

Das lateinische Arbitrium bedeutet „freie Entscheidung“, ein Arbiter ist ein Schlichter oder Schiedsrichter. Dies macht es offensichtlich, dass der Kunde grundsätzlich frei ist, zwischen unterschiedlichen Alternativen zu wählen. Ein Entscheid ist aber immer auch eine Wahl gegen ein bestimmtes Risiko und zugleich für ein anderes Risiko.

Arbitrium-Consult hilft den Entscheidungsträgern, mittels wissenschaftlich anerkannter mathematischer Methoden der Risikoanalyse und der Entscheidungs-Findung, die optimale Wahl unter einer Auswahl von möglichen Alternativen zu treffen.

FOLGENDE METHODEN UND TECHNIKEN WERDEN ANGEWENDET:

TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)

ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

SOCIO-TECHNICAL SYSTEM ANALYSIS (STSA)

EVENT TREE ANALYSIS (ETA)

FUZZY LOGIC (FL)

EXTREME EVENT THEORY (EET)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

STATISTICS & COMBINATORICS

BEGRÜNDUNG

Obwohl allgemein bekannt ist, dass Machbarkeitsstudien noch mit erheblichen Unsicherheiten verbunden sind, ist es leider unüblich, die Planung gleich zu Beginn mit einer systematischen Risikoermittlung zu begleiten, um gerade in Megaprojekten oft enorme Kosten- und Zeitüberschreitungen zu vermeiden.

Heute ist zunehmend von „Megaprojekten und Risiken“ die Rede. Was ist das Besondere an Projekten deren Kosten typischerweise im Bereich von dreistelligen Millionenbeträgen liegen?

Zu viele Machbarkeitsstudien gehen von einer Newton'schen Welt von Ursache und Effekt aus, in der die Projekte gemäss einem vorgegebenen Plan verwirklicht werden. In der Realität aber, ist die Planung und Implementation von komplexen Megaprojekten eine hoch stochastische Angelegenheit in der die einzelnen Schritte nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit erfolgen und oft nicht exakt so enden, wie in der Machbarkeit ursprünglich geplant. Der Fehler, den probabilistischen Aspekt von Planung und Implementation nicht mit einzubeziehen, dürfte die Hauptursache sein für die allzu oft massiven Kosten- und Zeitüberschreitungen und mangelhafte Qualität der Megaprojekte.

Auf die Frage an 481 Manager: „Waren ihre Projekte erfolgreich?“ antworteten 81% mit „Nein“; nur **0.4%, d.h. nur zwei von 481 haben das Ziel zu 100% erreicht!**

Von den anderen verfehlten ihr Ziel:

18% um mehr als 70%,

35% um 30-70%,

47% um weniger als 30%;

Dies führte zu einem geschätzten Schaden von rund 4% der Gesamtumsatzrendite!

*Survey of 481 managers:
"How much did you achieve
in your projects?" Droege &
Comp., 2003*

Es ist üblich, in Machbarkeitsstudien 10 bis 25% Unsicherheiten einzurechnen, es ist aber eher unüblich, diese Risiken auch in einer quantitativen Risikoermittlung näher zu untersuchen um das Eintreten von alternativen Projektzuständen bei Planungsentscheiden frühzeitig zu berücksichtigen. Diese Information ist aber unbedingt erforderlich, um den Entscheidungsträgern eine realistischere Sicht auf die wahrscheinlichste Entwicklung des Projektes zu ermöglichen.

Die Risikoanalyse ist ausserdem auch die Basis für das Projekt-Risiko-Management während der Realisierung und der Qualitätskontrolle des gesamten Projektes.

Die Erfahrung lehrt uns, dass Kostenüberschreitungen von 50 bis mehrere 100% keine Seltenheit darstellen, mit extremen Werten (Suezkanal 1'900%, Sydney Opera 1'400%, Concorde 1'100%). Die Weltbank spricht in diesem Zusammenhang vom leider üblichen EGAP-Prinzip (*Everything Goes According to Plan*) und rät, eher ein MLD-Prinzip zu verfolgen (*Most Likely Development*).

RISIKO

Es gibt keinen einheitlichen wissenschaftlichen Risikobegriff, es gibt Differenzen, da ein Risiko nicht an sich existiert; ein Risiko wird aus unterschiedlichen Alternativen ausgewählt.

Eine Unterscheidung betrifft die Konzeptualisierung von Risiko. Sie bezieht sich auf potenzielle Ereignisse, deren Ausprägungen ungewiss sind. Sie nimmt Bezug auf potenzielle Schadensereignisse oder auf Abweichungen eines geplanten Ablaufes. Diesen potenziellen Ereignissen werden konzeptionell objektive oder subjektive Wahrscheinlichkeiten zugeordnet, so dass ein bewertender Vergleich von Alternativen ermöglicht wird.

Eine zweite Unterscheidung betrifft die Frage, ob die Risiken objektiv – unabhängig von unserer Sichtweise – existieren oder als konstruiert angesehen werden.

Eine dritte Unterscheidung bezieht sich auf das Bezugssystem: wird von Einzelpersonen ausgegangen – Laien oder Experten - oder wird das Risiko aus der Sicht einer Institution oder Organisation betrachtet.

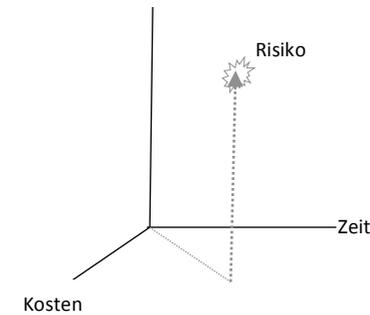
Grundlage für ein wirksames und rationales PRM ist natürlich die Risikoanalyse selber. Das bedeutet, dass vor einer wichtigen Entscheidung auch eine Risikoanalyse durchgeführt werden muss.

Nur eine fundierte Risiko-Ermittlung kann die Investition rechtfertigen, die für Gegenmassnahmen zur Minderung, Verhinderung oder Abschreckung der Risiken oder zur sogenannten „Härtung“ eingesetzt werden. Die Risikoermittlung fokussiert sich auf das Berechnen der Wahrscheinlichkeit einer Bedrohung, der Wahrscheinlichkeit des Erfolges einer Attacke und der daraus resultierenden Konsequenzen und kann somit dargestellt werden als:

$$\text{Risiko} = \text{Bedrohung} \cdot \text{Verletzlichkeit} \cdot \text{Konsequenz}$$

Dabei ist die grundsätzliche Asymmetrie zwischen beabsichtigten Bedrohungen und den Bedrohungen durch Naturereignisse zu beachten. Die Bedrohung ist deshalb der am wenigsten gut bestimmbare Aspekt und die Unsicherheit deshalb am grössten. Der Faktor Verletzlichkeit hingegen kann aufgespaltet werden in die Wahrscheinlichkeit für die Detektion, die Reaktionszeit und den Erfolg der Bekämpfung.

Der erste Schritt in der Risiko Analyse ist die Identifizierung der Bedrohung in ihrem vollen Spektrum (natürliche, technische, terroristische, unfallmässige, etc.). Für natürliche Ereignisse können historische Frequenzen berücksichtigt werden. Für terroristische Ereignisse stellt hingegen die Attraktivität und die Erfolgsaussicht einer Attacke die grösste Rolle dar. Das bedeutet, die Erfolgsaussicht einer Attacke ist die dominante Grösse für die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses; sie kann jedoch nicht statistisch belegt werden, da sie rein zufällig ist.



Das Risiko mit den relativen Abweichungen von den Planwerten Kosten, Zeit und Qualität. Diese Definition erlaubt die Analyse der Wirkung einer Risikoaktion auf die drei Kriterien und somit eine Optimierung.

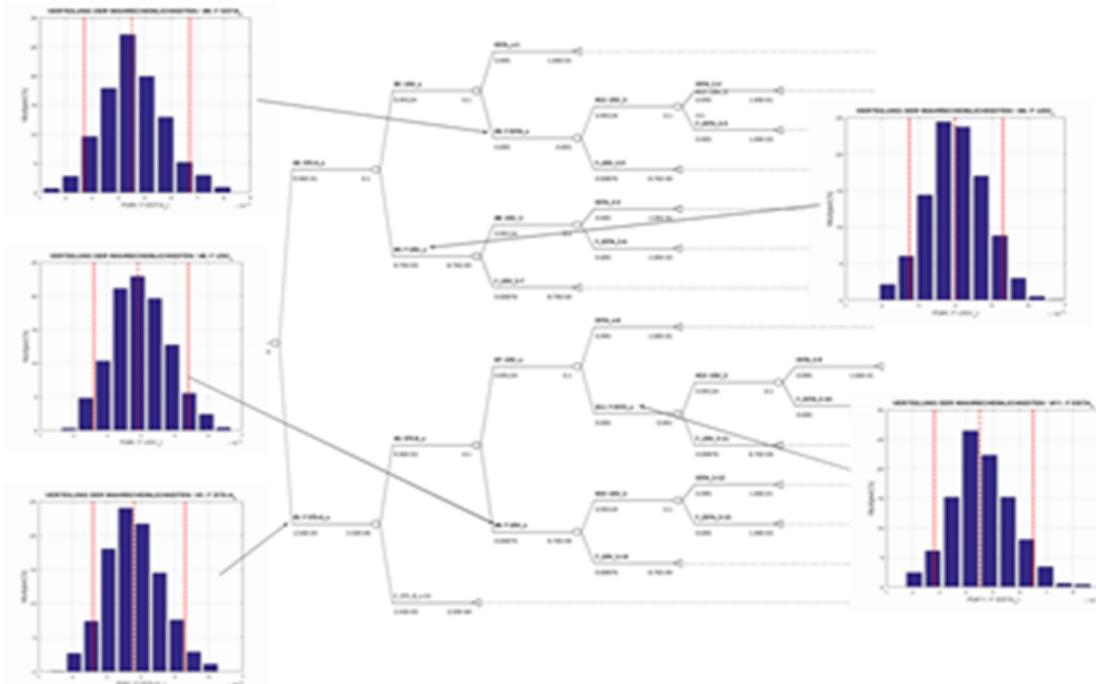
ENTSCHEIDUNGEN

Viele Entscheidungen basieren auf Überzeugungen und Aussagen wie „Ich glaube nicht...“, „Es ist möglich...“, „Es ist ziemlich wahrscheinlich...“ etc.. Dabei ist die empfundene Repräsentativität eine menschliche Heuristik, die im Allgemeinen sehr nützlich sein kann, die aber auch das Potenzial hat, zu schwerwiegenden systematischen Fehlern zu führen. Bei der Repräsentationsheuristik wird intuitiv das Ausmass der Repräsentativität des Falles A für den Fall B geschätzt, also wie stark der Fall A dem Fall B ähnelt.

Es stellt sich heraus, dass es sehr schwierig ist, obige vage Aussagen so zu präzisieren, dass sie einer quantitativen Analyse zugeführt werden können. Werden Experten auf eine numerische Skala zwischen 1 und 9 eingeschränkt, dann sind sie oft nicht in der Lage das Ausmass der Repräsentativität von A und B so abzubilden wie sie es intuitiv mit der vagen sprachlichen Aussage empfinden.

In der Psychologie unterscheidet man zwischen einem System 1 und einem System 2 in unserem Gehirn. Stark vereinfacht kann man sagen: System 1 ist schnell und intuitiv und neigt dazu, den eigenen Überzeugungen zu glauben. System

2 arbeitet langsam und lenkt die Aufmerksamkeit auf anstrengende mentale Aktivitäten. Experimente haben gezeigt, dass unsinnige Behauptungen eher akzeptiert werden wenn sich die Probanden gleichzeitig Zahlen merken mussten. Das bedeutet, dass das spontane und intuitive System 1 eher den eigenen Überzeugungen folgt wenn das analytische System 2 gleichzeitig mit Zahlen beschäftigt und damit abgelenkt ist. Somit wird unkritischer und intuitiver entschieden.



Multi Object Decision Tree; Quadrate stehen für Entscheidungen (bzw. Multi-Entscheid Matrizen), die Kreise für Eintretens-Wahrscheinlichkeiten.

WAHRSCHEINLICHKEITEN

Für sehr seltene Ereignisse oder für solche, für die gar keine Statistik verfügbar ist – zum Beispiel für viele Ereignisse, für die keinerlei Regelmässigkeit vorliegt, die oft intuitiv als 100 Jahr Ereignisse bezeichnet werden weil sie kaum vorkommen, aber nicht ausgeschlossen werden können - gibt es genau drei Verteilungen.

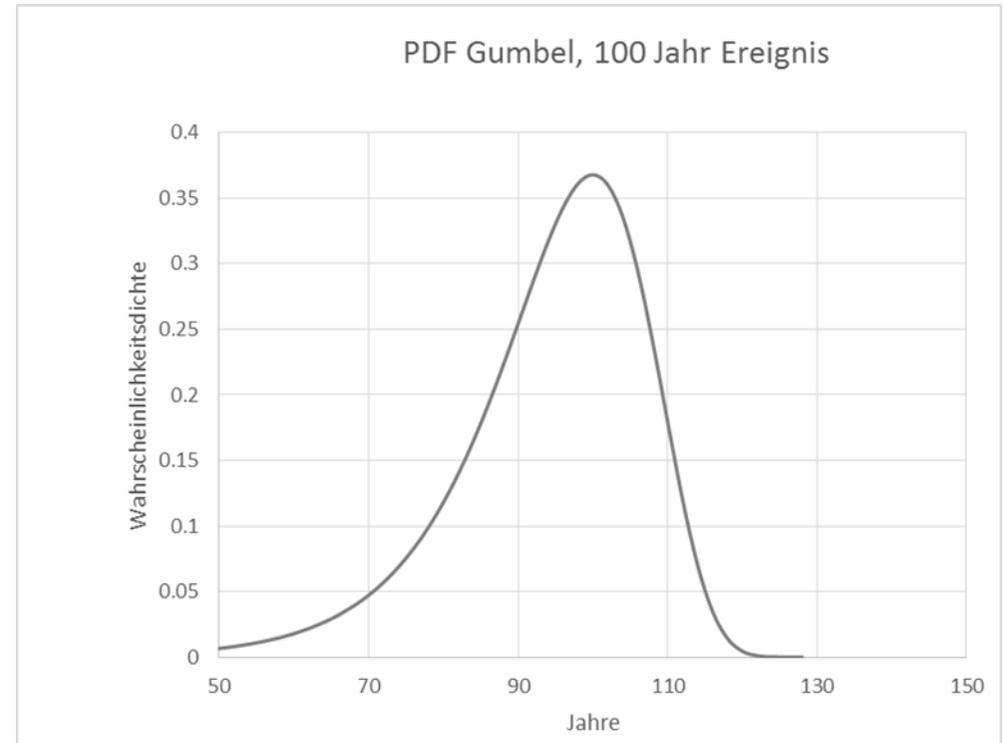
Es handelt sich um Exponentialverteilungen, nämlich um die

- Gumbelverteilung, die
- Frèchetverteilung und die
- Weibullverteilung.

Es lässt sich mathematisch beweisen, dass es nur exakt diese drei Verteilungen gibt, die sich unter der Bezeichnung von „*Extreme Statistics*“ zusammenfassen lassen.

Sie gehen zurück bis auf Nicolas Bernoulli 1709, der sich hierzu eine spezielle Aufgabe stellte: n gleichaltrige Männer sterben einer nach dem anderen und die Frage ist nun „wie gross ist die daraus resultierende mittlere verbleibende Lebenszeit für den letzten Mann wenn der zweitletzte gestorben ist?“

Diese Verteilungen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre auslaufenden Enden (*tails* im Englischen) sowohl nach unten als auch nach oben viel dicker sind (*heavy tailed*) als bei allen konventionellen Verteilungen. Diese Eigenschaft wird bei allen natürlichen Statistiken beobachtet. So gibt es z.B. viel mehr ganz kleine als auch ganz grosse Menschen als dies eine Normalverteilung voraussagt. Daraus ist dann die *Extreme Value Theory* (EVT) entstanden.



Wahrscheinlichkeitsdichte (PDF) für die Gumbel Verteilung für das 100 Jahr Ereignis für den Fall minimal. Die Variante minimal berücksichtigt die Extremwerte bei den tiefen Werten. Es wurden die folgenden Parameter angenommen: $\mu = 100$, $\beta = 10$. Der Parameter, der die Form nach den kürzeren Frequenzen bestimmt, ist so gewählt worden, dass bei 50 Jahren noch eine relevante Wahrscheinlichkeit resultiert. Dies ist ja bei der Aussage „alle 50 bis hundert Jahre“ implizit enthalten, denn das heisst ja, dass beides wahrscheinlich ist.

UN SICHERHEITEN

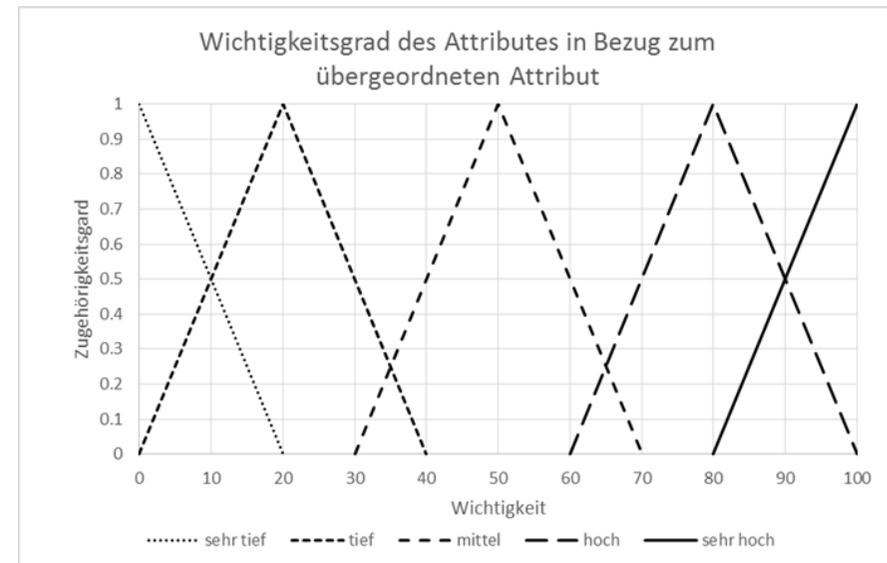
Subjektive Beurteilungen und persönliche Präferenzen bezüglich qualitativer und quantitativer Kriterien sind in den Entscheidungsprozessen von Experten involviert. Dies ist das Resultat von unpräzisen und unvollständigen Informationen, was den Prozess komplex und anspruchsvoll macht. Wenn ein Faktor unsicher, vage oder vieldeutig ist, dann behelfen sich Experten mit sprachlichen Variablen wie z.B. tief, moderat, ziemlich hoch etc., aber in der Regel ist es den Experten nicht möglich, diese vagen Begriffe zu skalieren, also die relative Distanz von „hoch“ zu „ziemlich hoch“ zu definieren. Und ohnehin ist es viel natürlicher, die Entscheidungs-Analyse in der sprachlichen Form durchzuführen.

In der mathematischen Analyse spricht man deshalb von Entscheidungen in „fuzzy“ Umgebungen. Mit Entscheidungs-Analyse in einer „fuzzy“ Umgebung ist ein Entscheid gemeint, bei dem die Ziele und/oder die Randbedingungen, aber nicht notwendigerweise das zu betrachtende System von Natur aus „fuzzy“ sind. Das bedeutet, dass die Ziele und/oder die Randbedingungen sich aus Klassen von Alternativen konstituieren, dessen Begrenzungen nicht scharf definiert sind.

- Ein Beispiel einer „fuzzy“ Randbedingung ist: „Die Mehrkosten der Alternative A sollten nicht substanziell höher sein als α , wobei α eine vorgegebene Kosten-Konstante ist.
- Ein Beispiel eines „fuzzy“ Zieles ist: „Die Temperatur des Kühlwassers sollte nicht wesentlich höher als T_0 sein“ wobei die akzeptable Höchsttemperatur T_0 eine von technischen Spezifikationen gegebene Konstante ist.

Die schräg gestellten und unterstrichenen Begriffe sind die Quellen der „fuzzyness“, also der Ungenauigkeiten in diesen beiden Beispielen. Es bedeutet, dass die vorgegebene Grenze α bzw. das Ziel T_0 nicht als absolute Größen zu verstehen sind, sondern nur im Zusammenhang mit den Prädikaten „substanziell“ bzw. „wesentlich“. Denn wenn z.B. die Grenztemperatur $T_0 = 35^\circ\text{C}$ ist, dann heisst das ja nicht, dass 35.5°C nicht mehr akzeptabel wäre.

Zwei Methoden stehen zur Verfügung um die oben skizzierten Probleme zu lösen. Erstens die grafische Methode eines „fuzzy“ Entscheidungsbaumes um den Experten in den sequenziellen Entscheidungsprozessen mit multiplen Kriterien zu helfen, die relevanten Risiken zu beurteilen. Zweitens eine Technik, um die effektive Distanz von unterschiedlichen Alternativen zur idealen Lösung zu messen TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).



Die Bewertung der Attribute erfolgt mit einer Skala von 0-100 Punkten. Damit ist nicht die Wahrscheinlichkeit gemeint, sondern eine Punktbewertung, die für die Wichtigkeit des Attributes steht (*score* im englischen, was so viel heisst wie Treffer, Punkte etc.). Die Dreieckform stellt die einfachste Möglichkeit einer Fuzzy Zahl dar.

KONTROLLSCHLEIFEN

Ein PRM gliedert sich in zwei grundsätzliche Teilgebiete, die beide unabhängig voneinander sehr wichtig sind:

- die organisatorischen Aspekte eines Projekt-Risiko-Managements und
- die technischen Aspekte.

Die ersteren betreffen im Wesentlichen die implementierten Kontrollstrukturen innerhalb und ausserhalb des Projekt-Planungsteams, die letzteren die mathematischen und statistischen Untersuchungsmethoden, die angewendet werden bei Risiko- und Entscheidungs-Analysen.

Die meisten Analyseverfahren eines eingetretenen unerwünschten Ereignisses beruhen auf der Vorstellung, dass es sich um die Folge einer oder mehrerer Ketten von Ereignissen handelt; das wird allgemein als „Ereignisbasiertes Analyseverfahren“ bezeichnet. Die einzelnen Glieder der Kette sind Ereignisse, die zeitlich aufeinander folgen und in einem kausalen Zusammenhang stehen. Die Ereignisketten können sich verzweigen zu Baumstrukturen mit unterschiedlich dichten Verknüpfungen.

Ein ganz anderes Verfahren beruht auf der Steuerungstechnik und der Systemtheorie und basiert auf den Begriffen Prozesse und Kontrollen. Es wird davon ausgegangen, dass jeder Planungsprozess durch geeignete Kontrolle in einem sicheren Zustand gehalten werden kann. Die Planung befindet sich dadurch in einem dynamischen Gleichgewichtszustand.

Ein unerwünschter Zustand ereignet sich dann nicht aufgrund bestimmter Vorkommnisse, sondern aufgrund mangelnder Kontrolle der vorhandenen Prozesse.

Dieser Grundgedanke wird uneingeschränkt auf menschliche und technische Aspekte des Systems angewendet. Das System ist somit als „sozio-technisches System“ zu betrachten.

Planungssicherheit ist in dieser systemtheoretischen Betrachtung eine resultierende Eigenschaft, die entsteht, wenn die Systemkomponenten in einem streng definierten Umfeld agieren. Ein unerwünschtes Ereignis entsteht aufgrund des Fehlens von angemessenen Begrenzungen dieser Interaktionen. Begrenzungen konkretisieren sich in Vorgaben und Steuerungshandlungen.

Vorgaben sind Begrenzungen, die im Vorfeld des Prozesses formuliert werden: typischerweise Eckwertpapiere und ein Projekt-Pflichtenheft. Dies sind neben physikalischen Vorgaben auch Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Arbeitsanleitungen, Regeln des „Stand der Technik“ oder Verfahrensvorschriften. Im Gegensatz dazu sind Steuerungshandlungen Begrenzungen, die während dem Prozess auferlegt werden. Der Kontrollprozess greift steuernd in den Planungsprozess ein.

Begrenzungen, Vorgaben und Steuerungshandlungen können inhaltlich falsch sein, unklar oder missverständlich, unvollständig oder nicht-existent, oder sie können fehlerhaft durchgesetzt werden, was bedeutet, die Begrenzung existiert zwar, aber die Beachtung dieser Begrenzung wird nicht ausreichend erzwungen.

Externe Kontrolle

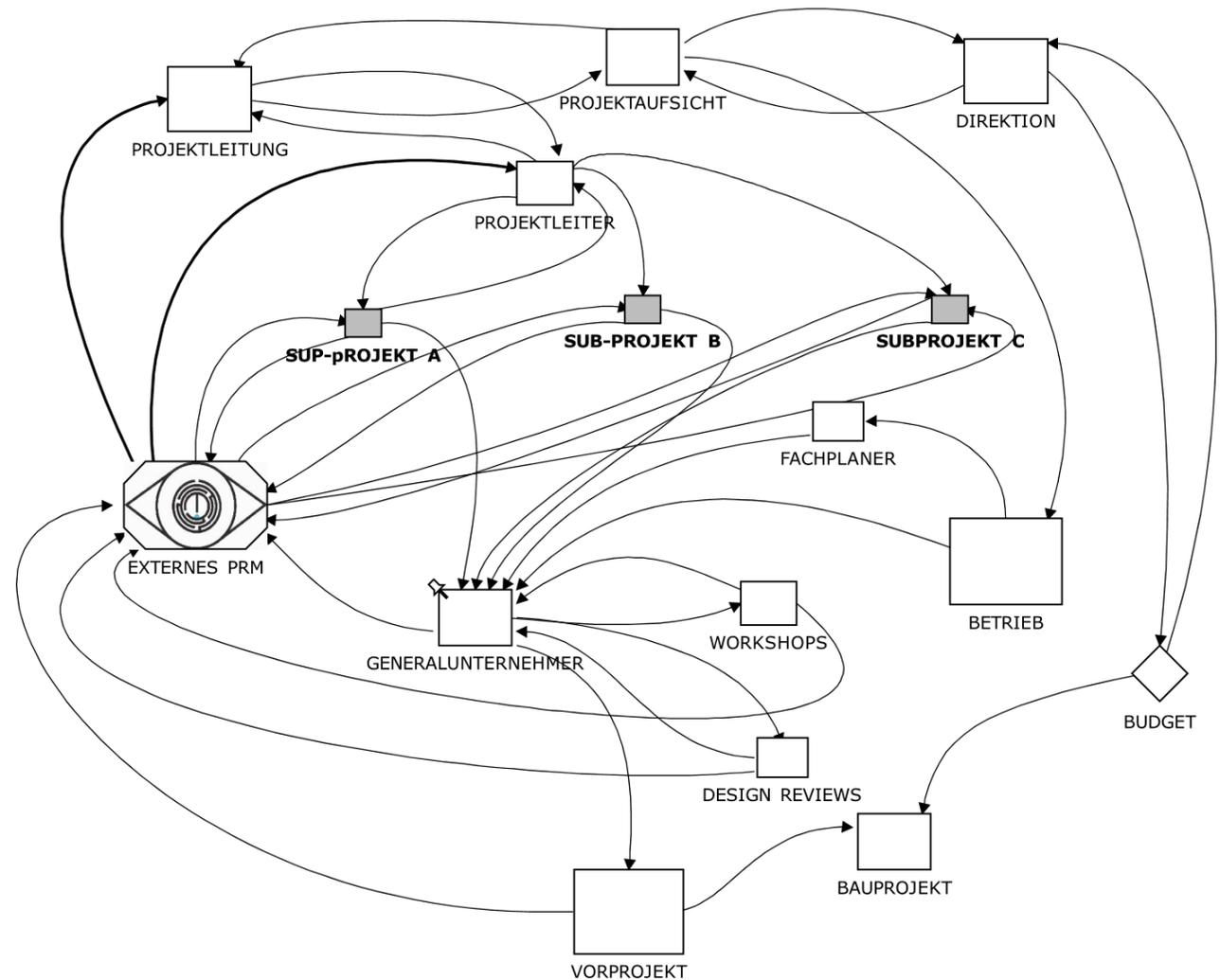
Aus all den hier aufgeführten Fakten folgt:

Die Implementation eines erfolgreichen PRM erfordert die Ernennung eines externen PRM Experten, mit fundierten mathematischen Kenntnissen in Risiko- und Entscheidungs-Analyse.

Der PRM Experte hat die Aufgabe, die Projektleitung über mögliche Projektentwicklungen und deren Risiken zu informieren und Risiko- und Entscheidungs-Analysen vorzuschlagen. Auf diese Weise wird auch der Aufwand des PRM Experten durch die Projektleitung kontrolliert.

Der PRM Experte rapportiert direkt an die Projektleitung.

Er sollte nicht in die Projektentwicklung involviert sein und keine eigenen Interessen oder Präferenzen haben. Die externe, unabhängige Begutachtung und Expertise wie auch die eindeutige Stellung innerhalb des Teams ist absolut essenziell. Das externe PRM muss eine selbstständige und aktive Rolle darstellen und nur der Projektleitung verpflichtet sein.



ZUSAMMENFASSUNG

WAS?

Projektrisiken müssen möglichst früh erkannt und auf Wahrscheinlichkeit und Konsequenz analysiert werden. Aktionen um die Risiken zu verhindern oder zu mindern, müssen geplant oder initiiert werden.

WARUM?

Finanzielle, zeitliche und qualitative Abweichungen vom Projektziel haben ein Risikopotenzial für grosse negative Konsequenzen. Ein effektives PRM mit Methoden der Risiko- und Entscheidungs-Analyse helfen, diese Gefahren zu minimieren.

WANN?

Das PRM muss so früh wie möglich eingesetzt werden. Mit Vorteil bereits in der Machbarkeits- oder Konzeptphase, denn gerade Fehler, die sich bereits zu Beginn einschleichen, können später grosse Auswirkungen auf den weiteren Projektverlauf und das Resultat haben.

WIE?

Das externe PRM darf nicht vollkommen in das Team der Projektplaner integriert sein, sondern soll den Planungsprozess autonom „von aussen“ beobachten und ist nur der Projektleitung verpflichtet.

WER?

Als erstes muss ein Organigramm erstellt und die Kontrollwege analysiert werden: Informations- und Weisungsbefugnis von Projektleiter, Analyst, Projektaufsicht, Planer und Fachingenieure müssen auf ihre Wirksamkeit, Risiken zu begrenzen, untersucht werden.

WIEVIEL?

Externes PRM muss an den periodischen Besprechungen der Planer aktiv teilnehmen. Wird ein Risiko erkannt oder ist eine schwierige Entscheidung zu fällen, wird der Projektleitung empfohlen, eine Risiko- oder Entscheidungs-Analyse durchzuführen.

tecrisk GmbH

Dr. Peter Mani

+41 79 675 05 81

www.Arbitrium-Consult.com

Peter.Mani@Arbitrium-Consult.com