Risiken kann für die Budgetierung ein Quantilwert (Value at Risk) gewählt werden, der angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die zugehörigen Kosten über- bzw. unterschritten werden.

4.5 Darstellungsoptionen

Das Tornadodiagramm zeigt den individuellen Einfluss der im Projekt enthaltenen Risiken (Sensitivität) und eine damit verbundene mögliche Erhöhung oder Verringerung des gesamten Risikopotenzials.

ER Kosten Tornadodiagramm (Kostenelemente)

VaR5-VaR95, bezogen auf Det.

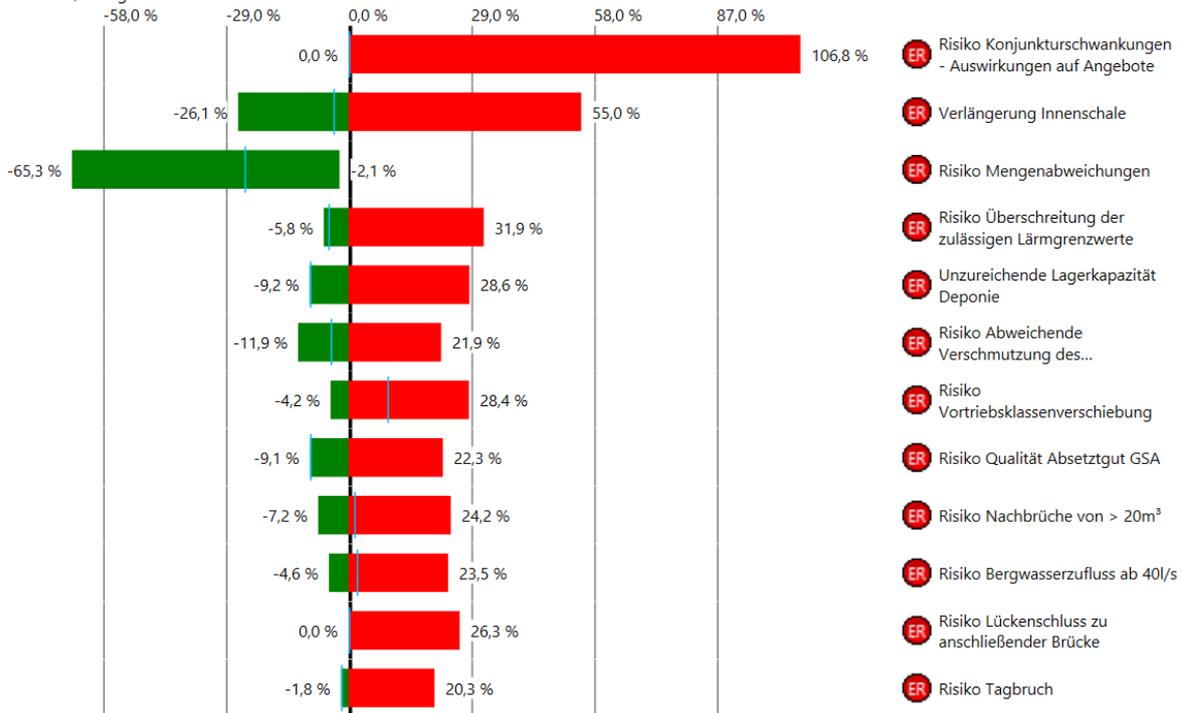


Abbildung 9: Beispiel für ein Tornadodiagramm

Das Bandbreitendiagramm ist im Grunde eine detaillierte ABC-Analyse, welches die möglichen Auswirkungen der im Projekt enthaltenen Risiken in Bandbreiten gegenüberstellt. Die farbigen Blöcke definieren, mit Ausnahme der Randbereiche, je einen Wertebereich mit einer Wahrscheinlichkeit von 10%.

ER Kosten Bandbreitendiagramm (Kostenelemente)

VaR0-VaR100, Sortierung VaR100

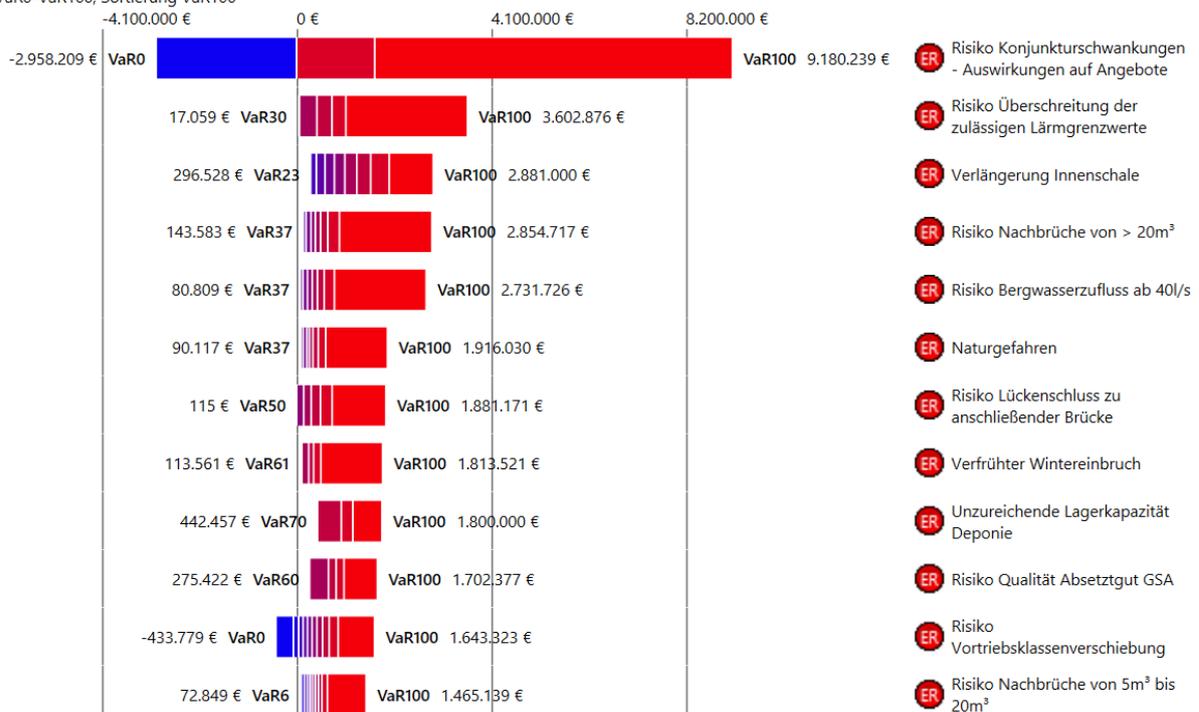


Abbildung 10: Beispiel für eine ABC-Analyse mittels Bandbreitendiagramm

4.6 Komplexere Risikoszenarien

Komplexere Risikoszenarien und Systeme können mit speziellen Methoden modelliert werden, wie sie in der DIN EN 31010 angeführt werden. Ziel ist es immer die Realität so gut wie möglich durch ein passendes Modell abzubilden. Dafür werden professionelle Tools eingesetzt (hier: RIAAT – Risk Administration and Analysis Tool).

Beispiele für eine Fehlerbaumanalyse (links) und eine Ereignisbaumanalyse (rechts):

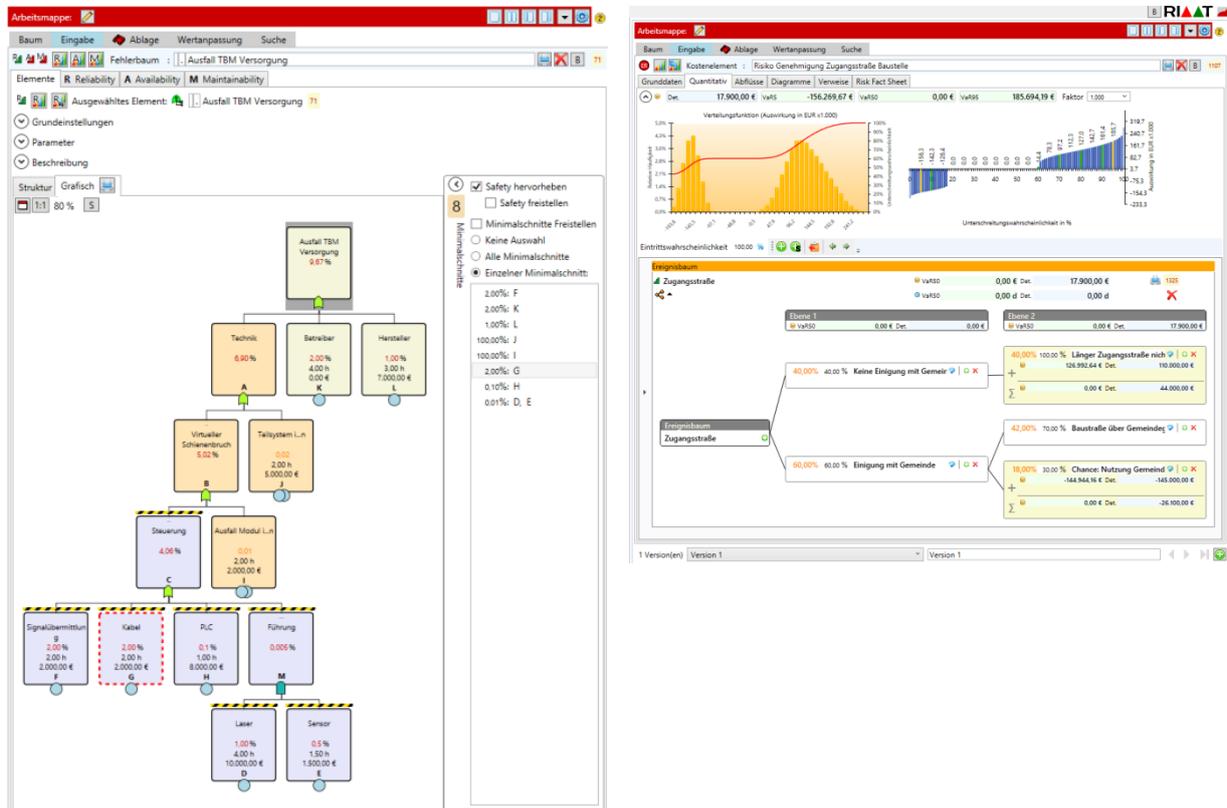


Abbildung 11: Beispiele für Fehlerbaumanalyse (links) und Ereignisbaumanalyse (rechts)

Fehlerbaumanalyse und Ereignisbaumanalyse lassen sich zu Bow-Tie Analysen kombinieren.

Vorteile der Anwendung bei komplexen Szenarien:

- Modellierung komplexer Szenarien führt zu einem besseren Verstehen der Zusammenhänge → besseres Verstehen der Ursachen und Auswirkungen (Schadensbilder).
- Evaluierung der Systemzuverlässigkeit: **Reliability, Availability and Maintainability (RAM)**.
- Prüfung des Systems, ob alle Sicherheitsanforderungen (**Safety**) erfüllt werden (**RAMS**).
- Identifikation von kritischen Komponenten führt zu einer Verbesserung der Kosteneffizienz.

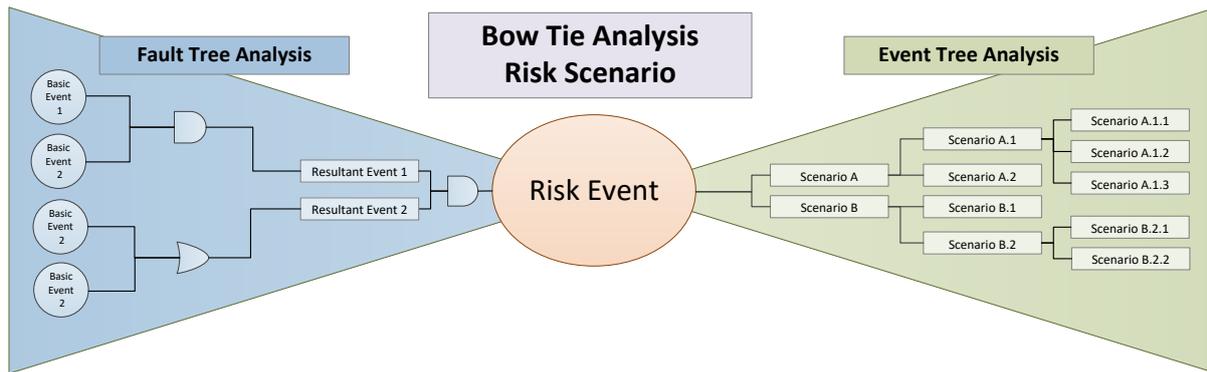


Abbildung 12: Schema einer Bow-Tie Analyse nach DIN EN 31010

4.7 Risikokommunikation

Als Unterstützung der Risikokommunikation werden Diagramme verwendet, die auf den Informationsbedarf der jeweiligen Entscheidungsträger abgestimmt sind. Abbildung 13 zeigt beispielhaft eine historische Verfolgung des Risikopotenzials während der Ausführungsphase.

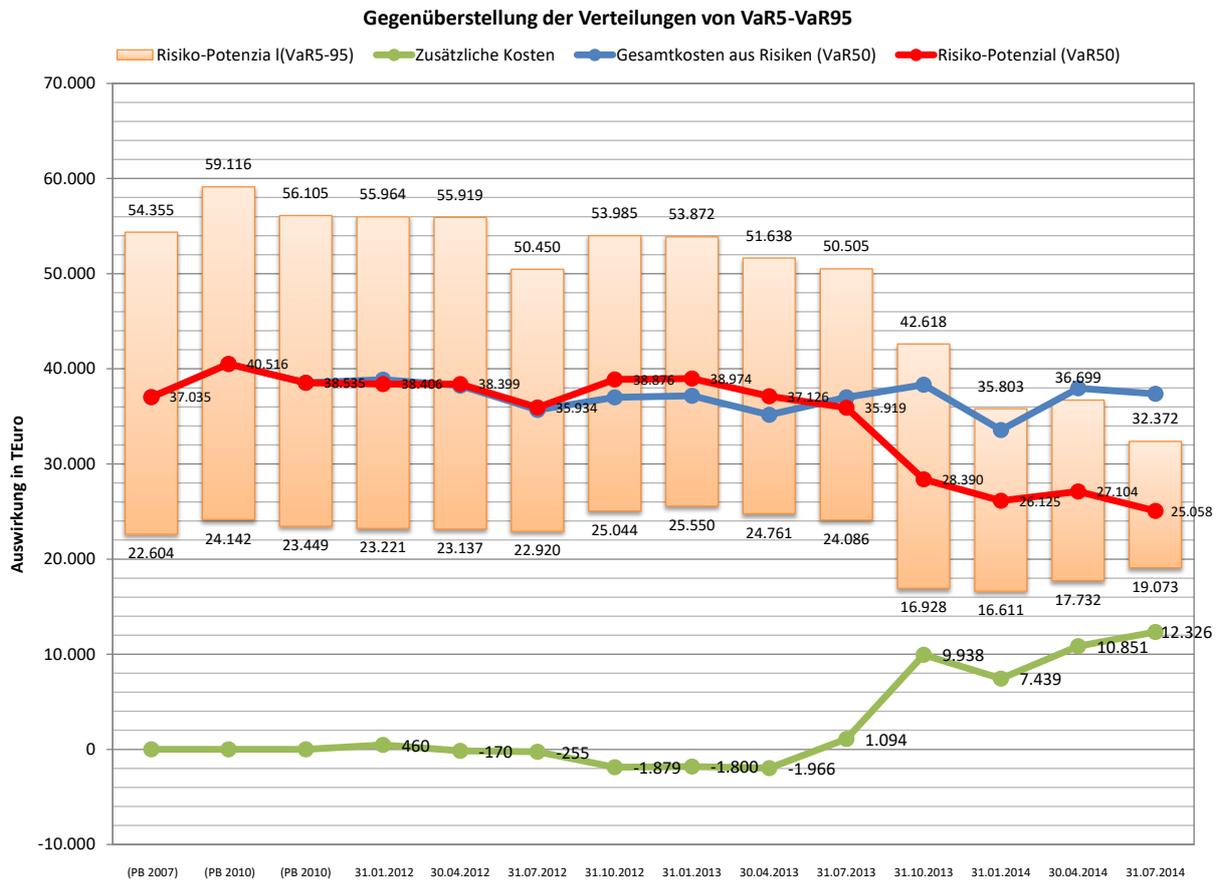


Abbildung 13: Verfolgung der Veränderung des Risikopotenzials durch Risiko-Bewirtschaftung

Dabei wird das ermittelte Risikopotenzial zu jedem Stichtag (hier: Quartal) inklusive Unsicherheiten in Säulenform (orange Bandbreiten) dargestellt. Es ist eine Verringerung der Unsicherheiten (kleiner werdende Säulen) mit zunehmendem Baufortschritt zu beobachten, was auf den steigenden Wissensgewinn zurückzuführen ist. Ebenso ist ein Abschmelzen des Risikopotenzials zu den Zusätzlichen Kosten (Zusatzaufträge = eingetretene Risiken) zu beobachten. Die Gesamtkosten aus Risiken (blau) ermitteln sich aus dem

prognostiziertes Risikopotenzial (rot) und den Zusätzlichen Kosten (grün). Die Gesamtkosten sind in diesem Projekt sehr konstant, was auch das Ziel wäre.

5 Kostencontrolling

Abbildung 14 veranschaulicht die Umsetzung zweier Kostenstrukturen in der Software RIAAT [6]. Die Kostenbestandteile werden mit sogenannten „Labels“ dargestellt. Ihre hierarchische Anordnung gibt der Software die Kostenzusammenhänge vor. In Abbildung 14 links ist die Kostenstruktur aus Abbildung 1, rechts die Controllingstruktur eines Wasserkraftwerks. Wie gut zu erkennen ist, ist rechts (vertragsbedingt) keine Vorausvalorisierung berücksichtigt und zusätzliche Leistungen (MKFs, Mengenabweichungen usw.) verbleiben solange im Risikopotenzial bis diese beauftragt werden. Erst dann erfolgt eine Verschiebung in die Basiskosten.



Abbildung 14: Umsetzung verschiedener Kostenstrukturen in der Software RIAAT zu Controllingzwecken

Werden Kosten in das Controlling-System eingetragen, so wird ihnen ein Label eines Kostenbestandteils zugewiesen. Damit ist definiert, wie die Kosten im System verarbeitet werden. Der Vorteil des Label-Systems besteht darin, dass dieses vom eigentlichen Projektstrukturplan (PSP) unabhängig ist. Die Kosten können uneingeschränkt PSP-Elementen zugewiesen werden, wobei die Strukturierung des Projekts frei gestaltet werden kann (z.B. nach ON B 1801-1, funktional oder nach Objekten).

Abbildung 15 zeigt das Projektkostencontrolling eines Wasserkraftwerks. Der PSP ist nach ON B 1801-1 aufgebaut, wobei unter den PSP-Elementen der ON B 1801-1 (Oberste Ebene) die Bestellungen angeheftet sind. Das System erlaubt in jeder Hierarchieebene (ON-Gruppe, Bestellungen oder beliebige Gliederungen unterhalb) die Daten entsprechend der vorgegebenen Kostenstruktur abzurufen. Im Beispiel ist die Übersicht zu Bestellung Baumeisterarbeiten dargestellt. Auf der rechten Seite im Programmfenster sind die Kosteninformationen zur Bestellung dargestellt, während links der PSP – durch den frei navigiert werden kann – dargestellt ist.

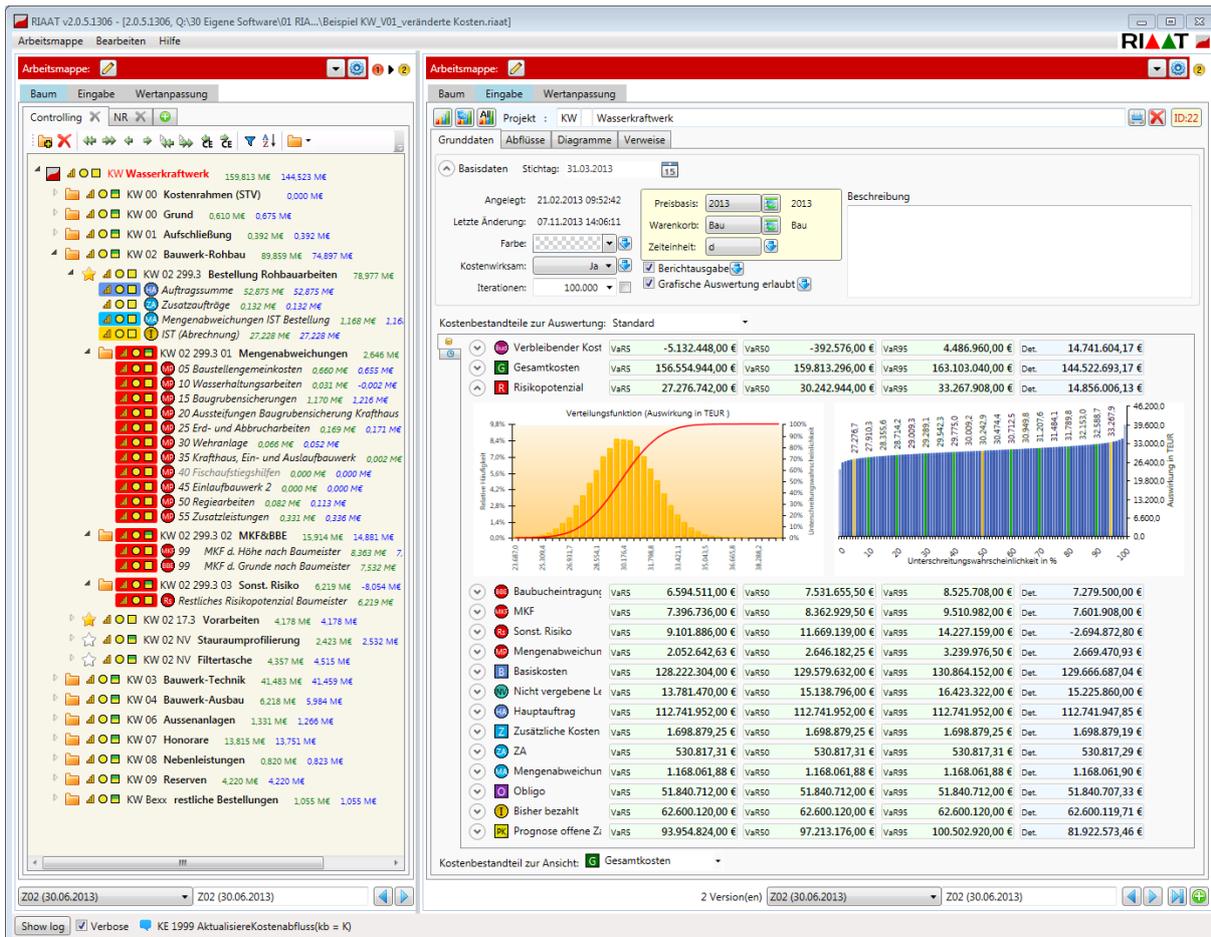


Abbildung 15: Beispiel eines Projektkostencontrollings (PCO) bei einem Wasserkraftwerk

Eine Prämisse für die Verwendung von Software zum Projektkostencontrolling sollte sein, dass die Software so flexibel ist, die Vorgaben des Projekts oder des Unternehmens uneingeschränkt abzubilden. Der umgekehrte Weg, das Projekt an die beschränkten Möglichkeiten einer Standardsoftware anzupassen, sollte tunlichst vermieden werden.

6 Projektreview

Durch eine rückblickende Analyse mit Focus auf die Mehrkostenursachen des Projektes, können im Rahmen der Analyse folgende übergeordnete Ziele verfolgt werden:

- Systematische Feststellung und Aufbereitung der IST-Daten aus eingetretenen Risiken (Zusatzaufträgen); Betrachtung des zeitlichen Verlaufs der Mehrkosten und thematische Zuordnung nach festgelegten Kategorien.
- Durch Untersuchung der Leistungsverzeichnisse kann erhoben werden, wie und in welchem Umfang Positionen zur Risikoabdeckung bereits über den Hauptauftrag beauftragt und abgerechnet wurden.
- Erfahrungen aus solchen Analysen können helfen, bei zukünftigen Projekten mit ähnlichen Verhältnissen, den Focus früher auf die wesentlichen Themen zu lenken und diese detaillierter zu betrachten.

Abbildung 16 zeigt exemplarisch die Ergebnisse einer Nachbetrachtung der Mehrkosten am Beispiel des Bauloses H5 der NBS Unterinntaltrasse. Die Risiko-Kategorie Baugrund bewirkt, bei reiner Betrachtung der Gefahren, zusätzliche Kosten in Höhe von 9,1% von der Hauptauftragssumme (ohne Risiko-LV-Positionen). Dies ist auch auf einen größeren Verbrauch während der Ausführung zurückzuführen. Die Vortriebsklassenverschiebung im zyklischen Vortrieb realisiert hingegen eine Chance (-4,6%).

Die Kategorie Vertrag erscheint bei Betrachtung des Gesamtrisikos unbedeutend (0,3%), hat jedoch enormes Gefahrenpotential (5,7%), welches in diesem Fall durch Chancen (5,4%) – vor allem durch Mengenabweichungen – fast vollständig kompensiert wird. Daher resultieren aus der summarischen Betrachtung nur 0,3% Risiko. Die aus der Analyse gewonnenen prozentualen Anteile der Risiken ermitteln sich, bei reiner Betrachtung der Gefahren zu 16,9%, verringern sich jedoch auf 5,9% bei Berücksichtigung von Chancen und Gefahren. [8]

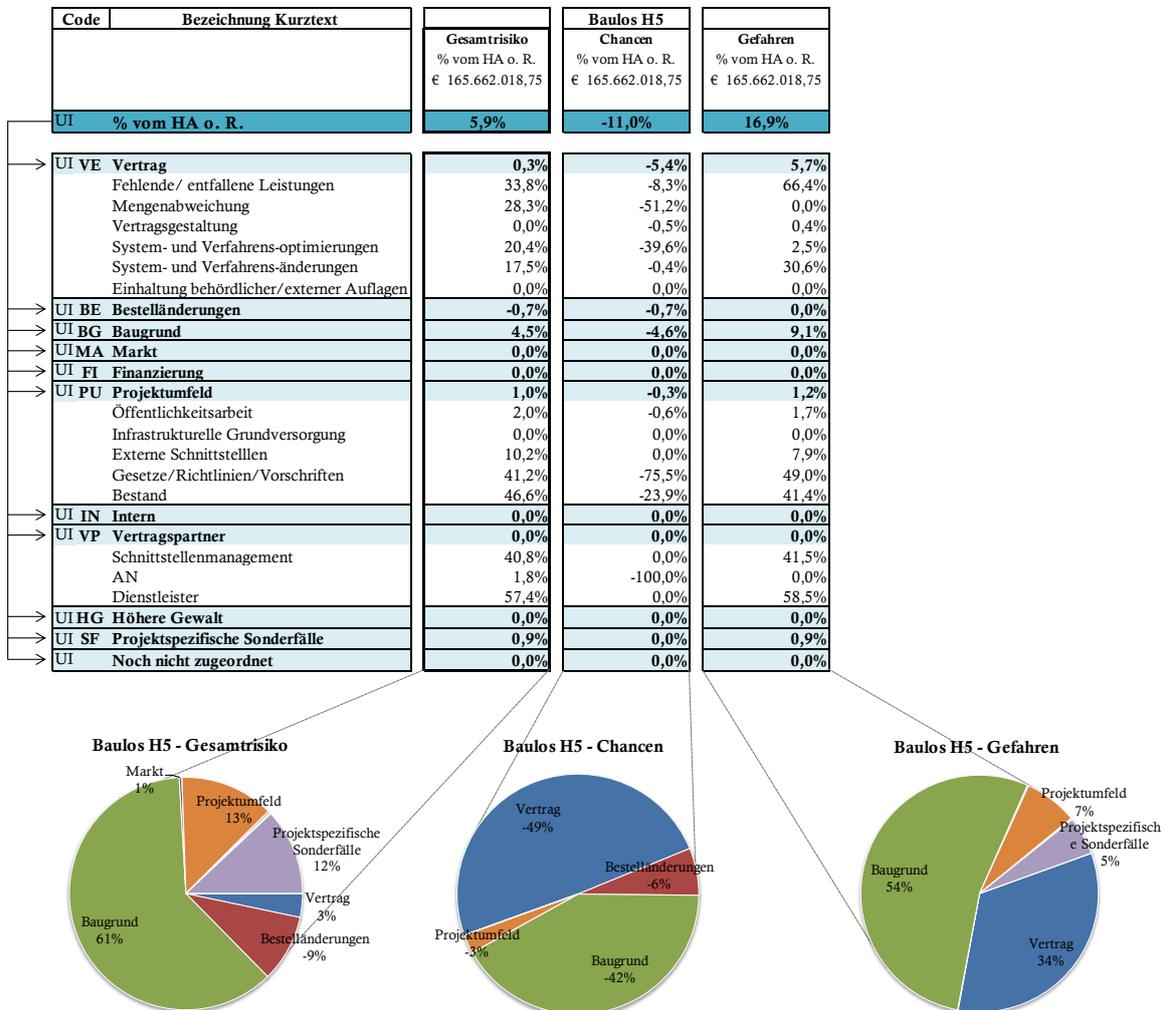


Abbildung 16: Analyse der Nachtragsursachen am Beispiel Los H5 NBS Unterinntaltrasse

7 Zusammenfassung

Ein durchgängiges Kosten- und Risikomanagement bei komplexen Großprojekten (Verkehrsinfrastruktur, Flughäfen, Krankenhäuser uä) erfolgreich zu etablieren ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Im Artikel wurden einige Schwerpunkte, die essentiell bei Integration derartiger Kostenmanagementsysteme zu beachten sind, erörtert und mit Beispielen aus der Praxis veranschaulicht. Als Voraussetzung sollte allerdings immer im Bewusstsein gehalten werden, dass jedes noch so gute theoretische System zum Scheitern verurteilt ist, wenn keine adäquaten Instrumente für die Umsetzung in die Praxis zur Verfügung stehen. Dies gilt insbesondere für den Einsatz von Softwareprodukten für das Kosten- und Risiko-Management, welcher bei Großprojekten unerlässlich ist.

Literatur

- [1] **Reilly, J. J.** „Cost Estimating and Risk-Management for Underground Projects“, World Tunnel Congress, Istanbul, Mai 2005
- [2] **Sander, P.** „Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte“, Innsbruck university press, Innsbruck, 2012, ISBN: 978-3-902811-75-2
- [3] ÖGG-Richtlinie Kostenermittlung für Projekte der Verkehrsinfrastruktur. Unter Berücksichtigung relevanter Projektrisiken (Entwurf) ÖGG – Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Salzburg, 2015
- [4] **Sander, P.; Spiegl, M.** „Der Trugschluss der exakten Zahl – Fortschrittliche Wege zur Kosten- und Risikoanalyse“, Artikel, in: bauaktuell, Nr. 2, März 2011, Seite 65-69
- [5] **Moergeli, A.; Sander, P.; Reilly, J.** „Risk-Based, Probabilistic Cost Estimating Methods“, Artikel und Präsentation, ITA World Tunnel Congress 2015, Dubrovnik, Kroatien, SEE Tunnel - Promoting Tunnelling in SEE Region, S. 534-535, 2015 (ISBN: 978-953-55728-5-5)
- [6] **RIAAT Bedienungsanleitung**, 2015, Mehr Information unter www.riskcon.at/riaat.php
- [7] **Wilson, R.; Shlyakhter, A.** „Uncertainty and Variability in Risk Analysis“, Artikel, in: „Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management“, Vlasta Molak (Hrsg.), Lewis Publishers, 1997, Chapter I.3
- [8] **Sander, P.; Schweiger, A.; Schreter, M.** „Projektreview Unterinntaltrasse - Analyse der Nachtragsursachen“, in bauaktuell, Nr. 5, September 2013, S. 173-177
- [9] **Sander, P.; Spiegl, M.** „Durchgängiges Kosten- und Risikomanagement bei Großprojekten im Infrastrukturbereich“, BrennerCongress 2014, Innsbruck, S. 51-62, Ernst & Sohn Verlag, 2014
- [10] **Sander, P.; Moergeli, A.; Reilly, J.** „Quantitative Risk Analysis – Fallacy of the Single Number“, Artikel und Präsentation, ITA World Tunnel Congress 2015, Dubrovnik, Kroatien, SEE Tunnel - Promoting Tunnelling in SEE Region, S. 774-775, 2015 (ISBN: 978-953-55728-5-5)

Angaben zu den Autoren

Dipl.-Ing. Dr. Markus Spiegl

1995 Studienabschluss Bauingenieurwesen/Uni Innsbruck; 1996 - 2002 Univ. Assistent am Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement der Uni Innsbruck bei Prof. Schneider; dort 2000 Promotion; 2001 Mitbegründer und Geschäftsführender Gesellschafter der SSP BauConsult GmbH – Ingenieurbüro für Baubetrieb und Bauwirtschaft (www.sspbauconsult.at); seit 2003 eingetragener Sachverständiger für Kalkulation, Vergabe- u. Verdingungswesen, Bauabwicklung und Bauabrechnung, Tiefbau im Allgemeinen, Tunnelbau und Stollenbau; seit 2009 Geschäftsführender Gesellschafter bei der RiskConsult GmbH (www.riskcon.at); 2012 Gründungsgesellschafter der 5e Engineering ZT GmbH.



Dipl.-Ing. Dr. Philip Sander

2004 Studienabschluss Bauingenieurwesen/Uni Dresden; 2009 - 2012 Doktoratsstudium am Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement der Uni Innsbruck, dort 2012 Promotion; 2004 - 2006 Projektmitarbeiter CPM GmbH – Gesellschaft für Projektmanagement, 2006 – 2009 Projektleiter bei SSP BauConsult GmbH; seit 2009 Geschäftsführender Gesellschafter bei der RiskConsult GmbH (www.riskcon.at); 2012 Gründungsgesellschafter der 5e Engineering ZT GmbH, seit 2015 Geschäftsführender Gesellschafter bei der SSP BauConsult GmbH – Ingenieurbüro für Baubetrieb und Bauwirtschaft (www.sspbauconsult.at);



Spezialgebiet der Autoren:

Im Rahmen der oben erwähnten Firmen Spezialisierung beider Autoren auf Baubetrieb, Vertrags-, Kosten- und Risikomanagement – mit globalem Projektportfolio dzt. von Los Angeles, New York, Ottawa, Italien, Schweiz bis Deutschland und natürlich in Österreich

Kontakt



Technikerstr. 32
6020 Innsbruck
Austria

Dr. Philip Sander
+43 512 29 47 43-25
+43 664 4035146 (Mobil)
sander@riskcon.at

Dr. Markus Spiegl
+43 512 29 47 43-40
+43 664 5434962 (Mobil)
spiegl@riskcon.at

www.riskcon.at