



Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte

Wien 19.10.2011

Dipl. Ing. Philip Sander



Dipl. Ing. Wolfgang Holzer



Übersicht

Übersicht

1. Generelle Problematik von Prognosen
2. Probabilistisches Modell
3. Projektstrukturierung und Budgetierung
4. Beispiele aus der Praxis
5. Zusammenfassung

1. Generelle Problematik von Prognosen

Zitate

- „Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen.“
(zugeschrieben Karl Valentin, Mark Twain, Winston Churchill u.a.)
- „Die beste Art, die Zukunft vorauszusagen, ist, die Zukunft zu erfinden.“
(Alan Kay, Informatiker)
- „Ein Prognostiker ist ein Mann, der in lichten Momenten düstere Ahnungen hat.“
(Tennessee Williams)

Prognosen: Zukunft soll so gut wie möglich abgebildet werden

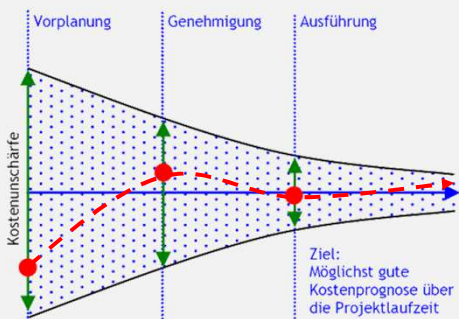
- (1) Kostenschätzungen und Risiko-Analysen sind Prognosen
- (2) Prognosen sind grundsätzlich unscharf

Konklusion: Kostenschätzungen und Risiko-Analysen sind mit Unschärfen behaftet

Problematik:
Mit zunehmender Bestimmtheit einer Aussage nimmt deren Sicherheit ab

Deterministische Betrachtung - einzelne Zahl (punktgenau):

- Totale Bestimmtheit ●
- Aber hohe Unsicherheit
- Suggestiert nur Sicherheit



1. Generelle Problematik von Prognosen

Standard Risiko Bewertung: EW x Auswirkung = Schaden

Beispiel 1: Risiko-Bewertung

Risiko	EW	Auswirkung	Schaden
R1	80%	10T€	8T€
R2	33%	270T€	90T€
R3	25%	28T€	7T€
R4	5%	1.000T€	50T€
Auswirkung gesamt Σ			155T€

?

**Sicherheit der Aussage
Risikovertellung**

VaR (in %)

100%
70%
45%
30%

155T€ Schaden (in €)

Probability Distribution

Relative Frequency
7.0%
6.0%
5.0%
4.0%
3.0%
2.0%
1.0%
0.0%

Effect in T€
15,000
20,000
25,000
30,000
35,000
40,000
45,000
50,000
55,000
60,000
65,000
70,000
75,000
80,000
85,000
90,000
95,000
100,000
102,722

Value at Risk
100%
70%
50%
30%
10%
0%

RiskConsult ein Unternehmen der **BERNARD GRUPPE** **PC** **PROBASTAT** **Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte**
Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer Folie 5

1. Generelle Problematik von Prognosen

Kombinatorik als Scheideweg der Methoden

deterministisch

Risiko	Eintrittswahrscheinlichkeit	Auswirkung	Schaden
Risiko 1	30,0%	100 T€	30 T€
Risiko 2	60,0%	30 T€	18 T€
Risiko 3	50,0%	50 T€	25 T€
Gesamt			73 T€

Kombinationen (probabilistisch)

Nr.	Szenario	Wahrscheinlichkeit	Schaden
1	Nur Risiko 1	6,0%	100 T€
2	Nur Risiko 2	21,0%	30 T€
3	Nur Risiko 3	14,0%	50 T€
4	Risiko 1+2	9,0%	130 T€
5	Risiko 1+3	6,0%	150 T€
6	Risiko 2+3	21,0%	80 T€
7	Risiko 1+2+3	9,0%	180 T€
8	kein Risiko	14,0%	0 T€
		100,0%	

- 73T€ entspricht in Wirklichkeit keinem Schadensbild
- Es existieren eigentlich 8 Schadensbilder
- 5 von 8 Schadensbilder > 73T€

RiskConsult ein Unternehmen der **BERNARD GRUPPE** **PC** **PROBASTAT** **Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte**
Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer Folie 6

1. Generelle Problematik von Prognosen

Standard Kosten Bewertung:

Beispiel 2: Variantenvergleich

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

Deckung des Kostenpotenzials ?

Fazit Standard Risiko-Bewertung:

- Keine Aussage über das Gesamt-Potenzial 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.**

Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer Folie 7

2. Probabilistisches Modell

2. Probabilistisches Modell

Risiko-Analyse Methoden

Qualitativ

verbal
qualitativ

semi-
quantitativ

Frühe Projektphasen

Quantitativ

deterministisch

probabilistisch

Tiefere Projektkenntnis

EW x Auswirkung = Schaden

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

Verteilungsfunktion

Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer Folie 8

2. Probabilistisches Modell

ÖGG Richtlinie Kostenermittlung 2005 Ermittlung der Gesamtkosten

Methode 1

- Basiskosten deterministisch
- Kostenansätze für Risiken deterministisch

Methode 2

- Basiskosten *probabilistisch*
- Kostenansätze für Risiken deterministisch

Methode 3

- Basiskosten deterministisch
- Kostenansätze für Risiken *probabilistisch*

Methode 4

- Basiskosten *probabilistisch*
- Kostenansätze für Risiken *probabilistisch*

„Meth. 4: Die Ermittlung der Basiskosten und der Kosten für die Risikoversorge auf probabilistischer Basis wird bei großen, komplexen und stark von Baugrundrisiken beeinflussten Projekten gerechtfertigt und erforderlich sein...“

RiskConsult

ein Unternehmen der BERNARD GRUPPE

Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 9

2. Probabilistisches Modell

Begriffsdefinitionen Wahrscheinlichkeitstheorie

Verteilungsfunktion (Auswirkung in T€)

RiskConsult

ein Unternehmen der BERNARD GRUPPE

Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

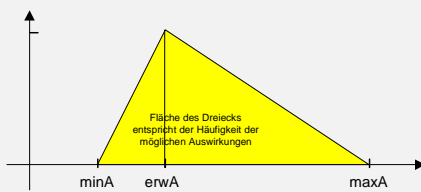
Folie 10

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



Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Bewertungssystematik

Finanzielle Auswirkung
Beschreibung in mehreren Kostenelementen möglich

- 1. Faktor Menge
- 2. Faktor Preis

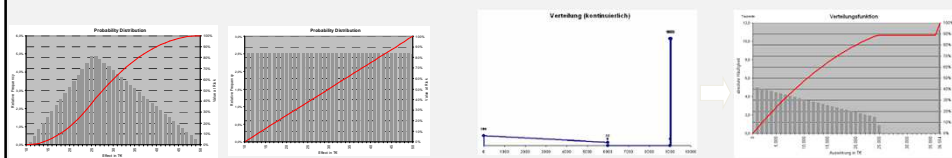
Verteilungsdichten

3-Punkt-Schätzung

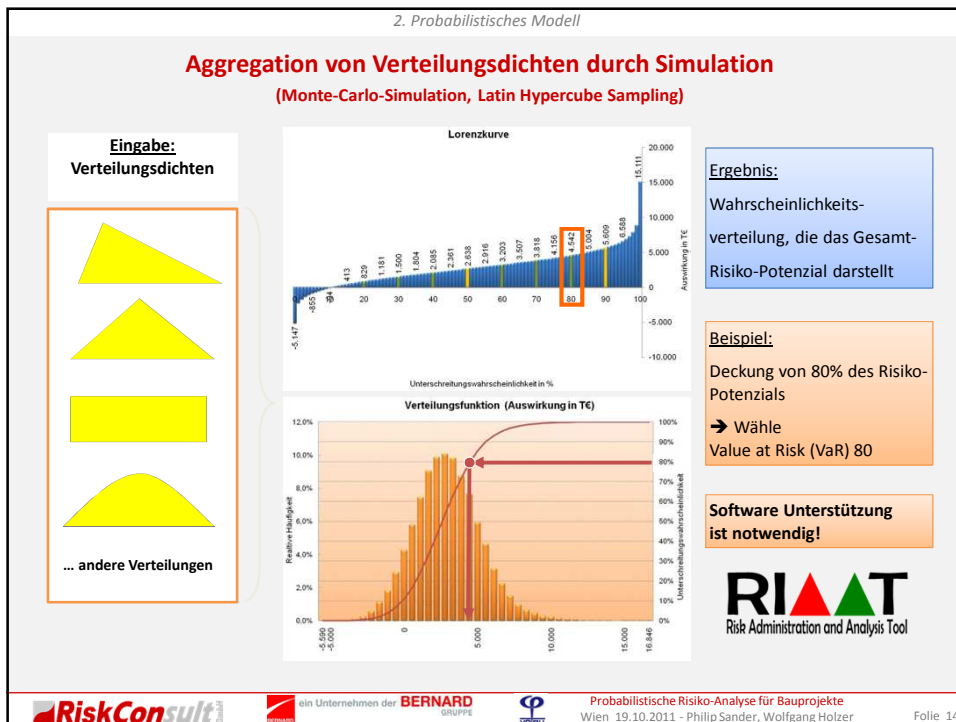
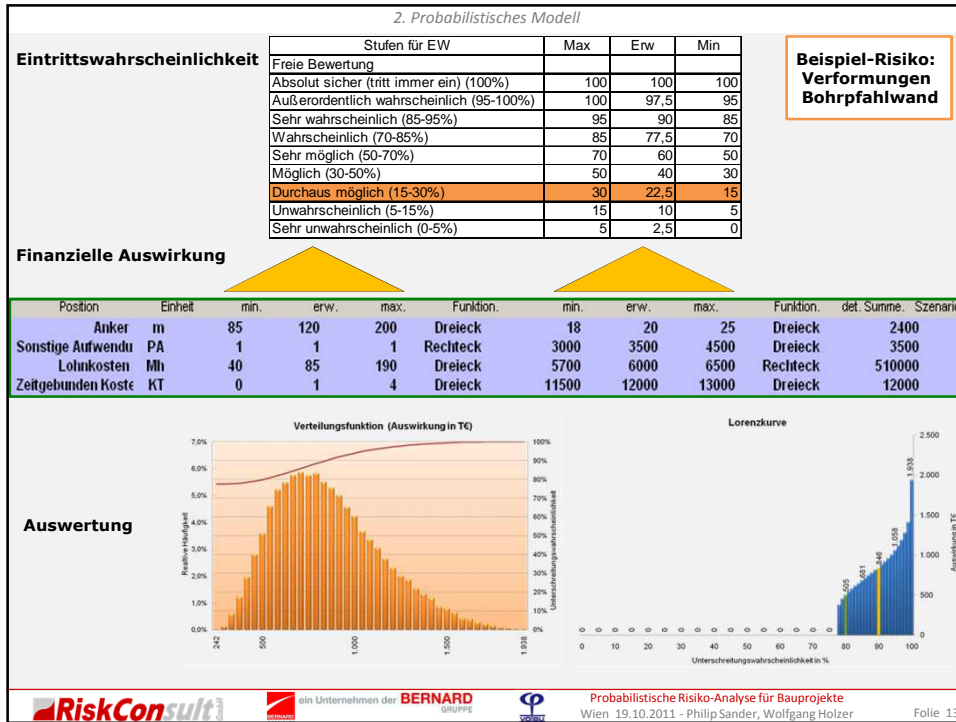
Minimum, erwartet, Maximum
➔ Dreieck, Beta-PERT, Gleichverteilung

BUILD

Bietet mehr Flexibilität
Freie Modellierung von Verteilungsdichten



Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer



3. Projektstrukturierung und Budgetierung

3. Projektstrukturierung und Budgetierung

ÖBB Handbuch zur Kostenermittlung im Geschäftsbereich Projekte
Ermittlung der Gesamtkosten

```

    graph LR
      B[Basiskosten (B)] --> G[Wertanpassung (G)]
      G --> R[Risiken (R)]
      R --> V[Valorisierung (V)]
  
```

Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer Folie 15

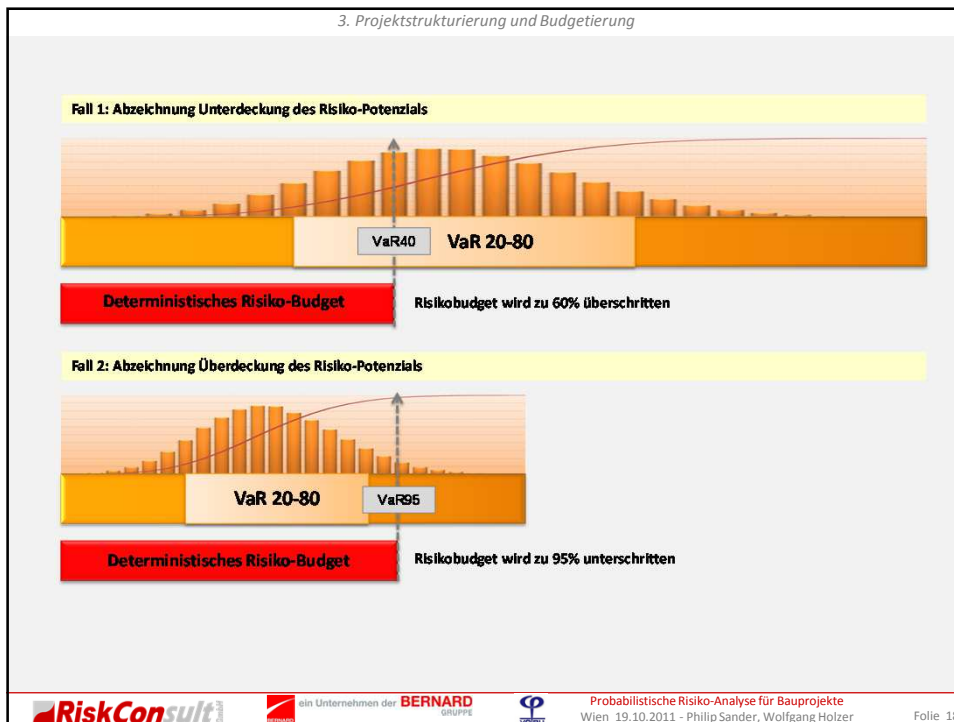
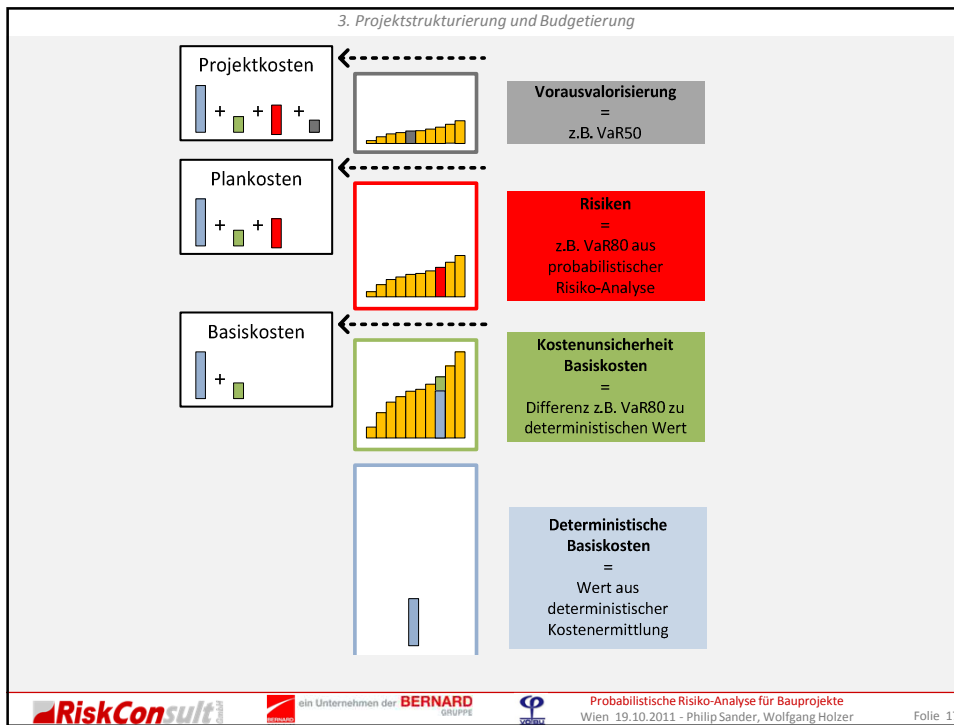
3. Projektstrukturierung und Budgetierung

Differenzierung der Risiko-Arten

```

    graph TD
      A[Unschärfen bei Kostenermittlungen] --> B[Kostenunsicherheit „Probabilistische Basiskosten“]
      A --> C[Risiko „Unbekanntes“ (ÖBB) „Unvorhergesehenes“]
  
```

Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer Folie 16

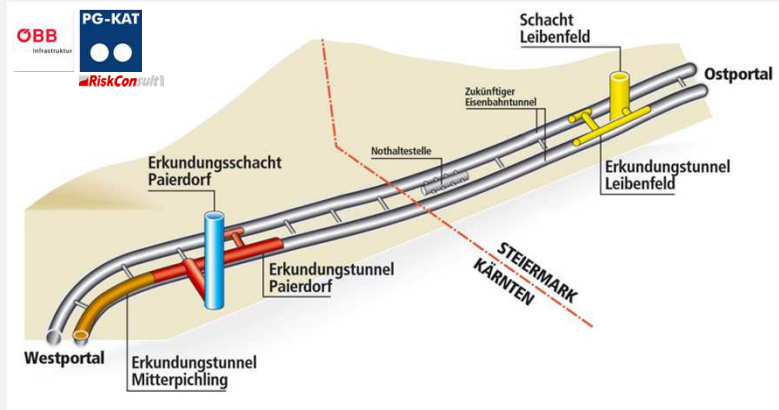


4. Beispiele aus der Praxis

4. Beispiele aus der Praxis

ÖBB - Koralmtunnel - Kostenberechnung zur EB-Genehmigung

PG-KAT - Auftrag „Koralmtunnel – Einreichplanung nach §36(2) EisBG“
 Kostenberechnung Basiskostenermittlung und Risiko-Analyse



ein Unternehmen der BERNARD GRUPPE



Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 19

4. Beispiele aus der Praxis

Gesamtkosten

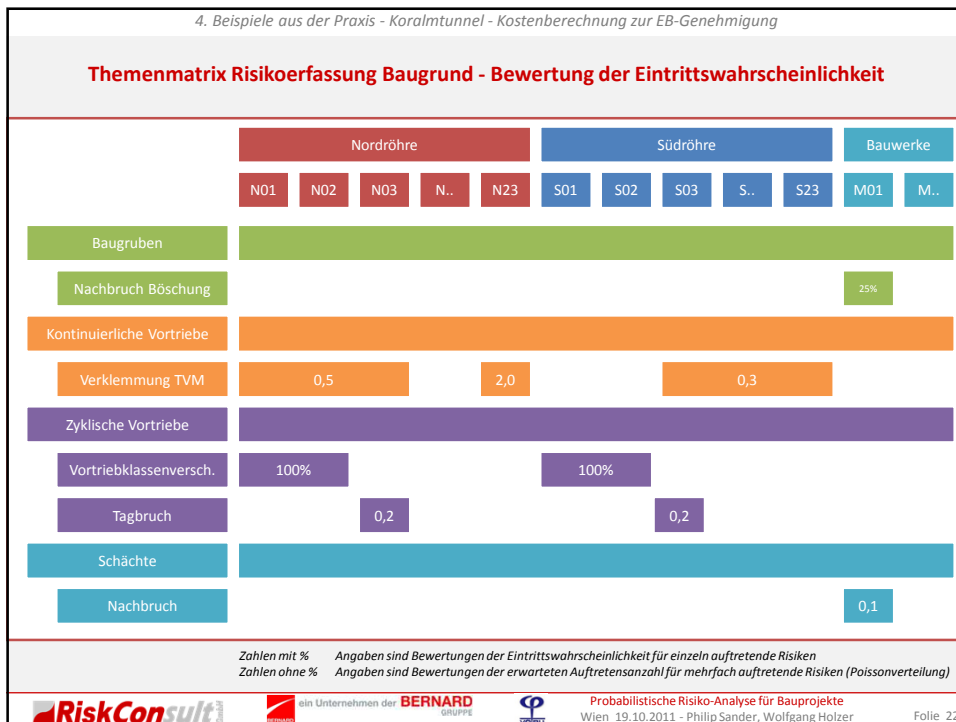
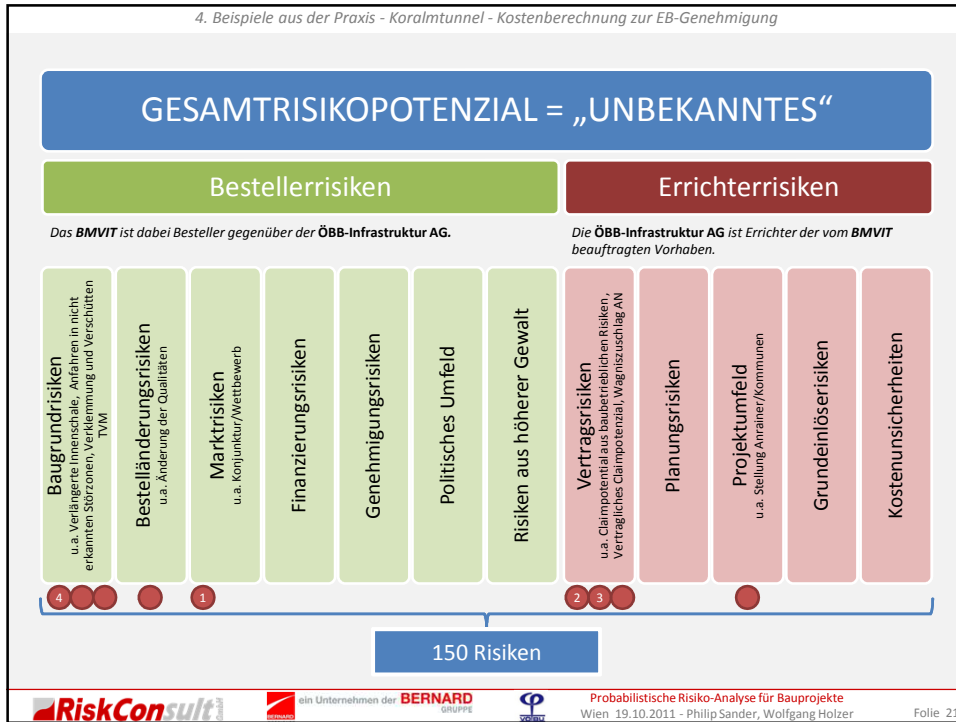


ein Unternehmen der BERNARD GRUPPE



Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 20



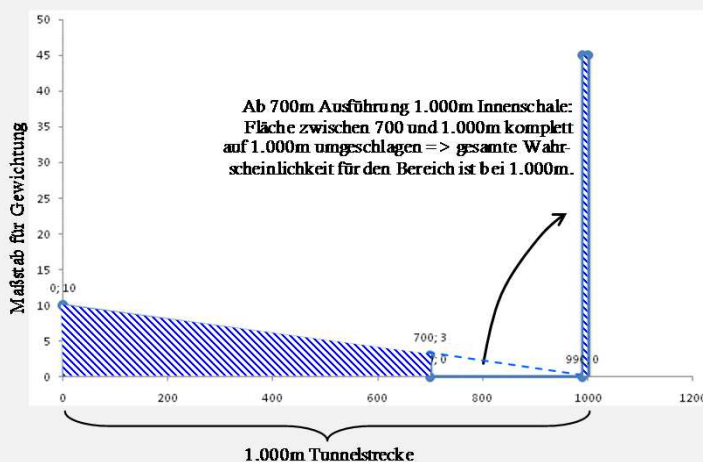
Risiko - Verlängerte Innenschale

Szenario:

- Ein Tunnel mit **1.000m** TVM-Vortrieb ist auf Grund der zu erwartenden guten geologischen Verhältnisse ohne Ortbetoninnenschale geplant.
- Eine zusätzliche Ortbetoninnenschale kann jedoch bei schlechteren geologischen Verhältnissen in Teilbereichen erforderlich werden.
- Wird es notwendig, dass **700 m** oder mehr der Strecke mit einer Ortbetoninnenschale ausgeführt werden müssen, wird die gesamte Strecke von 1.000m mit einer Ortbetoninnenschale ausgeführt.
- Die Kosten je lfm Innenschale ist mit 2.000 Euro kostenmäßig fixiert.

Risiko - Verlängerte Innenschale

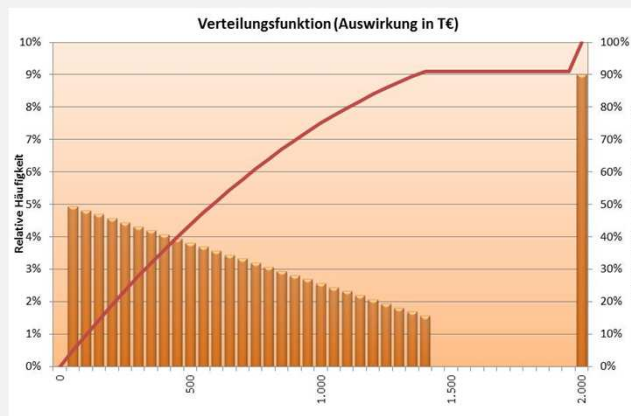
- Es wird davon ausgegangen, dass eher kürzere Strecken mit Innenschale ausgeführt werden, als längere → Szenario als rechtsschiefe Dreiecksfunktion modelliert
- 0 m (höchster und somit wahrscheinlichster Wert im Dreieck) an fallend.



4. Beispiele aus der Praxis

Risiko - Verlängerte Innenschale

- Multipliziert wird die Verteilungsdichte des Modells mit dem Preis von 2.000€/lfm.
- Nach Simulation erhält man folgende Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Mehrkosten der möglichen Innenschalenverlängerung.



 Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 25

4. Beispiele aus der Praxis

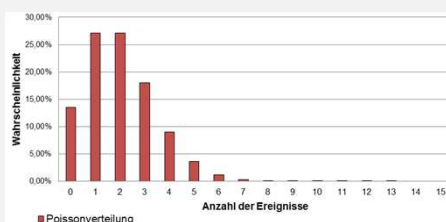
Risiko - Austausch von Tübbinge durch Überbeanspruchung

Szenario:

- Vortrieb mit TVM
- Tübbingschäden durch schrägen Vortriebspressdruck der TVM → Überbeanspruchung der Tübbinge.
- Treten beim Einbau des Tübbing selbst Fehler auf, so ist die Gefahr eines Schadens zusätzlich erhöht.
- Im Schadensfall muss der betroffene Tübbing ausgetauscht werden.

- 500 m Tunnelstrecke
- Expertenschätzung: 2 Ereignisse im Mittel
- Modellierung durch **Poissonverteilung** →

- Es können auch mehr als 2 Ereignisse eintreten
- Aber auch weniger oder gar keines



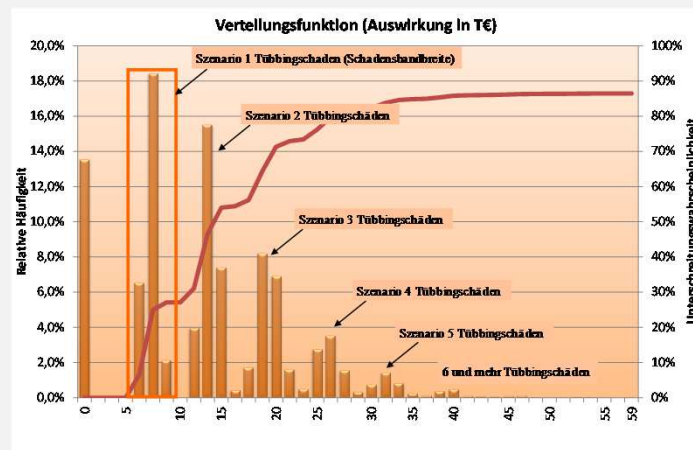
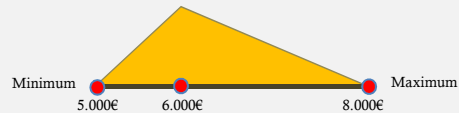
 Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 26

4. Beispiele aus der Praxis

Risiko - Austausch von Tübbing durch Überbeanspruchung

Modellierung der Auswirkung →



 Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 27

4. Beispiele aus der Praxis

Genehmigung Baustraße (Ereignisbaumszenario)

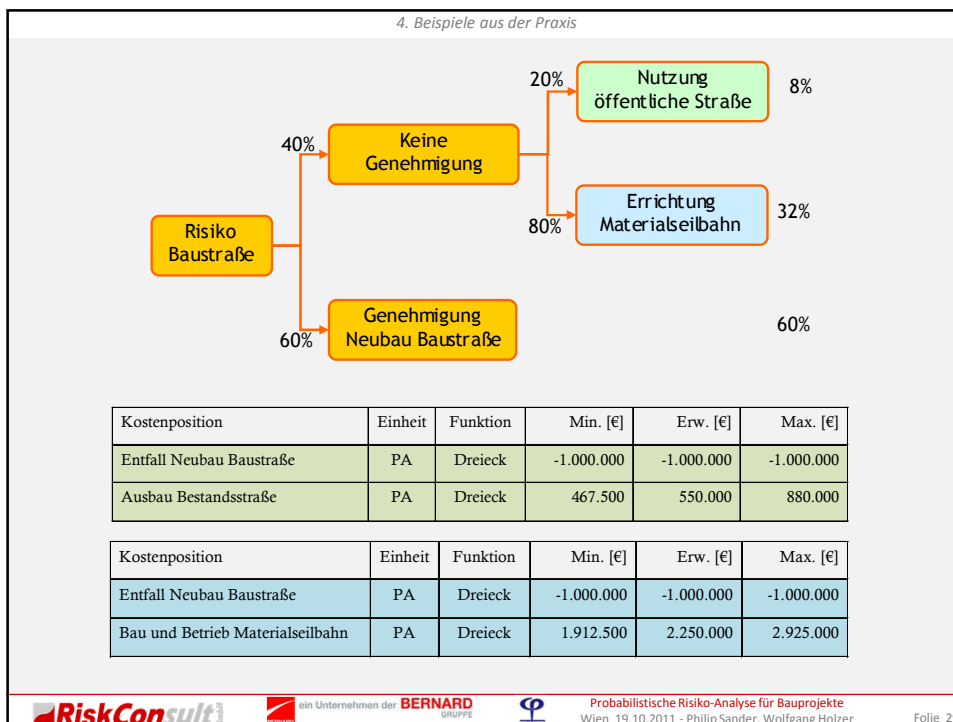
- Beim Ausbau eines Speichersees für ein Wasserkraftwerk wird in der Kostenberechnung der Neubau einer Baustraße zum Speichersee vorgesehen.
- Der Neubau der Baustraße ist in der Kostenberechnung mit **1.000.000€** angesetzt.
- Auf Grund genehmigungsrechtlicher Gründe wurde ein Risiko von **40%** angesetzt, dass der Bau der Straße nicht genehmigt wird.

In diesem Falle (Eintritt des Risikos) stehen **2 Alternativen** zur Verfügung:

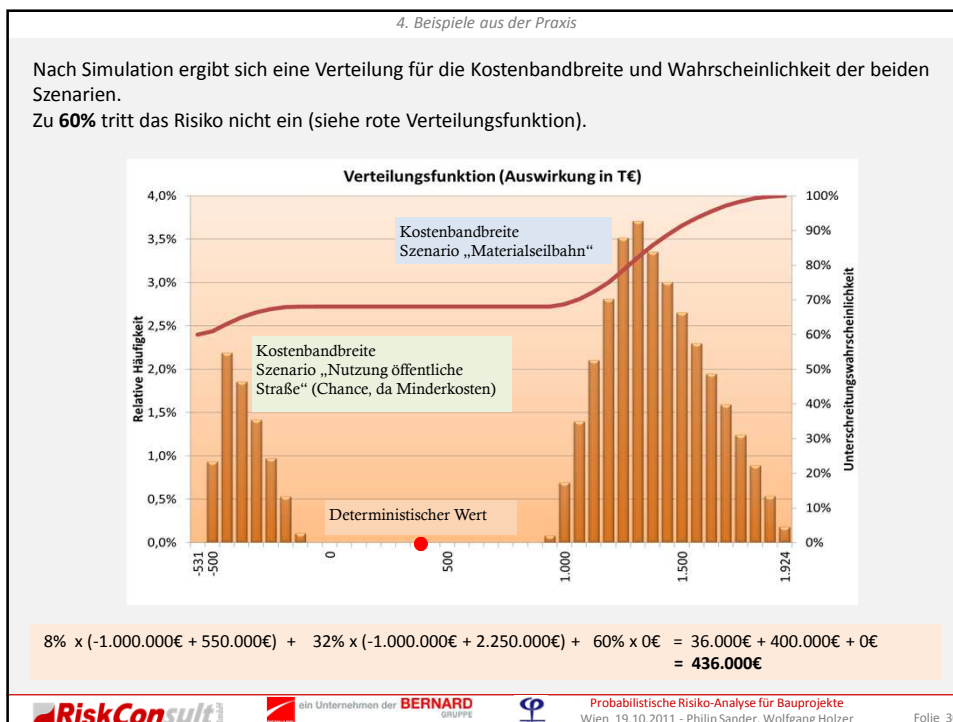
- Nutzung und Ausbau einer vorhandenen teilweise öffentlichen Straße zum Speichersee. Die Wahrscheinlichkeit für die Genehmigung zur Nutzung der öffentlichen Straße wird auf nur **20%** geschätzt.
- Bei nicht erfolgreicher Genehmigung zur Nutzung der öffentlichen Straße muss eine Materialeilbahn für die Bauzeit errichtet und betrieben werden (**80%**). Dies wäre die teuerste Variante, da hier Bau und Betrieb der Materialeilbahn zu Buche schlagen würden.

 Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 28



Folie 29



Folie 30

5. Zusammenfassung

5. Zusammenfassung

- 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
- Sofern Methode, Zugänglichkeit und Know-How vorhanden, kein Mehraufwand
- Aktive Kosten- und Risikobewirtschaftung (Budgetierung) in der Ausführungsphase

Unterstützung durch EDV-Tool: **RI▲▲T**
Risk Administration and Analysis Tool

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





Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte
 Wien 19.10.2011 - Philip Sander, Wolfgang Holzer

Folie 31



Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte

Wien 19.10.2011

Dipl. Ing. Philip Sander



Dipl. Ing. Wolfgang Holzer

