

Probabilistische Kostenermittlung und Risiko-Analyse

Leoben, 12.11.2009



Übersicht

0. Grundbegriffe

1. Generelle Problematik von Prognosen

2. Probabilistisches Modell

3. Anwendung im Projekt

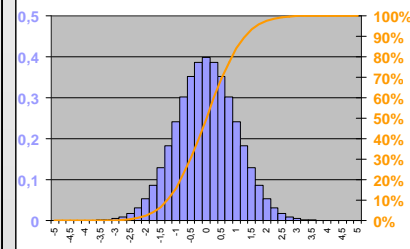
4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

5. Zusammenfassung

6. Erläuterndes Beispiel

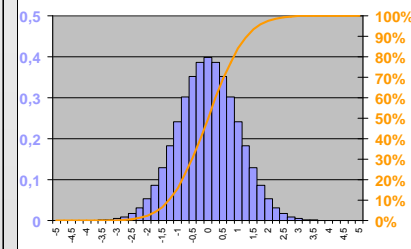
0. Grundbegriffe

Beschreibende Statistik



Lila: Histogramm = flächentreue Darstellung der relativen Häufigkeiten in einer Stichprobe
Orange: Summenhäufigkeit = kumulierte Häufigkeit = empirische Verteilungsfunktion

Wahrscheinlichkeitstheor. Modell



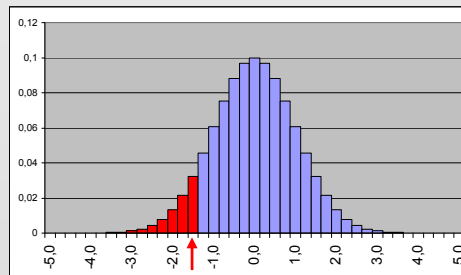
Lila: Verteilungsdichte, Wahrscheinlichkeitsfunktion
Orange: Verteilungsfunktion

0. Grundbegriffe

Fraktilwerte/Quantilwerte (ist das gleiche)

Erklärung
 Ein XX%-Fraktilwert bedeutet, dass XX% der Ziehungen, Messungen, Einzelwerte/Realisierungen unterhalb dieses Wertes liegen bzw. XX% der Fläche des Histogramms/ der Verteilungsdichte
 → 10%-Fraktilwert = 10% der Werte liegen unterhalb

Beispiel
 Rote Fläche = 10% der Gesamtfläche → 10%-Fraktilwert = -1,5

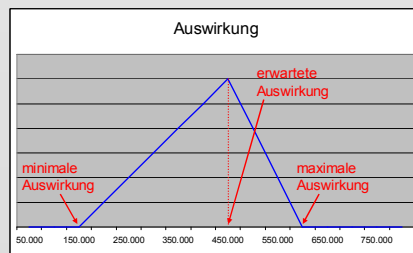
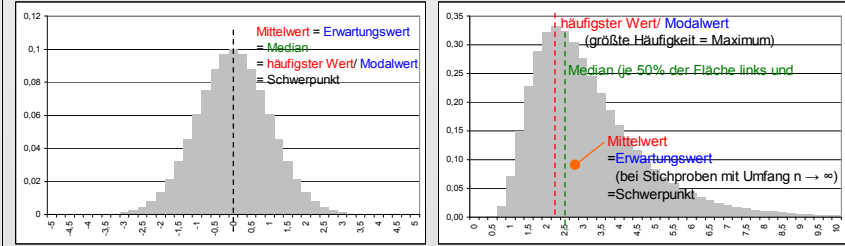


Gilt für symmetrische und unsymmetrische Verteilungen

Median = 50%-Fraktilwert/ 50%-Quantilwert

0. Grundbegriffe

Zusammenfassung / Vergleich symmetrisch unsymmetrisch



1. Veranlassung und Ansatz

Prognosen: Realität soll so genau wie möglich abgebildet werden

- (1) Kostenschätzungen und Risiko-Analysen sind Prognosen
- (2) Prognosen sind grundsätzlich unscharf

Konklusion: Kostenschätzungen und Risiko-Analysen sind mit Unschärfen behaftet

Problematik:

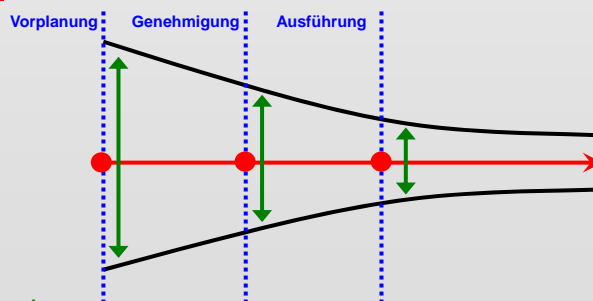
Mit zunehmender Bestimmtheit nimmt die Sicherheit einer Aussage ab.

Deterministische Betrachtung –

einzelne Zahl:

- Suggestiert nur Sicherheit
- Totale Bestimmtheit
- Aber hohe Unsicherheit

Ziel: Möglichst genaue Kostenprognose über die Projektlaufzeit



Probabilistische Betrachtung –

Bandbreiten von Werten:

- Bestimmtheit kann gewählt werden, in Abhängigkeit von der Projektkenntnis

1. Generelle Problematik von Prognosen

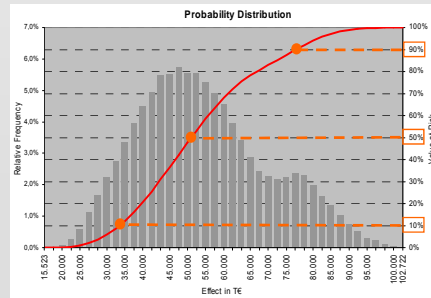
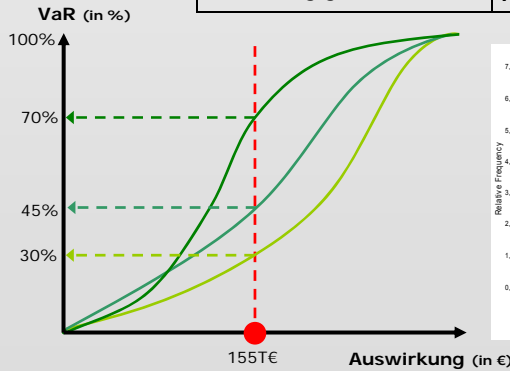
Standard Risiko Bewertung: $EW \times \text{Schaden} = \text{Auswirkung}$

Beispiel 1:
Risiko-Bewertung

Risiko	EW	Schaden	Auswirkung
R1	80%	10T€	8T€
R2	33%	270T€	90T€
R3	25%	28T€	7T€
R4	5%	1000T€	50T€
Auswirkung gesamt Σ			155T€



Sicherheit der
Aussage
Risikoverteilung



1. Generelle Problematik von Prognosen

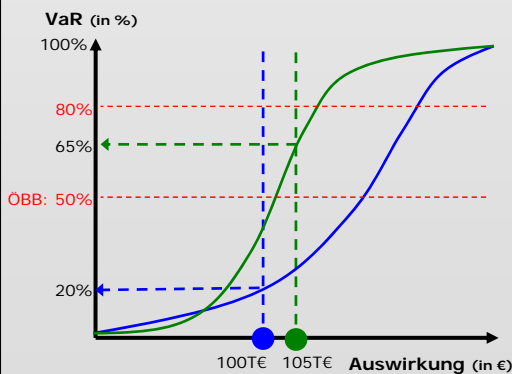
Standard Risiko Bewertung: $EW \times \text{Schaden} = \text{Auswirkung}$

Beispiel 2:
Variantenvergleich

Risiko	Werteinheit
Variante A	100T€
Variante B	105T€

... Kosten in € oder
Auswirkungsgrad,
Risikopunkte, etc.

Deckung des Kostenpotenzials ?



Fazit Standard Risiko-Bewertung:

- Keine Aussage über das Gesamtpotenzial möglich
- Keine Asymmetrien und keine Bandbreiten möglich
- Szenario, in dem jedes Risiko anteilig mit seiner EW berücksichtigt wird
- Nur 1 mögliches Szenario wird beschrieben, dessen Wahrscheinlichkeit konkret gegen 0 geht.

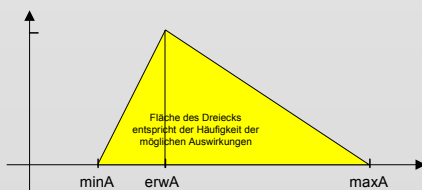
2. Probabilistisches Modell

Probabilistisches Modell:

- Eintrittswahrscheinlichkeit (in %)
- Finanzielle Auswirkung (in €)
 - ➔ Realität kann durch Verteilungsdichten besser beschrieben werden, als durch einen einzigen deterministischen Wert
 - Eingabe von Bandbreiten möglich
 - Zusätzliches Gewichten der Werte möglich

Achtung: meist fehlende statistische Angaben → besser "einfache" Funktionen benutzen

Beispiel Dreiecksfunktion: einfach zu bestimmen, bietet viel Flexibilität in ihrer Form



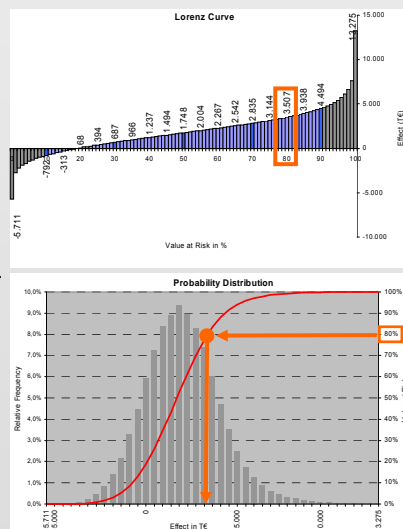
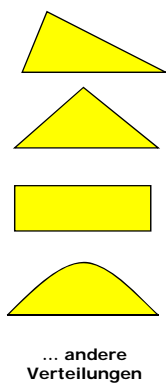
Vorteile:

- ✓ 3-Punkt-Schätzung (Minimum, Erwarteter Wert, Maximum)
- ✓ Exakte Definition von Maximum und Minimum
- ✓ Asymmetrien leicht darstellbar
- ✓ keine schwierig zu ermittelnde Zusatzparameter

2. Probabilistisches Modell

Aggregation von Verteilungsdichten durch Simulation (Monte-Carlo-Simulation, Latin Hypercube Sampling)

Eingabe: Verteilungsdichten



Ergebnis:

Wahrscheinlichkeitsverteilung, die das Gesamt-Risiko-Potenzial darstellt

Beispiel:

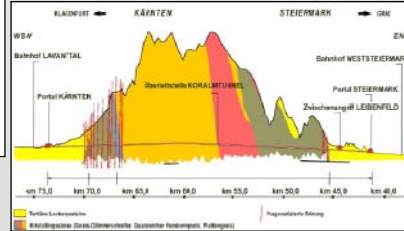
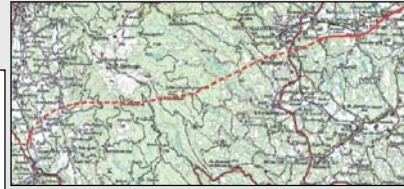
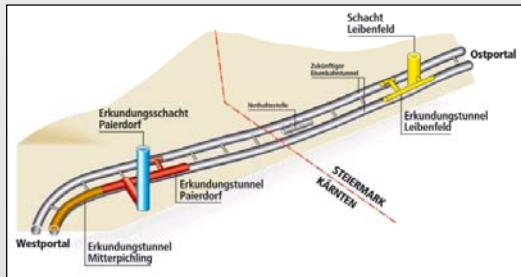
Deckung von 80% des Risiko-Potenzials
→ Wähle Value at Risk (VaR) 80

Software Unterstützung ist notwendig!



3. Anwendung im Projekt

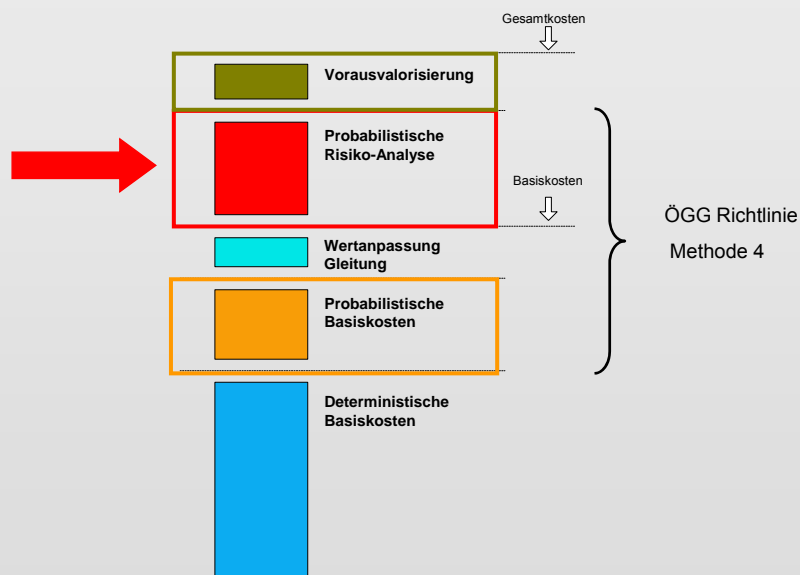
Koralmtunnel

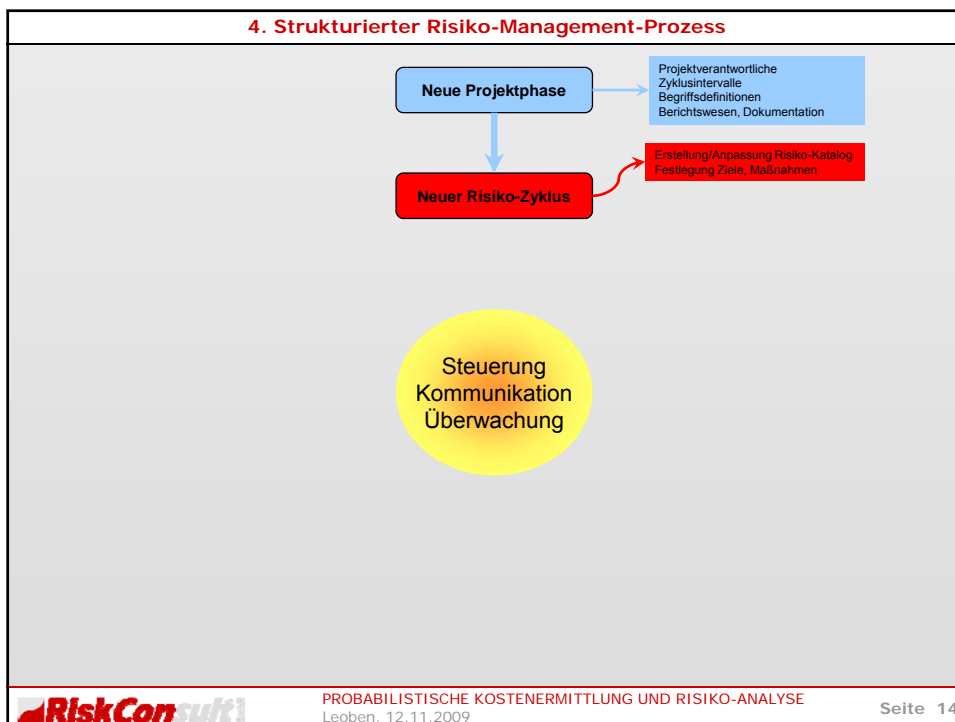
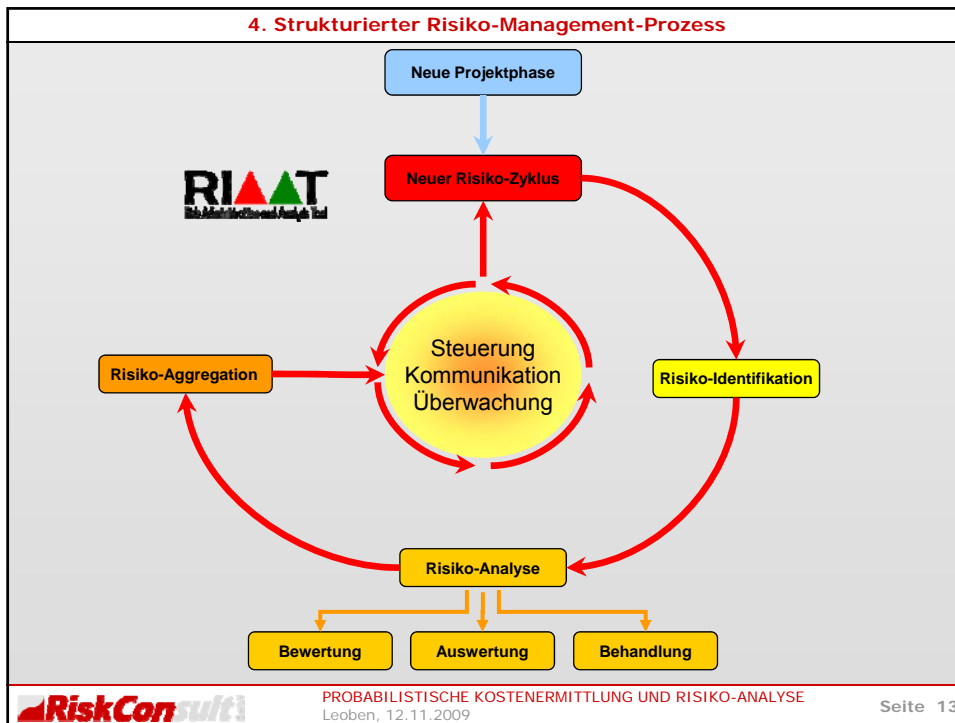


- Tunnel ist Teil der Strecke Graz – Klagenfurt
- 32,8 km langer Tunnel, zwei Röhren
- $V_{max} = 250\text{km/h}$
- Aktuell längster Tunnel im Bau in Österreich

3. Anwendung im Projekt

Kostenstruktur Koralmtunnel



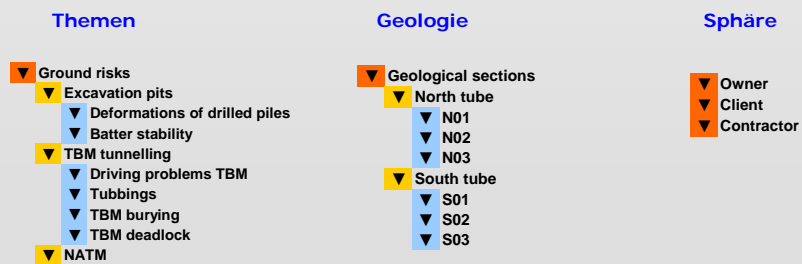


4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

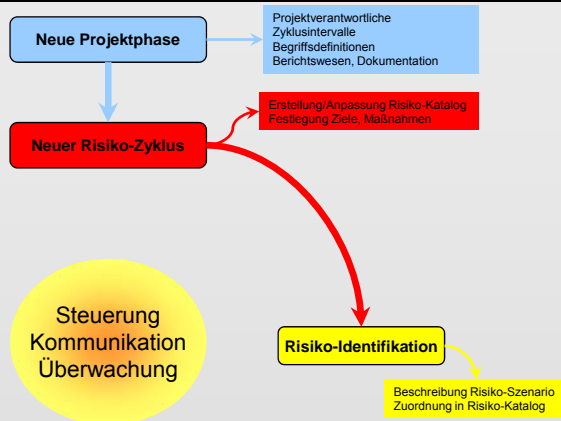
Risiko-Kataloge

- Abgrenzung der Risiken untereinander
- Zur Unterstützung bei der Risiko-Identifikation
- Zur Aggregation von gleichartigen Risiken

Mehrere Kataloge gleichzeitig möglich:



4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess



4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

Projekt Daten

Risiko-Identifikation

Beispielfeld	Projektphase	Risikozyklus	Ersteller	Datum aktuelle Erfassung	Risiko ID (fest)	System	Version speichern
BSP	Ausführung	001	SSP	22.10.2008	OR_001_SSP_0038	RD 13	Versionen

Risiko-Identifikation

Identifiziertes Einzelrisiko (individueller Name)

Verformungen Bohrfahrlände

Risikobeschreibung und Auswirkungen

Bohrfahrlände weisen unzulässige Verformungen auf. Es ist anzunehmen, dass der Frostschub höher ist als planmäßig angenommen.

Zusätzliche Auswirkungen: Stillstand der Austragsarbeiten für Neuplanung, Zeitbedarf für Risiko von zusätzlichen Anleim, Ausschubungen für Arbeitsplattformen u.U. Verteilern für restliche Arbeiten.

Risiko-Identifikation
Szenario-Beschreibung

Prüfmerkmale

Beschreibung zur Weitermittlung

Berechnung der deterministischen Summe

Auswirkung v. BW: 627000€ = 20,6% = 118777,0€

Katalog Auswahl

Zuordnung Risiko-Kataloge und Eigenschaften

Risikokriterien

Auswahl Kriterien

Risikothemen

01-01-00-00	2	Personal
01-02-00-00	2	Finanzrisiko
01-03-00-00	2	Vertragliche Risiken
01-04-00-00	2	Kalkulationsrisiko
01-05-00-00	2	Technische Risiken
01-06-00-00	2	AROE-Partner
01-07-00-00	2	Subunternehmer
01-08-00-00	2	Nachfrage

Katalogelemente zuweisen

Beschreibung

Element übernehmen

Element löschen

Liste leeren

Gewählte Elemente

01-05-01-00 Geologische Risiken

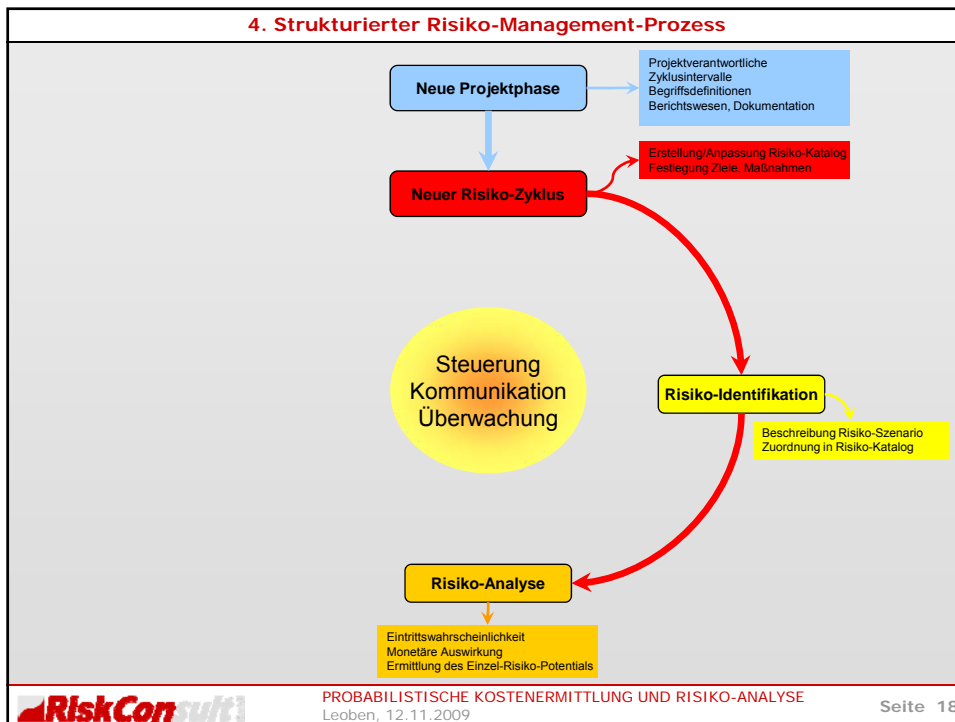
Abbrechen Übernehmen

PROBABILISTISCHE KOSTENERMITTLUNG UND RISIKO-ANALYSE

Leoben, 12.11.2009

Seite 17

4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess



4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

Eintrittswahrscheinlichkeit

Einzel
auftretendes Risiko

Mehrfach
auftretendes Risiko

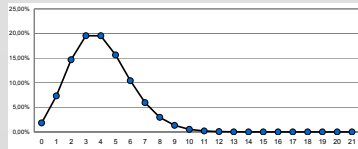
Eingabe:
Standard Wahrscheinlichkeit
zwischen 0 und 100%

Unabhängige Ereignisse gleicher Natur, die
innerhalb eines Bereichs an verschiedenen Stellen
mehrfach auftreten können.

Beispiele:

- Verbrüche im Tunnelbau
- Austauschen von beschädigten Tübbingsegmenten
- Ausbesserung von Oberflächenbeschädigungen im Straßenbau

Beispiel: Poissonverteilung $\lambda=4$

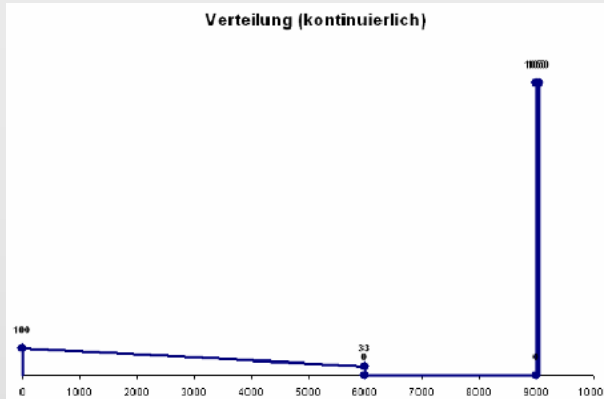


Eingabe: Mittlere erwartete Auftretensanzahl

→ Simulation: Poissonverteilung zur Modellierung der
verschiedenen Szenarien

4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

Verteilung (kontinuierlich)

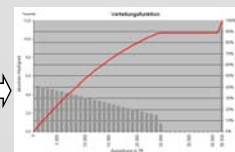
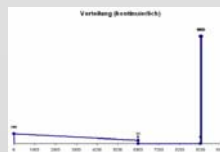
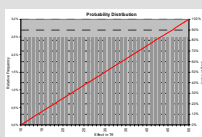
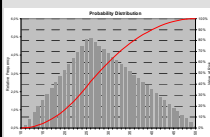


Minimum, erwartet, Maximum

→ Dreieck, Beta-PERT, Gleichverteilung

Bietet mehr Flexibilität

Freie Modellierung von Verteilungsdichten



4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

Beispiel:

Verformungen
Bohrpfahlwand

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



4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

Risiko Report

Risiko-Identifikation
Beschreibung (verbal)

Katalog Zuordnung

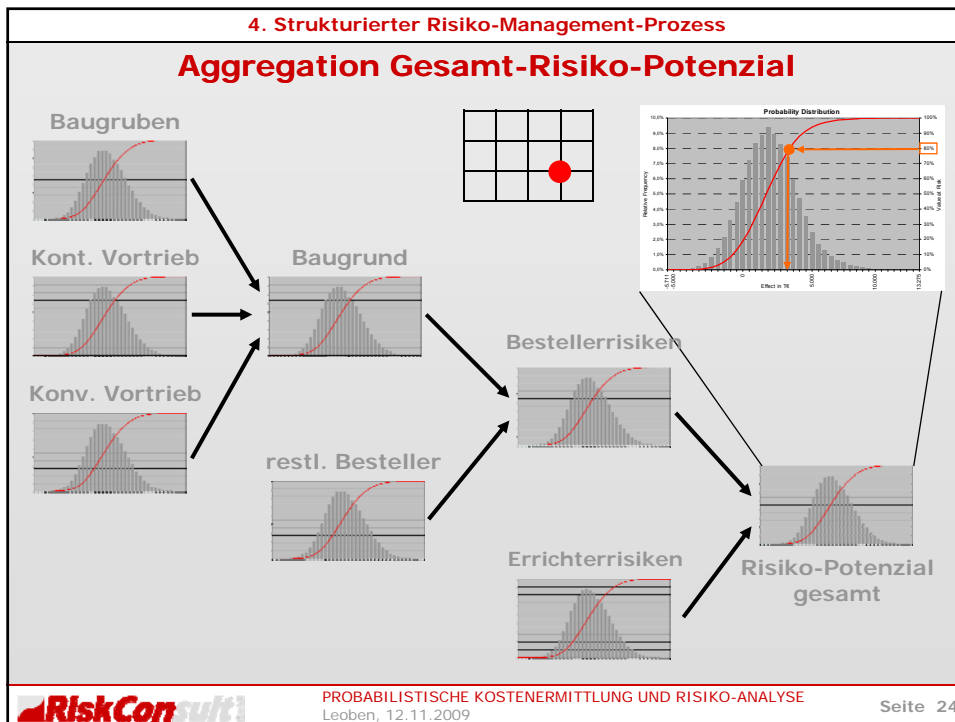
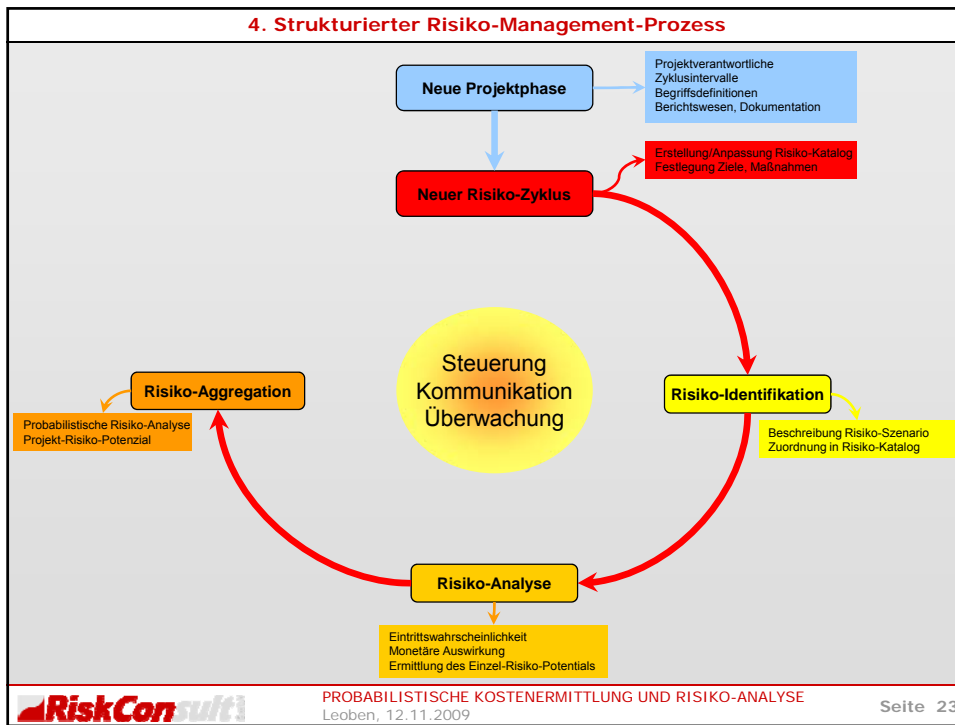
Risiko- Bewertung

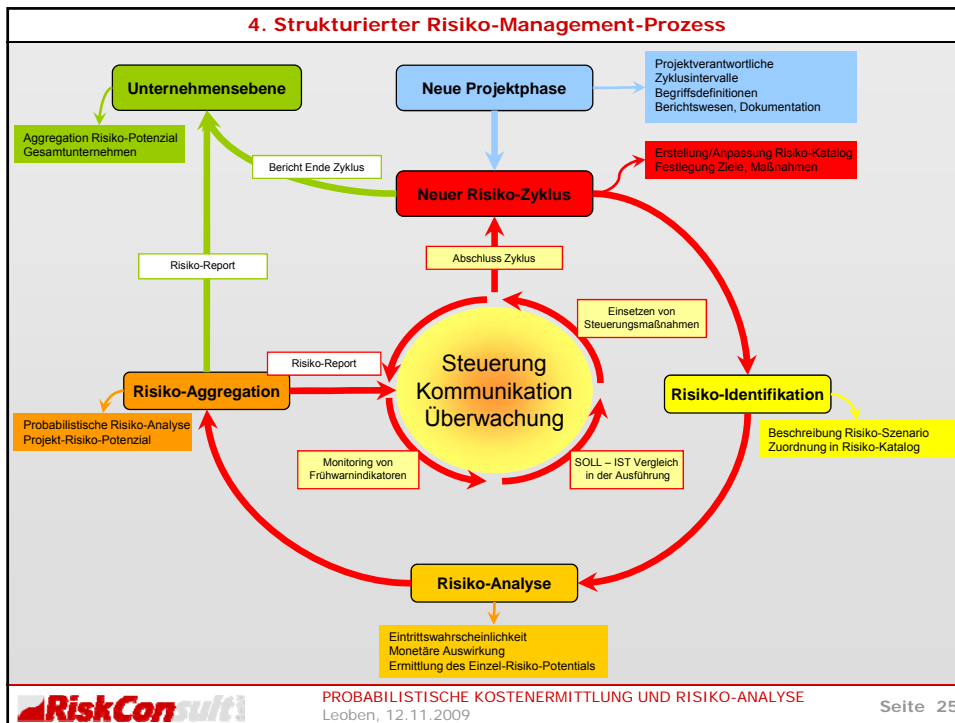
Klassifikation

Maßnahmen inkl. Kosten

Einzel Risiko-Potenzial







4. Strukturierter Risiko-Management-Prozess

Risiko Kataloge

Risiko-Potenzial

Klassifikation

Einzelrisiko Report

PROBABILISTISCHE KOSTENERMITTLUNG UND RISIKO-ANALYSE
Leoben, 12.11.2009

Seite 26

5. Zusammenfassung

Probabilistic Risk-Analysis:

- Modellierung der Realität besser mit Verteilungsdichten als mit deterministischen Zahlen, welche nicht eintreten werden
- Vorhandene Informationen werden nicht auf einen einzigen, unwahrscheinlichen, Wert herunter gebrochen

Unterstützung durch EDV-Tool:  unterstützt

- Standards für die Projektstrukturierung → beliebig viele Katalogebenen
- Standards für Risiko-Bewertung und Risiko-Auswertung
- Risiko-Aggregation "Bottom-Up" → bis auf Unternehmensebene
- Standard Strukturen für Risiko-Reporte
- Versionsverfolgungen und -Vergleiche

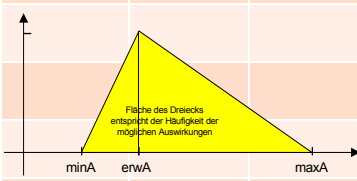
6. Erläuterndes Beispiel

Einkaufsliste

Kostenprognose für einen Einkauf mit folgender Voraussetzungen:

- Preisniveau SPAR

Produkt	Min.	Erw.	Max.
10 Eier (Freilandhaltung)			
1 kg Faschiertes (gemischt)			
1 kg Rispen Tomaten			
1kg Bananen			
6 Flaschen Gösser Märzen			
gesamt			



Fläche des Dreiecks entspricht der Häufigkeit der möglichen Auswirkungen

6. Erläuterndes Beispiel

Einkaufsliste

Kostenprognose für einen Einkauf mit folgender Voraussetzungen:

➤ Preisniveau SPAR

Produkt	Min.	Erw.	Max.
10 Eier (Freilandhaltung)		3,29	
1 kg Faschiertes (gemischt)		5,99	
1 kg Rispentomaten		2,19	
1kg Bananen		1,79	
6 Flaschen Gösser Märzen		5,04	
gesamt		18,30	