

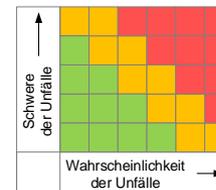
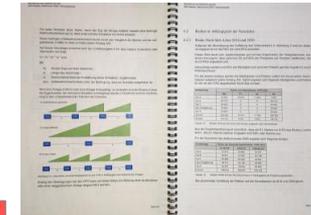
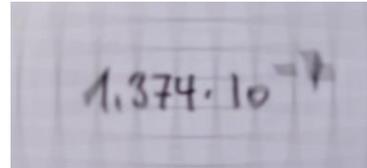
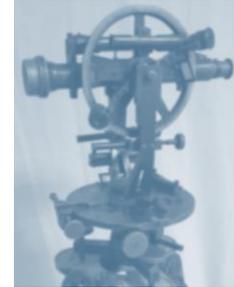
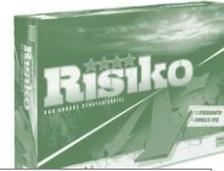
Einschätzung von Risiken

SASCON 2019

Charles Fermaud, EBP Schweiz AG

Programm in 10 Punkten

- 1 Fragestellungen
- 2 Einheitliches Risikoverständnis
- 3 Instrumente
- 4 Qualitativ – quantitativ
- 5 Ereignisdaten und Risiken
- 6 Seltene Ereignisse
- 7 Unschärfe
- 8 Dokumentation!
- 9 Akzeptanz?
- 10 Ein Grundsatz



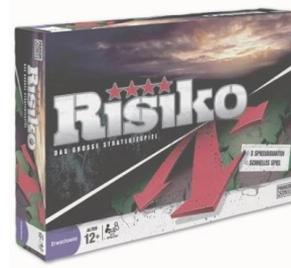
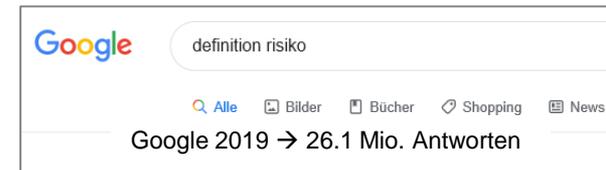
1 Fragestellungen

- Bandbreite der Fragestellungen
- Generische Risikoanalysen in «grossen Systemen»
 - Wie kann das System verbessert werden? Welche Massnahmen sind zweckmässig?
Wie entwickelt sich das System und welche Auswirkungen hat dies auf die Sicherheit?
- Beurteilung konkreter Risikosituationen
 - Wie hoch sind die Risiken? Sind sie akzeptierbar? Welche Massnahmen sind notwendig? → konkrete Risikobeurteilungen mit Analyse und Bewertung
- Beispiele
 - «Welche Risiken entstehen unter bestimmten Bedingungen beim Anflug auf Piste X»
 - «Kann auf eine bestimmte Kontrolle verzichtet werden»
 - «Ist der Transport von Gefahrgut durch einen bestimmten Tunnel vertretbar?»

2 Einheitliches Risikoverständnis

Was heisst überhaupt Risiko

- Jedem Fachbereich sein Begriffsverständnis:
Psychologie, Ökonomie, Medizin, Ingenieurwissenschaften
- Selbst innerhalb von Fachbereichen nicht einheitlich,
Beispielsweise in den Ingenieurwissenschaften
- Auch synonym verwendete Begriffe
tragen zur Verwirrung bei, beispielsweise
 - Risiko = Gefahr / Gefährdung
 - Risiko = Wahrscheinlichkeit



2 Einheitliches Risikoverständnis

Risikoverständnis

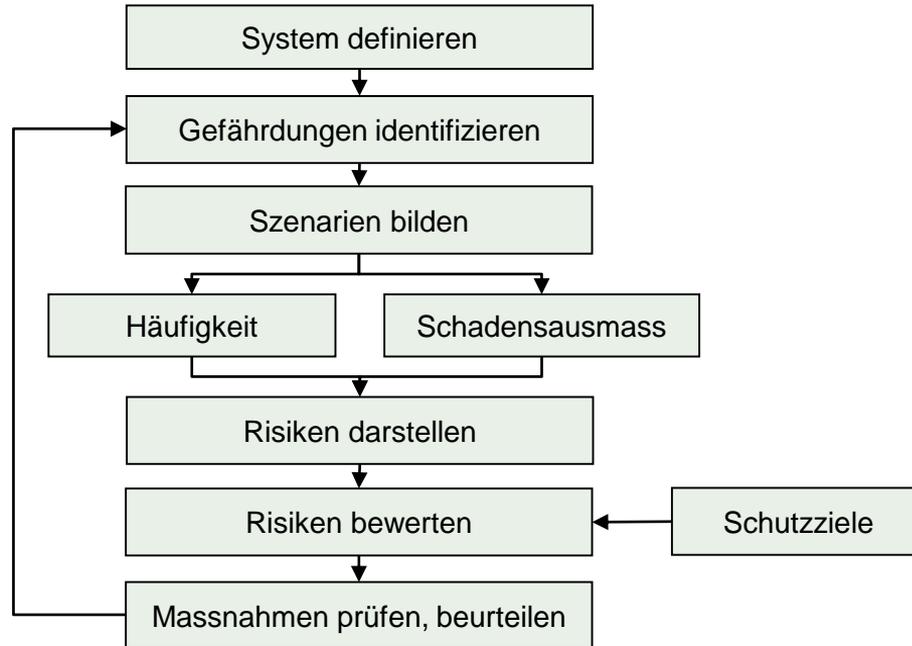
- Technischer Blickwinkel aus den Ingenieurwissenschaften
- Risiko im Kontext von Safety → «Leib und Leben» → Personenschäden
- Das Risiko beschreibt die Möglichkeit, dass ein bestimmtes Ereignis/Szenario (künftig) eintritt und welche Schwere es aufweist:
 - Szenario, das zu einem *Unfall* führt
 - Schwere → Schaden: beispielsweise «Anzahl Todesopfer»
 - Geschätzte Häufigkeit, z.B. «Anzahl pro Jahr», «Wahrscheinlichkeit pro Bewegung»



Risiko
Häufigkeit und
Schwere des
Zusammenstosses

2 Einheitliches Risikoverständnis

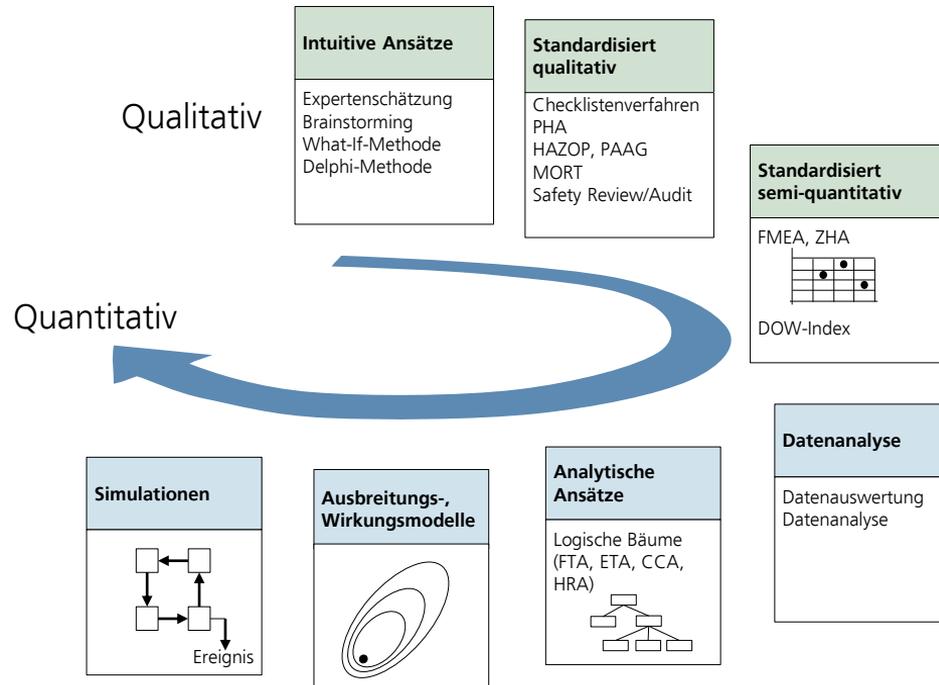
Prozess der Risikobeurteilung



- Grundkonsens zum Inhalt einer Risikobeurteilung
- Hauptsächliche Schritte von der Systemdefinition zur Bewertung und allenfalls Beurteilung von Massnahmen
- Risikoanalyse – Risikobewertung

3 Instrumente

Vielfalt der Instrumente / Bausteine einer Risikoanalyse



- Bausteine, aber selten komplette Risikobeurteilungen
- Spezifische Zielsetzungen
- Einfache qualitative Einschätzungen bis komplexe Berechnungen
- Überblick von EUROCONTROL (2004): «Review of Techniques ...»
- 520 Ansätze beschrieben, alle mit klangvollen Namen und Abkürzungen versehen

4 Qualitativ – quantitativ

Was heisst «extrem selten»?

- Was heisst konkret: «häufig», «selten», «extrem selten»?
- Qualitativ → Interpretationsspielraum, je nach Kontext unterschiedlich
- Ein klares gemeinsames Verständnis ist notwendig → Zahlen.
Zahlenwerte bedeuten für alle Beteiligten das Gleiche.
- Zahlen bedeuten nicht, dass sie auch genau sind. In einer Risikoanalyse sind alle Zahlen Schätzungen, auch solche die aufwändig ermittelt werden.
- Qualitativ bedingt ein gemeinsames Verständnis, sozusagen eine geschlossene Gesellschaft und Massstäbe werden situativ angepasst
- Quantitativ ist universell verständlich, über Grenzen hinweg gleich

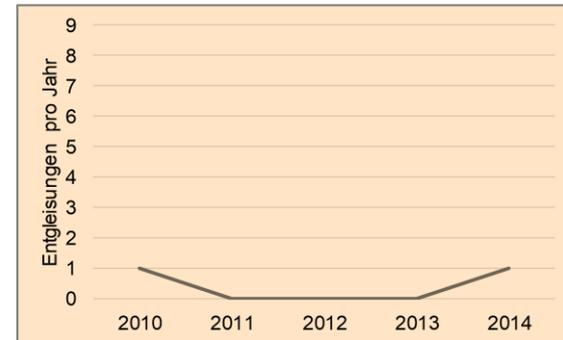


1 = 1 = 1



5 Ereignisdaten und Risiken Vor 30 Jahren und heute

- Risiken einschätzen → Blick in die Zukunft
- Trotzdem: Zukunft hat auch Herkunft
- Extrapolation ist trotzdem ein schlechter Ratgeber
- Beispiel: Entgleisungen von Zügen mit Ursachen am Fahrwerk im Netz der SBB
- 1975 bis 1992 (oben)
 - 3 bis 4 Entgleisungen pro Jahr
 - Wiederholt gleiche Ursachen
- 2010 bis 2014 (unten)
 - 0 oder 1 Entgleisung pro Jahr
 - Faktor 10 seltener
 - Jeder Unfall ein «Unikat»



5 Ereignisdaten und Risiken

Risikoanalyse \neq Ereignisstatistik auswerten

- Ereignisstatistik ist eine unverzichtbare Datenbasis
- Ereignisstatistik = Blick in die Vergangenheit
 - Die Ereignisdaten gehören zu einem System, das sich verändert hat
→ Daten sind entsprechend zu interpretieren
 - Unfallstatistiken sind unvollständig: sehr seltene Unfälle fehlen oder sie liegen zufällig in der Auswerteperiode und erhalten ein übermässiges Gewicht
- Risikoanalyse = Blick auf heute und in die Zukunft
 - Risikoanalyse für ein System, das sich verändern kann
 - *Entscheidend: Annahmen für einen künftigen Zustand des Systems*
 - Auch seltene Ereignisse berücksichtigen
 - Risikoanalyse-Instrumente und Modelle einsetzen
 - Und immer auch Expertenschätzungen

6 Seltene Ereignisse «Nicht für möglich gehalten»

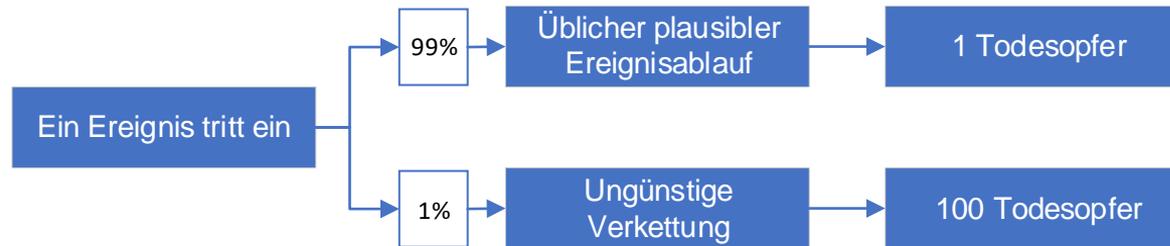
- Unerwartet, offensichtlich noch nie so eingetreten, extrem selten, nach menschlichem Ermessen nicht zu erwarten ...
- Doch aufgepasst:
 - (1) Verkettung an sich bekannter Ausfälle, Fehler, Konstellationen, die zu einem Unfall führen, der noch nie beobachtet wurde
 - (2) Nicht erkannt, weil man nicht ausreichend hingeschaut hat; Anzeichen wären möglicherweise erkennbar gewesen, Blinder Fleck
 - (3) Oder es sind tatsächlich keinerlei Anzeichen erkennbar



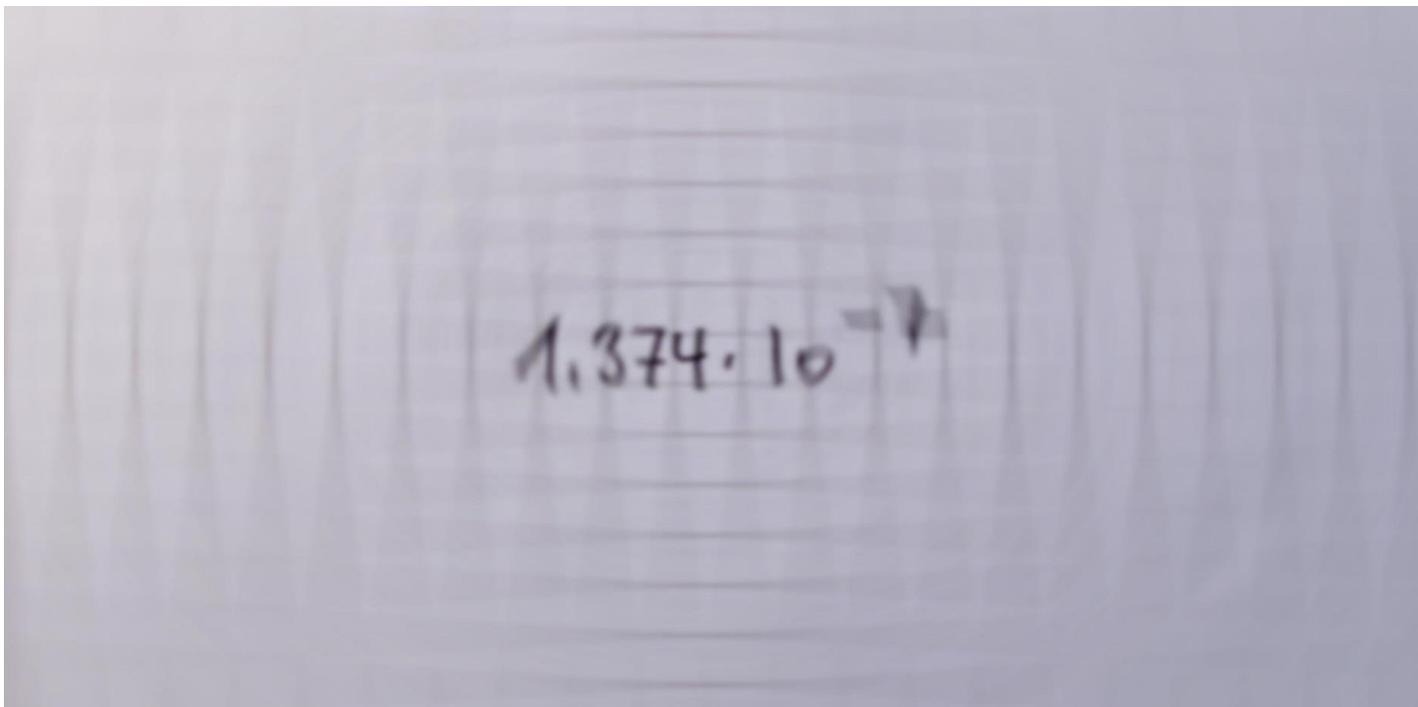
6 Seltene Ereignisse

Seltene Ereignisse adäquat berücksichtigen

- Seltene denkbare Ereignisabläufe nicht à priori als Worst Case bezeichnen und ausschliessen
- Es kann durchaus sinnvoll sein auch den Worst Case **mit einer entsprechend kleinen** Wahrscheinlichkeit mit einzubeziehen
- In einem Ereignisbaum ist dies leicht ersichtlich
 - Der Schadenerwartungswert beider Äste ist gleich gross – der Worst Case ist in diesem Beispiel nicht irrelevant



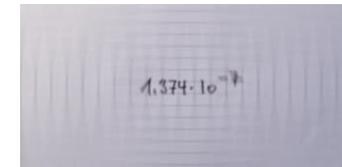
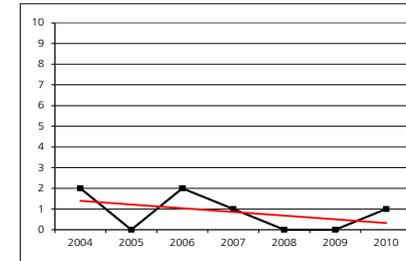
7 Unschärfe Die Frage nach der Genauigkeit



7 Unschärfe

Wie genau sind Ergebnisse

- Zufälligkeit von Größen
- Statistische Unschärfen
 - Beschränkte Datengrundlagen
- Unvollständiges Wissen
 - Experten
 - Unkenntnis
- Modellunschärfen
 - Vereinfachungen
 - Modellfehler
- Unschärfen in den Entwicklungs-/Zukunftsszenarien



7 Unschärfen

Beispiel einer Benchmarkstudie

- Risiko beim Betrieb eines künftigen Eisenbahntunnels (IABSE, 2001)
- Einheitliche Vorgaben (Tunnellänge, Betrieb, ...) – einiges auch offengelassen
- Sechs Risikoanalysen (Verfasser S bis X) erstellt und die Ergebnisse vergleichend dargestellt (markierte Zeile: erwartete Anzahl Todesopfer pro Jahr)

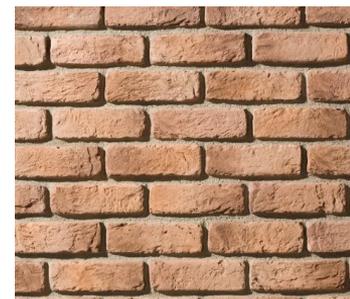
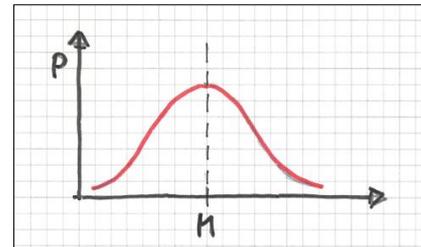
Study	S	T	U	V	W	X	Z
Predicted fatalities per year, as given by F/N curve	0.38	0.22	0.02	0.09	0.08	0.06	
Occupational accidents included	0.38	0.22	-	-	-	-	
Occupational accidents excluded	0.05	0.20	0.02	0.09	0.08	0.06	

Table 1: Overall Risk, including and excluding occupational accidents, in fatalities per year

- Bandbreite → Faktor 10 (bzw. Mittelwert +/- ein Faktor 3)

7 Unschärfen Wie damit umgehen?

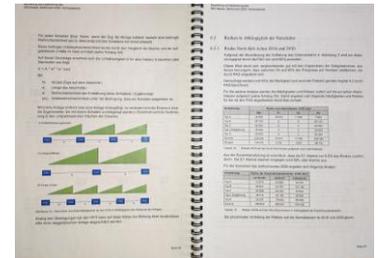
- Der «wissenschaftliche» Ansatz: Unschärfen modellieren
 - Verteilungsfunktionen, Monte Carlo Simulation (Aufwand!)
- Unschärfen angeben
 - Bandbreiten, Konfidenzintervalle, Sensitivitäten (Achtung: Scheingenauigkeiten, oft zu optimistisch)
- Der pragmatische Ansatz
 - Gründlich plausibilisieren
- Unschärfe durch ein geeignetes Vorgehen reduzieren und nachvollziehbar dokumentieren
- Ziel: Vertrauen in die Ergebnisse schaffen



8 Dokumentation

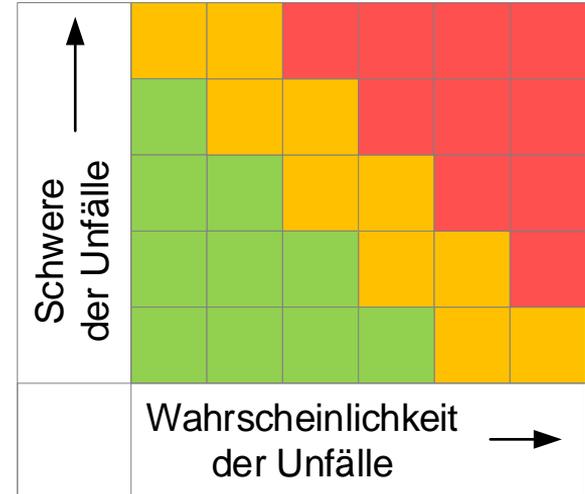
Transparenz, Nachvollziehbarkeit

- Die Risikobeurteilung steht in einem Kontext: eine konkrete Problemstellung, die zu beantworten ist
- Es bestehen Randbedingungen: Zeit, verfügbare personelle Ressourcen, Geld, beschränkte Daten, beschränktes Know-how, unklares Zukunftsszenario
- Mit all dem muss der Ersteller der Risikobeurteilung umgehen und der Entscheidungsträger muss es wissen und berücksichtigen
- Dokumentation als sehr wesentlicher Punkt
 - Transparenz
 - Logik
 - Nachvollziehbarkeit der Einschätzungen
- Vertrauen in die Ergebnisse schaffen



9 Akzeptabel?

- Die Risikobewertung folgt auf die Risikoanalyse
- Ein übliches Instrument: Risikomatrix mit drei Akzeptanzbereichen
- Einen Punkt herausgreifen
 - Die magische Grenze zwischen «nicht akzeptabel» und «tolerabel» → «rot oder nicht rot»?
 - Rot: «Betrieb sofort einstellen» ↔ gelb: «nichts machen»
 - Wesentlicher: Was ist zu tun? Welche Massnahmen? Bis wann umsetzen?
 - Auch im tolerablen Bereich sind Massnahmen zu prüfen und allenfalls umzusetzen (ALARP-Prinzip)!
 - Dem tolerablen Bericht mehr Gewicht und Beachtung schenken
 - Erst im akzeptablen Bereich kann verzichtet werden



10 Ein Grundsatz

«Better roughly right than exactly wrong»

«Auf der Welt
leben 7 bis 8 Mia.
Menschen»



«Auf der Welt
leben 7'735'250'819
Menschen»